

**PROFIL HEMATOLOGI DAN *LIPID DROPLET* HEPATOPANKREAS  
UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) PADA UJI LAPANG  
SUPLEMENTASI KOMBINASI Na-ALGINAT DAN VITAMIN C**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Tuti Adawiyah  
2014111008**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## ABSTRACT

### HEMATOLOGY AND LIPID DROPLET PROFILE OF HEPATOPANCREATIC PENAEUS VANNAMEI SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) IN FIELD TESTS OF COMBINATION SUPPLEMENTATION Na- ALGINATE *Sargassum* sp. AND VITAMIN C

By

TUTI ADAWIYAH

Immunostimulation supplementation of Na-alginate and vitamin C has been proven to be effective in increasing the immunity of penaeus vannamei shrimp against pathogens on a laboratory scale. The purpose of this study was to determine the effect of combined supplementation of Na-alginate *Sargassum* sp. and vitamin C in field tests on the hematological profile and hepatopancreas lipid droplets of penaeus vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). This study used two treatments, namely providing commercial feed without any additions (P1) and providing commercial feed with the addition of Na-alginate 100 ml/kg feed and vitamin C 3 g/kg feed (P2). Feeding was carried out at different levels. The study was conducted in a pond with an area of 3,500 m<sup>2</sup> with a stocking density of 100 fish/m<sup>2</sup>. Hemolymph sampling was carried out on DOC 35 and DOC 50 to observe the number of total hemocytes (THC), total plasma protein (TPP), and hepatopancreas lipid droplets and to check air quality. The research data by the T test, and the data quality was analyzed descriptively. The results of the study by adding Na-alginate supplementation of 100 ml/kg feed and vitamin C 3 g/kg feed in vaname shrimp cultivation were able to increase THC in DOC 50 to 5.99 x10<sup>6</sup> cells/ml, TPP values in DOC 35 to 655 mg/ml, and hepatopancreas lipid droplet values ranging from 71% -77%. The conclusion is that the application of a combination of Na-alginate and vitamin C in vaname shrimp is expected to be used as the body's immunity against shrimp diseases.

**Keyword :** *hematology, hepatopancreatic lipid droplets, Na-alginate, Pacific white shrimp, vitamin C*

## ABSTRAK

### PROFIL HEMATOLOGI DAN *LIPID DROPLET* HEPATOPANKREAS UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) PADA UJI LAPANG SUPLEMENTASI KOMBINASI Na-ALGINAT DAN VITAMIN C

Oleh

TUTI ADAWIYAH

Suplementasi imunostimulan Na-alginat dan vitamin C terbukti efektif meningkatkan imunitas udang vaname terhadap patogen pada skala laboratorium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh suplementasi kombinasi Na-alginat *Sargassum* sp. dan vitamin C pada uji lapang terhadap profil hematologi dan *lipid droplet* hepatopankreas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). penelitian ini menggunakan dua perlakuan yaitu pemberian pakan komersil tanpa penambahan apapun (P1) dan Pemberian pakan komersil dengan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan (P2). Penelitian dilakukan di tambak dengan luas 3.500 m<sup>2</sup> dengan padat tebar 100 ekor/m<sup>2</sup>. Pengambilan hemolim dilakukan di DOC 35 dan DOC 50 untuk mengamati *total haemocyte count* (THC), total protein plasma (TPP), dan *lipid droplet* hepatopankreas serta pengecekan kualitas air. Data hasil penelitian yang diperoleh ditabulasi menggunakan Microsoft Excel kemudian dilanjutkan dengan uji T, dan data kualitas air dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian dengan menambahkan suplementasi Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan pada budi daya udang vaname mampu meningkatkan THC pada DOC 50 hingga  $5,99 \times 10^6$  sel/ml, nilai TPP pada DOC 35 hingga 655 mg/ml, dan nilai *lipid droplet* hepatopankreas berkisar 71%-77%. Kesimpulannya adalah pengaplikasian kombinasi Na-alginat dan vitamin C pada udang vaname diharapkan dapat digunakan sebagai imun tubuh terhadap penyakit udang.

**Kata Kunci :** *hematologi, lipid droplet hepatopankreas, Na-alginat, Udang vaname, vitamin C.*

**PROFIL HEMATOLOGI DAN *LIPID DROPLET* HEPATOPANKREAS  
UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) PADA UJI LAPANG  
SUPLEMENTASI KOMBINASI Na-ALGINAT DAN VITAMIN C**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Tuti Adawiyah  
NPM 2014111008**

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

**Pada**

**Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : **PROFIL HEMATOLOGI DAN LIPID DROPLET  
HEPATOPANKREAS UDANG VANAME  
(*Litopenaeus vannamei*) PADA UJI LAPANG  
SUPLEMENTASI KOMBINASI NA-  
ALGINAT DAN VITAMIN C**

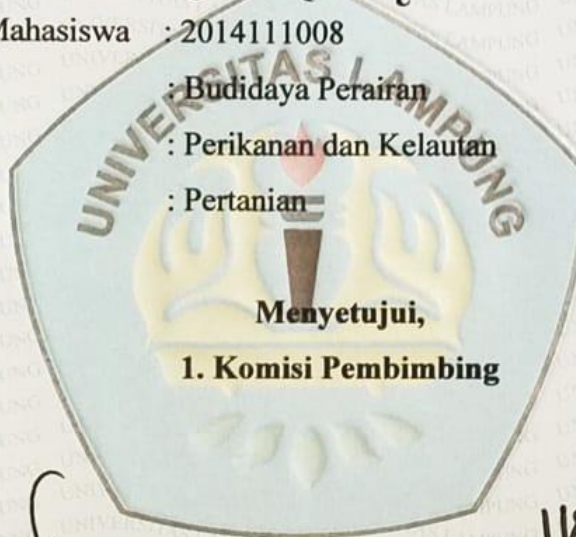
Nama Mahasiswa : **Tuti Adawiyah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014111008**

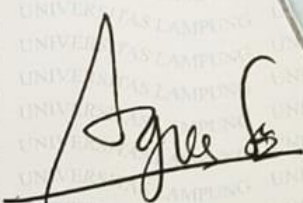
Program Studi : **Budidaya Perairan**

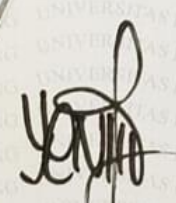
Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**

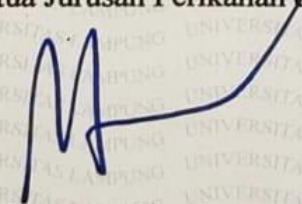


**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.**  
NIP. 19840805 2009121 003

  
**Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 19900318 2019032 026

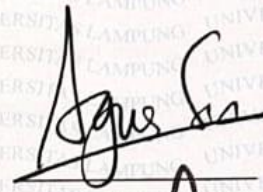
**Mengetahui,**  
**2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

  
**Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.**  
NIP. 198309232006042001

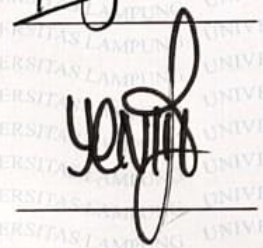
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

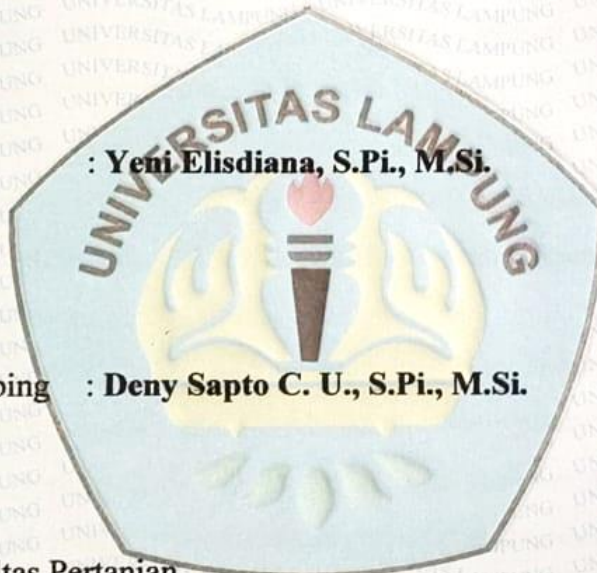
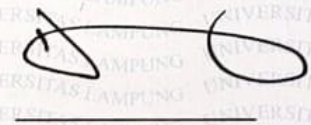
Ketua : **Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.**



Sekretaris : **Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Deny Sapto C. U., S.Pi., M.Si.**



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



**Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP. 19641118 1989021 002

Tanggal lulus ujian skripsi : **18 Desember 2024**

## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 18 Desember 2025  
Yang membuat pernyataan,

**Tuti Adawiyah**  
NPM. 2014111008

## RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Tuti Adawiyah. Lahir pada 17 Januari 2002 di Kotaagung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 4 Kuripan pada tahun 2008-2014, lalu melanjutkan pendidikan menengah di MTS Negeri 1 Tanggamus pada tahun 2014-2017 dan semasa sekolah penulis aktif mengikuti kegiatan ekstrakurikuler pramuka, dan menjadi anggota OSIS. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Kotaagung pada tahun 2017-2020 dan semasa bersekolah penulis aktif mengikuti kegiatan ekstrakurikuler paskibra.

Penulis melanjutkan pendidikan strata-1 (S1) pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui SNMPTN pada tahun 2020. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjalani magang/PKL di Balai Benih Ikan Metro (2022). Penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) Bidang Pengembangan Masyarakat tahun 2022, penulis pernah menjadi Bendahara Pelaksana di acara Gerakan Perubahan Wilayah Pesisir (Gerpalir) tahun 2022 dan menjadi Sekretaris Umum tahun 2023. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Kimia dasar (2022), dan Manajemen Kesehatan Ikan (2023).

Penulis melakukan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Januari-Februari tahun 2023 di Desa Padangdalam, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat. Kemudian pada Agustus-September 2023, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, Jawa Tengah dengan judul “Teknik Pembenihan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara”. Pada Desember

2023-Maret 2024 penulis melaksanakan penelitian di tambak udang PT. Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan dengan judul “Profil Hematologi dan *Lipid Droplet* Hepatopankreas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Uji Lapang Suplementasi Kombinasi Na-alginat dan vitamin C”.

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur hanya kepada Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat, kekuatan, serta karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dengan kerendahan hati, saya persembahkan skripsi ini kepada:

Orangtua saya tercinta yaitu Bapak Bahruddin dan Ibu Maryam yang selalu memberikan doa, dukungan, dan nasihat tak terhingga sehingga menguatkan serta membentuk karakter saya sebagai manusia.

Kakak dan adik-adik saya yaitu Rafika, Een, dan Uun yang selalu mendoakan, serta memberikan dukungan selama ini.

Saya ucapkan terima kasih dan semoga Allah selalu melimpahkan kesehatan, keberkahan, dan rezeki dalam setiap langkah untuk keluarga kita.

Keluarga besar, sahabat, dan teman-teman yang senantiasa hadir dalam setiap langkah perjalanan saya, terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.

&

Almamater tercinta,  
Universitas Lampung.

## **MOTO**

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya".

(Q.S Al Baqarah: 286)

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita”.

(QS. At Taubah: 40)

“Masa depan adalah milik mereka yang percaya akan keindahan mimpi mereka”.

(Eleanor Roosevelt)

## SANWACANA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ **Profil Hematologi dan Lipid Droplet Hepatopankreas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Uji Lapang Suplementasi Kombinasi Na-alginat dan Vitamin C**” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang selalu kita nantikan syafa’atnya di hari akhir nanti. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan skripsi, penulis tidak luput dari banyak sekali bantuan, do’a dan bimbingan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yaitu:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perairan sekaligus sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis selama di perkuliahan.

5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku Penguji Utama yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf administrasi Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan pengalaman hidup kepada penulis selama penulis menjadi mahasiswa.
8. Kedua orang tua saya yaitu Bapak Bahrudin dan Ibu Maryam yang selalu memberikan doa, dukungan, nasihat dan semangat kepada penulis saat penulis dalam keadaan senang maupun susah.
9. Kakak, Adik-adik dan keponakan saya yaitu Rafika Febriyanti, Een Bahriyah, Uun Badriyah dan Alesha Nur Asyifa yang selalu memberikan motivasi, semangat dan memberikan keceriaan kepada penulis.
10. Sahabat penulis yaitu Wahlul, Rika, Petra, Syifa, Nadin, Rafli, Wirayuda, Elba, Adil, Raffi, anggito, Aji, Mirta dan Syamaidzar yang memberikan canda tawa, kebahagiaan dan selalu menemani penulis selama perkuliahan.
11. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan Kabinet Deepa Jatasha atas pengalaman yang luar biasa.
12. Bapak Eri, Bapak Agus, Mas Wahyu dan teman-teman feeder di tambak PT. Puji Dewanto Farm yang telah membantu penulis selama penelitian.
13. Teman – teman Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung Angkatan 2020.

Penulis sadar dalam menyusun skripsi ini masih banyak sekali kekurangan. Kritik serta saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, Maret 2025  
Penulis,

Tuti Adawiyah

## DAFTAR ISI

|                                                                     | Halaman      |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                | <b>ii</b>    |
| <b>SANWACANA .....</b>                                              | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                              | <b>xiv</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                           | <b>xvi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                           | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                        | <b>xviii</b> |
| <br>                                                                |              |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>                                         | <b>1</b>     |
| 1.1 Latar Belakang .....                                            | 1            |
| 1.2 Tujuan.....                                                     | 3            |
| 1.3 Manfaat Penelitian.....                                         | 3            |
| 1.4 Kerangka Penelitian .....                                       | 3            |
| 1.5 Hipotesis .....                                                 | 6            |
| <br>                                                                |              |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                    | <b>8</b>     |
| 2.1 Klasifikasi Udang Vaname.....                                   | 8            |
| 2.2 Morfologi Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....     | 8            |
| 2.3 Siklus Hidup Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) ..... | 9            |
| 2.4 Habitat Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....       | 10           |
| 2.5 Sistem Pertahanan Tubuh Udang .....                             | 10           |
| 2.6 Respon Imun Udang/Krustasea .....                               | 11           |
| 2.7 Immunostimulan.....                                             | 11           |
| 2.8 <i>Sargassum</i> sp.....                                        | 12           |
| 2.9 Na-alginat .....                                                | 13           |
| 2.10 Vitamin C .....                                                | 13           |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.11 <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....        | 14 |
| 2.12 Total Protein Plasma (TPP).....                | 15 |
| 2.13 <i>Lipid Droplet</i> Hepatopankreas .....      | 15 |
| <b>III. METODE PENELITIAN</b> .....                 | 16 |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....                          | 16 |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                            | 16 |
| 3.3 Rancangan Penelitian .....                      | 18 |
| 3.4 Prosedur Penelitian.....                        | 18 |
| 3.4.1 Koleksi Sargasum .....                        | 18 |
| 3.4.2 Ekstraksi Natrium Alginat.....                | 18 |
| 3.4.3 Persiapan Wadah Penelitian dan Hewan Uji..... | 18 |
| 3.4.4 Pembuatan dan Pemberian Pakan Uji .....       | 19 |
| 3.4.5 Pengambilan Sampel Udang .....                | 19 |
| 3.4.6 Pengambilan Hemolim.....                      | 20 |
| 3.5 Parameter yang Diamati .....                    | 20 |
| 3.5.1 <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....       | 20 |
| 3.5.2 Total Protein Plasma (TPP).....               | 21 |
| 3.5.3 <i>Lipid Droplet</i> Hepatopankreas .....     | 21 |
| 3.5.4 Kualitas Air Pemeliharaan .....               | 22 |
| 3.6 Analisis Data .....                             | 22 |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....               | 23 |
| 4.1 <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) .....        | 23 |
| 4.2 Total Protein Plasma (TPP).....                 | 25 |
| 4.3 <i>Lipid Droplet</i> Hepatopankreas .....       | 27 |
| 4.4 Kualitas Air .....                              | 29 |
| <b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....                  | 32 |
| 5.1 Simpulan.....                                   | 32 |
| 5.2 Saran .....                                     | 32 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                         | 33 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                               | 30 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                           | Halaman |
|---------------------------------|---------|
| 1. Alat-alat penelitian .....   | 16      |
| 2. Bahan-bahan penelitian ..... | 17      |
| 3. Kualitas air .....           | 29      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                           | Halaman |
|------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Kerangka pemikiran penelitian .....                           | 5       |
| 2. Morfologi udang vaname .....                                  | 9       |
| 3. Siklus hidup udang vaname .....                               | 10      |
| 4. Morfologi <i>Sargasum</i> sp. ....                            | 12      |
| 5. Pengecekan THC pada <i>hemocytometer</i> .....                | 14      |
| 6. Contoh <i>lipid droplet</i> normal dan tidak normal .....     | 15      |
| 7. Kotak <i>haemocytometer</i> .....                             | 20      |
| 8. Analisis <i>lipid droplet</i> pada web image2go .....         | 21      |
| 9. <i>Total haemocyte count (THC)</i> .....                      | 23      |
| 10. Total protein plasma .....                                   | 25      |
| 11. <i>Lipid droplet</i> hepatopankreas .....                    | 27      |
| 12. Perbedaan <i>lipid droplet</i> normal dan tidak normal ..... | 28      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                                                             | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Pembuatan ekstraksi .....                                         | 40      |
| 2. FR pada pakan udang .....                                         | 41      |
| 3. Dokumentasi penelitian .....                                      | 42      |
| 4. Uji T pada THC, TPP dan <i>lipid droplet</i> hepatopankreas ..... | 44      |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi perikanan terbesar di dunia. Indonesia menjadi negara produsen perikanan dunia di samping China, Peru, USA dan beberapa negara kelautan lainnya (Yhonita, 2020). Salah satu komoditas perikanan yang saat ini banyak dibudidayakan yaitu udang vaname.

Udang vaname merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi (Nugraha *et al.*, 2020). Menurut KKP (2020), jumlah produksi udang nasional per tahun mencapai 800 ribu ton sedangkan kebutuhan dunia mencapai 13-15 juta ton. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) juga menargetkan produksi udang nasional tahun 2024 sebanyak 2 juta ton. Semakin meningkatnya produksi udang vaname sekarang, bukan berarti dalam proses budidaya tidak mengalami hambatan. Ada berbagai faktor yang menyebabkan terhambatnya produksi udang vaname yang harus diperhatikan, salah satunya yaitu serangan penyakit pada udang.

Terdapat beberapa kasus penyakit yang ditemukan di tambak udang antara lain penyakit vibriosis yang disebabkan oleh bakteri vibrio, *taura syndrome* yang disebabkan oleh *taura syndrome virus* (Rafiqie, 2014) dan *white spot disease* yang disebabkan oleh *white spot syndrome virus* (WSSV). Penyakit tersebut sering ditemukan di tambak udang di Lampung Timur. Serangan penyakit pada udang vaname disebabkan karena respon imun yang rendah, jika dibiarkan akan menyebabkan kematian pada udang vaname. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemberian imunostimulan yang efektif dan aman digunakan untuk meningkatkan imunitas pada udang dalam jangka panjang.

Imunostimulan merupakan senyawa kimia, obat atau bahan lain yang dapat meningkatkan respon imun spesifik dan non-spesifik pada ikan (Putri *et al.*, 2013). Imunostimulasi biasa dilakukan dengan pemberian komponen mikrobial seperti  $\beta$ -glukan dan lipopolisakarida (LPS) atau sel bakteri yang telah dimatikan (Ridlo & Pramesti, 2009). Kelemahan dari imunostimulan tersebut adalah harganya relatif mahal, sehingga diperlukan adanya alternatif imunostimulan yang murah dan mudah penanganannya, salah satunya adalah Na-alginat yang berasal dari alga coklat *Sargassum* sp.

*Sargassum* sp. merupakan salah satu jenis alga coklat yang tersebar di Indonesia. *Sargassum* sp. memiliki kandungan senyawa aktif seperti steroida, alkaloida, fenol dan triterpenoid yang berfungsi sebagai anti bakteri, anti virus dan anti jamur (Araujo *et al.*, 2022). Dinding sel *Sargassum* sp. mengandung suatu substrat yang memiliki aktivitas immunomodulator yaitu alginat (Setyawan *et al.*, 2021). Alginat merupakan salah satu polisakarida pada alga coklat yang sudah terbukti memiliki berbagai bioaktivitas pada udang, antara lain sebagai antimikrobia, antioksidan, dan imunostimulan (Isnansetyo *et al.*, 2014). Pemanfaatan alginat *Sargassum* sp. untuk meningkatkan sistem imun sudah cukup banyak digunakan di bidang perikanan. Hasil penelitian Yudiati (2016) menunjukkan bahwa udang vaname yang diberi suplementasi Na- alginat mampu memberikan mekanisme pertahanan yang lebih baik dan proteksi yang lebih maksimal dari serangan WSSV apabila dibandingkan dengan udang yang tidak diberi suplementasi. Menurut Darmawan *et al.* (2023) suplementasi Na-alginat *Sargassum* sp. yang diaplikasikan pada pakan mampu meningkatkan kelangsungan hidup udang vaname yang terinfeksi WSSV. Setyawan *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemberian Na- alginat dan kalsium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung dapat meningkatkan respon imun non-spesifik udang vaname.

Selain pengaplikasian alginat *Sargassum* sp. untuk meningkatkan respon imun non-spesifik udang vaname, penambahan suplemen lainnya juga dapat dilakukan seperti penambahan vitamin C. Penambahan vitamin C pada pakan dapat mengurangi stres atau mengurangi tingkat kematian pada ikan karena vitamin C mampu meningkatkan antibodi (Zulkarnain *et al.*, 2017). Pengaplikasian vitamin C sudah

terbukti dapat meningkatkan sistem imun non-spesifik serta kelulushidupan udang (Darmawan *et al.*, 2023). Penelitian mengenai pemanfaatan alginat *Sargassum* sp. pada sistem imun udang sudah dilakukan di tambak udang, seperti pada hasil penelitian Arina (2023) menunjukkan bahwa pemberian Na-alginat 120 ml/kg pakan pada dapat meningkatkan nilai *total haemocyte count* dan nilai total protein plasma pada udang vaname namun mengalami kerusakan jaringan hepatopankreas. Kemudian pada penelitian Anjarwati (2023) juga menunjukkan bahwa pemberian Na-alginat 120 ml/kg pakan dengan penambahan vitamin dan mineral pada kondisi tertentu dapat meningkatkan nilai *total haemocyte count* pada udang dan memiliki nilai baku yang lebih optimal terhadap profil kualitas air pada kegiatan budidaya udang vaname. Adapun penelitian dalam skala laboratorium yaitu pada penelitian Darmawan *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan Na-alginat 2 g/kg pakan dan vitamin c 0,2 g/kg pakan mampu meningkatkan ketahanan tubuh pada udang vaname yang terinfeksi *white spot syndrome virus* (WSSV) berdasarkan rerata waktu kematian udang yang secara signifikan lebih lama. Pengaplikasian Na-alginat dan vitamin C di tambak udang belum dilakukan, khususnya di Perairan Lampung. Oleh karna itu, perlu adanya uji lapang suplementasi alginat dan vitamin C untuk meningkatkan respon imun udang vaname di tambak.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi kombinasi Na- alginat *Sargassum* sp. dan vitamin C pada uji lapang terhadap profil hematologi dan *lipid droplet* hepatopankreas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

## 1.3 Manfaat Penelitian

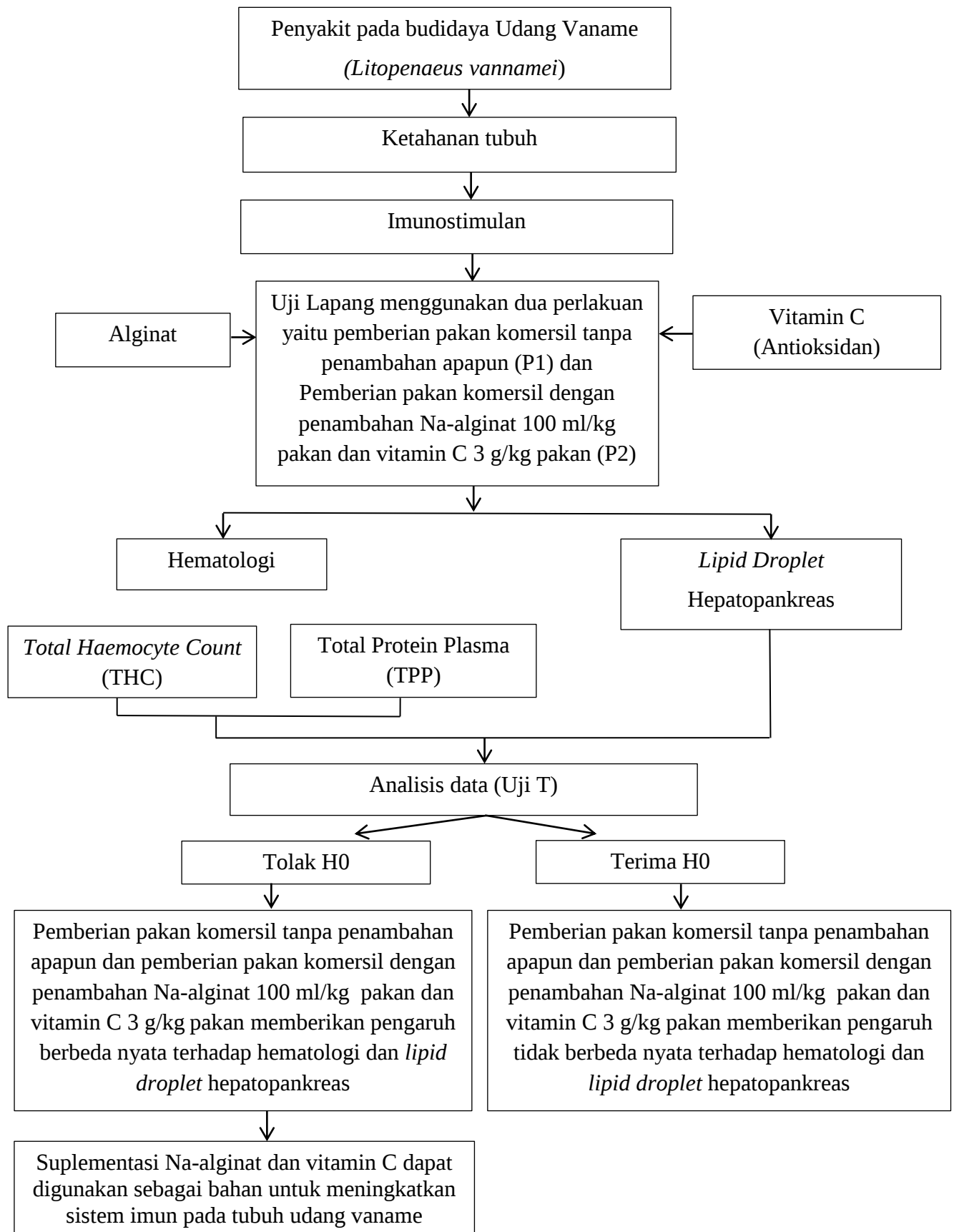
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang pemberian suplementasi kombinasi Na- alginat *Sargassum* sp. dan vitamin C pada uji lapang terhadap profil hematologi dan histologi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

## 1.4 Kerangka Penelitian

Budidaya udang vaname menjadi salah satu komoditas unggul dibidang perikanan dan juga sebagai salah satu produk ekspor yang memiliki peminat dan permintaan

yang banyak. Namun, sering kali terdapat banyak masalah pada budidaya udang vaname, salah satunya yaitu serangan penyakit pada udang yang biasanya serangan dari patogen. Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh beberapa organisme, yaitu bakteri, virus, jamur, dan parasit (Arina, 2023). Serangan penyakit tersebut membuat respon imun pada tubuh udang melemah dan jika terus dibiarkan maka dapat menyebabkan kematian. Permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan upaya pencegahan serangan penyakit dengan meningkatkan sistem imun pada tubuh udang. Sistem imun pada udang pada dasarnya bergantung pada sistem imun non-spesifiknya yang menjadi sistem pertahanan pada udang terhadap infeksi bakteri patogen maupun virus. Salah satu upaya dalam meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang yaitu dengan menggunakan imunostimulan, antibiotik, dan hormon (Khalid, 2021).

Udang vaname yang telah terinfeksi virus tidak dapat disembuhkan sehingga cara yang dapat dilakukan adalah pencegahan sebelum terjadi infeksi. Salah satu upaya untuk mencegah terjadinya infeksi adalah peningkatan sistem pertahanan pada tubuh udang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu penggunaan bahan alami yang sudah terbukti aman digunakan seperti suplemen alginat dan vitamin C. Kombinasi suplemen alginat dan vitamin C yang sudah diuji skala laboratorium yang mampu meningkatkan ketahanan udang terhadap penyakit *white spot disease* yang disebabkan oleh *white spot syndrome virus* (WSSV) (Darmawan *et al.*, 2023). Kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1. Hipotesis Parameter Hematologi

#### a. *Total Haemocyte Count* ( THC)

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  , Perlakuan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan, dan perlakuan tanpa penambahan kedua bahan tersebut dalam pakan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap THC udang vaname.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  , Perlakuan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan, dan perlakuan tanpa penambahan kedua bahan tersebut dalam pakan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap THC udang vaname

#### b. Total Protein Plasma (TPP)

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  , Perlakuan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan, dan perlakuan tanpa penambahan kedua bahan tersebut dalam pakan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap TPP udang vaname.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  , Perlakuan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan, dan perlakuan tanpa penambahan kedua bahan tersebut dalam pakan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap TPP udang vaname

### 2. Hipotesis Parameter *Lipid Droplet* Hepatopankreas

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  , Perlakuan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan, dan perlakuan tanpa penambahan kedua bahan tersebut dalam pakan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap *lipid droplet* hepatopankreas udang vaname.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  , Perlakuan penambahan Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan, dan perlakuan tanpa penambahan kedua bahan tersebut dalam pakan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap *lipid droplet* hepatopankreas udang vaname

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Udang Vaname

Udang vaname adalah salah satu dari jenis udang penaeid pada filum Arthropoda.

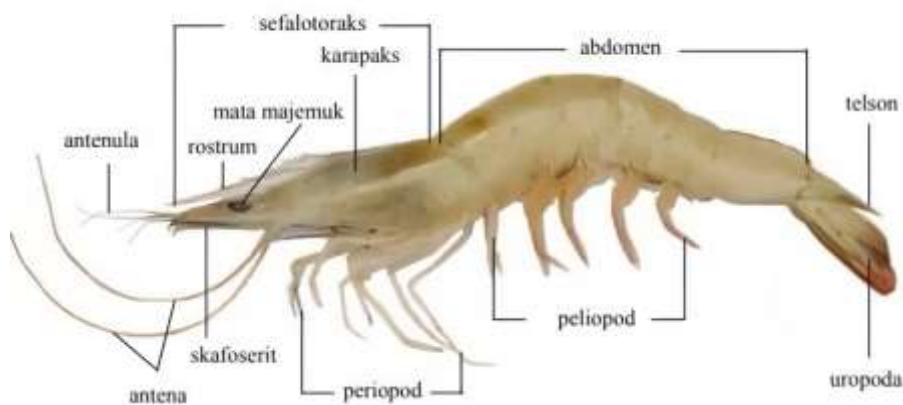
Klasifikasi udang vaname menurut Holthuis (1980) adalah sebagai berikut:

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| Filum       | : Arthropoda                  |
| Kelas       | : Crustasea                   |
| Subkelas    | : Malacostraca                |
| Ordo        | : Decapoda                    |
| Subordo     | : Natantia                    |
| Infraordo   | : Penaeidea                   |
| Superfamili | : Penaeoidea                  |
| Famili      | : Penaeidae                   |
| Genus       | : <i>Penaeus</i>              |
| Subgenus    | : <i>Litopenaeus</i>          |
| Spesies     | : <i>Litopenaeus vannamei</i> |

### 2.2 Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Tubuh udang vaname dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu pada bagian *cephalotorax* yang terdiri dari kepala dan dada, kemudian pada bagian abdomen yang terdiri dari perut dan ekor. Kepala udang vaname oleh lapisan kitin yang terdiri dari *antennulae*, *antenna*, *mandibular*, dan dua pasang *maxillae* yang memiliki fungsi sebagai pelindung. Kepala udang vaname juga dilengkapi dengan 3 pasang maxiliped dan 5 pasang kaki jalan (peripoda) atau kaki 10 (decapoda) (Nadhif, 2016). Abdomen udang vaname terdiri dari 6 segmen. Pada abdomen terdapat 5

pasang kaki renang dan sepasang uropoda (mirip ekor) yang membentuk kipas. Ukuran udang vaname mencapai panjang total 24 cm (betina) dan 20 cm (jantan). Udang vaname memiliki warna tubuh putih dengan bintik kemerahan, transparan (bening), memiliki struktur kulit yang licin dan halus (Kitani, 1994). Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.

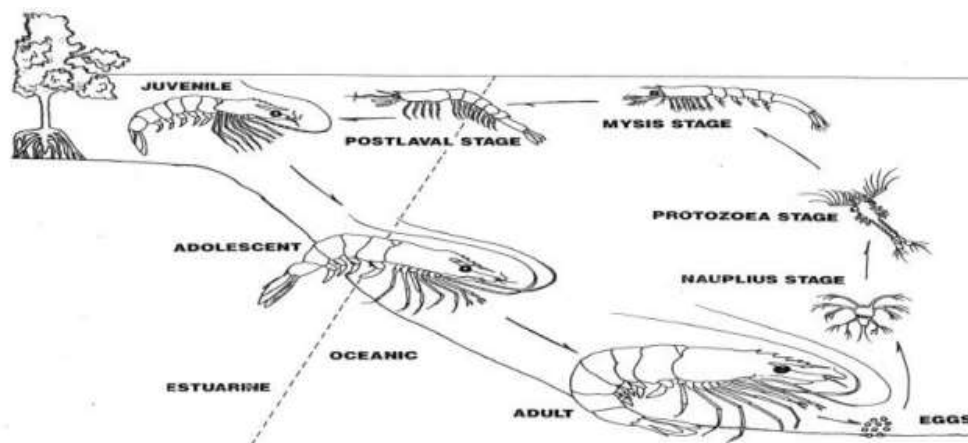


Gambar 2. Morfologi udang vaname

Sumber: Devi (2020).

### 2.3 Siklus Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Siklus hidup udang vaname dimulai dari tahap stadia *naupli*, *zoea*, *mysis* dan *post larva*. Pada tahap *naupli*, larva berukuran 0,32-0,59 mm dengan sistem pencernaannya belum sempurna dan masih memiliki cadangan makanan yaitu kuning telur. *Naupli* kemudian akan *moulting* menjadi *zoea* yang berukuran 1,05-3,30 mm. Pada stadia *zoea* benur sudah bisa diberi makan berupa artemia. Setelah stadia *zoea* meningkat menjadi stadia *mysis* yang dimana benur udang sudah menyerupai bentuk udang kecil. Pada stadia *mysis* diberi makan berupa alga dan zooplankton. Selanjutnya udang mencapai stadia post larva, pada stadia ini udang sudah seperti udang dewasa (Haliman & Adijaya, 2005). Siklus hidup udang vaname dimulai dari tahap stadia *naupli* sampai stadia post larva membutuhkan waktu sekitar 12 hari yang selanjutnya post larva akan berkembang ke tahap juvenil (Arina, 2023). Siklus hidup udang vaname dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus udang vaname

Sumber: Haliman & Adijaya (2005).

## 2.4 Habitat Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Perairan payau dan laut menjadi habitat udang vaname. Udang vaname muda akan berada di perairan payau, sedangkan udang dewasa sering berada di perairan laut. Udang vaname memiliki sifat hidup yang biasa disebut *catadromous*, yang berarti hidup di dua habitat yang berbeda dan saat dewasa berkembang biak dilautan (Nursartika, 2019). Pada habitatnya, umur udang dewasa mencapai 1,5 tahun. Setelah udang betina ganti cangkang, udang dewasa akan berkelompok dan melakukan perkawinan. Habitat asli udang vaname berasal dari Perairan Samudra Pasifik yang kemudian mengalami kemajuan yang pesat dalam pembudidayaannya sehingga menyebar ke Hawaii hingga Asia yaitu pertama kali di Taiwan pada tahun 1990an dan mulai masuk ke Indonesia pada tahun 2001-2002 (Fegan, 2003).

## 2.5 Sistem Pertahanan Tubuh Udang

Udang vaname hanya memiliki sistem kekebalan alami. Sistem kekebalan alami ini bersifat non-spesifik terhadap organisme patogen humoral, fisik dan seluler. Sistem pertahanan non-spesifik merupakan sistem pertahanan yang memberikan respon langsung terhadap berbagai serangan mikroorganisme patogen yang biasanya sering menyerang daya tahan tubuh udang (Asriani, 2022). Pertahanan fisik udang berperan sebagai pertahanan terluar yaitu kulit, sedangkan pertahanan seluler berupa hemosit dan *fixed phagocytes* (sel tidak bergerak yang tersebar pada jantung) (Ekawati *et al.*, 2012). Hemosit berfungsi sebagai sistem imun pertahanan

pada udang yang mampu mematikan agen penyebab infeksi dan dapat berperan penting dalam mengeluarkan partikel asing di rongga darah melalui proses fagositosis dan enkapsulasi (Novriadi, 2015). Untuk mengetahui bahwa hemosit merupakan pertahanan tubuh yang bersifat seluler, dapat dilihat dari kemampuannya dalam aktifitas fagositosis yang dapat meningkat pada kejadian infeksi. Dengan adanya infeksi akan merangsang sistem pertahanan non-spesifik seluler sehingga diharapkan dapat menangkal serangan penyakit. Selain hemosit, parameter pertahanan tubuh non spesifik lainnya yaitu aktifitas fagositosis. Aktifitas fagositosis merupakan salah satu cara yang sangat berperan dalam mengendalikan dan menghancurkan partikel asing, salah satunya dengan cara memakan bakteri. Pertahanan pertama terhadap penyakit udang vaname dilakukan oleh hemosit melalui fagositosis (Surur, 2018).

## 2.6 Respon Imun Udang/Krustasea

Krustase tidak memiliki respon imun spesifik (*adaptive*) dan bergantung pada berbagai respon imun nonspesifik (*innate*). Respon imun nonspesifik terdiri atas respon selular dan respon humoral. Sistem pertahanan seluler meliputi fagositosis sel-sel hemosit, nodulasi dan enkapsulasi. Sistem pertahanan humoral mencakup phenoloksidase (PO), prophenoloksidase (ProPO), lektin dan agglutinin. Sistem pertahanan ini akan aktif ketika menerima rangsangan berupa protein dan karbohidrat seperti lipopolisakarida, peptidoglikan, dan  $\beta$ -glukan (Lin *et al.*, 2013). Melalui proses fagositosis hemosit mengeluarkan partikel asing dalam hemocoel, enkapsulasi dan agregasi nodular. Fagositosis merupakan reaksi yang paling umum dalam pertahanan seluler udang (Endayani, 2019).

## 2.7 Immunostimulan

Imunostimulan merupakan suatu substansi nutrien dan obat yang dapat meningkatkan sistem pertahanan tubuh dan meningkatkan aktivitas komponen sistem imun untuk melawan infeksi dan penyakit (Martinus *et al.*, 2019). Imunostimulan biasa dilakukan dengan pemberian komponen mikroba seperti  $\beta$ -glukan, lipopolisakarida (LPS) atau sel bakteri yang telah dimatikan (Asriani, 2022). Menurut Handoyo (2013), imunostimulan dapat meningkatkan aktivitas makrofag, komplemen, fagosit, limfosit, dan non-spesifik yang mengakibatkan perlawanan dan per-

lindungan terhadap berbagai penyakit. Immunostimulan berhubungan langsung dengan sel sistem imun sehingga membuat sel lebih aktif (Kurniawan *et al.*, 2018). Salah satu immunostimulan yang dapat digunakan dalam dunia perikanan adalah *Sargassum* sp. Menurut Araujo *et al.* (2022) *Sargassum* sp. memiliki kandungan senyawa aktif seperti steroida, alkaloida, fenol dan triterpenoid yang berfungsi sebagai anti bakteri, anti virus dan anti jamur.

## 2.8 *Sargassum* sp.

*Sargassum* sp. merupakan salah satu jenis *phaeophyta* atau alga coklat yang tumbuh di Indonesia. *Sargassum* sp. atau alga coklat berbentuk benang atau lembaran yang menyerupai tumbuhan tinggi seperti akar, batang, dan daun. Habitat alga coklat tumbuh di perairan yang berarus dan ombak dengan kedalaman 0,5-10 m. Alga coklat hidup di perairan yang jernih yang bersubstrat dasar batu karang dan dapat tumbuh subur di daerah tropis (Pakidi & Suwoyo, 2016). *Sargassum* sp. Terdiri dari kurang lebih 400 spesies di dunia. *Sargassum* sp. yang terkenal di Indonesia terdapat sekitar 12 spesies, antara lain *S. duplicatum*, *S. histrix*, *S. echinocarpum*, *S. gracilimum*, *S. obtusifolium*, *S. binderi*, *S. polycystum*, *S. crassifolium*, *S. microphyllum*, *S. aquofillum*, *S. vulgare*, dan *S. polyceratium* (Atmadja *et al.*, 1996).



Gambar 4. Morfologi *Sargassum* sp.

Klasifikasi *Sargassum* sp. alga coklat menurut Atmaja *et al.* (1996) yaitu sebagai berikut :

|         |                |
|---------|----------------|
| Kingdom | : Chromista    |
| Filum   | : Ochrophyta   |
| Kelas   | : Phaeophyceae |

|         |                        |
|---------|------------------------|
| Ordo    | : Fucales              |
| Famili  | : Saegassaceae         |
| Genus   | : <i>Sargassum</i>     |
| Spesies | : <i>Sargassum</i> sp. |

Ciri-ciri umum *Sargassum* sp. ini adalah bentuk talus umumnya silindris atau gepeng, cabangnya rimbun menyerupai pohon di darat, bentuk daun melebar, oval, atau seperti pedang, memiliki gembung udara (*bladder*), berukuran 3-7 m dengan warna thallus umumnya coklat (Pamungkas *et al.*, 2013). Kandungan dari alga coklat terdiri dari senyawa alkaloid, glikosida, tanin, dan steroid yang banyak dimanfaatkan pada bidang farmasi (Romadhon, 2023). Terdapat juga kandungan lain pada alga coklat seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral serta mengandung komponen bioaktif seperti fenolik, pigmen alami, polisakarida sulfat, dan serat (Erniati *et al.*, 2016).

## 2.9 Na-alginat

Alginat merupakan salah satu jenis polisakarida yang terdapat dalam dinding sel *Phaeophyceae* dengan kadar mencapai 40% dari total berat kering, alginat juga berperan penting dalam mempertahankan struktur jaringan sel alga (Rasyid, 2010). Kandungan polisakarida tersebut dapat mengaktifkan respon imun non-spesifik pada udang putih (Santos *et al.*, 2019). Alginat merupakan garam dari asam alginat yang tersusun pada asam D-mannuronat dan asam L-guluronat serta asam alginat memiliki kandungan ion natrium, kalsium, kalium, dan natrium alginat (Gayo, 2016). Alginat memiliki molekul yang sangat tinggi sehingga mudah menyerap air. Alginat merupakan zat yang berasal dari ekstraksi *Sargassum* sp. Natrium alginat dapat digunakan sebagai imunostimulan karena terbukti dapat meningkatkan respon imun udang (Santos *et al.*, 2019).

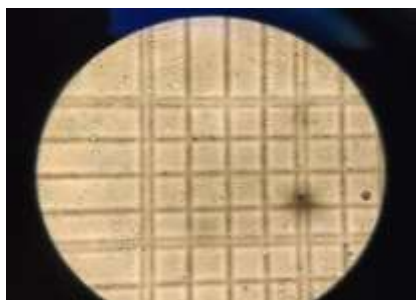
## 2.10 Vitamin C

Vitamin C merupakan vitamin yang mudah diserap oleh saluran pencernaan serta memiliki banyak fungsi, salah satunya yaitu sebagai katalisator yang berfungsi untuk mempercepat reaksi yang akan terjadi pada tubuh (Kursistiyanto *et al.*, 2013). Fungsi lain pada vitamin C adalah sebagai antioksidan yang dapat melindungi

asam lemak agar tidak dapat teroksidasi dan dapat melancarkan metabolisme tubuh sehingga baik bagi pertumbuhan. Vitamin C pada juvenil udang windu berperan untuk meningkatkan pertumbuhan, kelangsungan hidup, efisiensi pakan, molting, ketahanan terhadap stress dan respon imun (Rahayu, 2019). Menurut Alfisha *et al.* (2020), vitamin C berfungsi sebagai penunjang dalam pertumbuhan, mengurangi tingkat stres serta dapat mempercepat penyembuhan luka pada ikan. Pada penelitiannya juga menunjukkan bahwa pemberian vitamin C pada benih ikan gabus dapat berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan ikan gabus. Pemberian vitamin C pada udang juga dapat menghasilkan tingkat sintasan larva udang galah yang lebih tinggi (Akbar, 2013). Kekurangan vitamin C dapat ditandai dengan rendahnya pakan, frekuensi molting berkurang, mudah stres dan kematian yang tinggi (Sunarto *et al.*, 2008).

### 2.11 Total Haemocyte Count (THC)

*Total haemocyte count* (THC) merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya stres pada udang. Menurut Sahoo *et al.* (2007) hemosit merupakan salah satu sistem pertahanan pada udang vaname yang bertanggung jawab terhadap fagositosis, nodulasi dan enkapsulasi. Jumlah hemosit menentukan tingkat kekebalan tubuh udang terhadap serangan penyakit. Ketika terjadi infeksi hemolim akan bermigrasi ke daerah yang terinfeksi sehingga terjadi penurunan jumlah THC. Semua jenis sel hemosit dapat melakukan aktivitas fagositosis, namun umumnya sel hyalin memiliki peran lebih aktif dalam aktivitas fagositosis. Pada proses fagositosis, sel hyalin akan menelan dan menghancurkan patogen dan partikel asing yang masuk ke dalam tubuh udang (Darwanti *et al.*, 2016). Contoh pengecekan THC pada *hemocytometer* dapat dilihat pada Gambar 5.



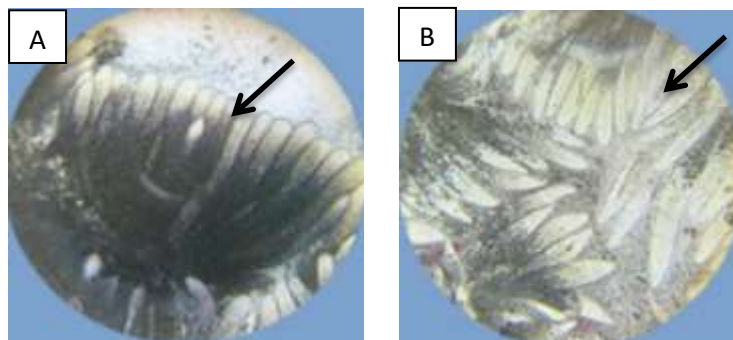
Gambar 5. Pengecekan THC pada *hemocytometer*

### 2.12 Total Protein Plasma (TPP)

Total protein plasma dapat didefinisikan sebagai jumlah total protein yang terdapat dalam plasma darah yang meliputi albumin, fibrinogen, dan globulin (Hastuti, 2012). Protein plasma pada hemolim udang berperan penting dalam sistem imun udang yaitu sebagai aglutinasi (*clotting*) dan menghasilkan protein-protein pengenalan terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh udang yaitu lektin (Setyawan *et al.*, 2024). Menurut Van de Braak *et al.* (2002) peningkatan total protein plasma dapat terjadi karena bahan imunostimulan yang terdapat pada Na-Alginat *Sargassum* sp. masuk ke dalam tubuh udang sehingga akan merangsang hemosit melakukan degranulasi dan melepaskan protein untuk respon imun.

### 2.13 Lipid Droplet Hepatopankreas

*Lipid droplet* adalah cadangan lemak pada udang yang terdapat pada hepatopankreas yang berfungsi sebagai sumber energi. Kadar lemak yang tersimpan dalam hepatopankreas biasa disebut sebagai vakuola lemak atau droplet. Droplet dicirikan seperti gelembung-gelembung kecil padat yang terdapat pada tubulus. Udang yang sehat memiliki pencernaan yang baik yang dilihat dari hepatopankreas yang dipenuhi oleh droplet sedangkan hepatopankreas yang tidak dipenuhi droplet menunjukkan bahwa pencernaan udang tidak sehat. Perbedaan *lipid droplet* normal dan abnormal dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. (A) *lipid droplet* normal, (B) *lipid droplet* tidak normal  
Sumber: Grobest (2019)

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2024, bertempat di Tambak udang PT Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Alat-alat penelitian yang digunakan

| No. | Alat              | Spesifikasi                                        | Kegunaan                                             |
|-----|-------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1.  | Grinder           | 1 unit                                             | Alat pencacah <i>Sargassum</i> sp.                   |
| 2.  | Drum              | Stainlees, 100 L                                   | Sebagai wadah untuk merebus <i>Sargassum</i> sp.     |
| 3.  | Kompor tungku     | Tanah, 1 unit                                      | Alat untuk merebus <i>Sargassum</i> sp.              |
| 4.  | Pengaduk          | Kayu, 50 cm                                        | Untuk mengaduk ekstrak <i>Sargassum</i> sp.          |
| 5.  | Timbangan digital | NANKAI, 1 unit                                     | Untuk menimbang bahan                                |
| 6.  | Ember 60 L        | Plastik, 60 L                                      | Sebagai wadah ekstrak                                |
| 7.  | Termometer        | Gea medical, Indonesia                             | Sebagai alat pengukur suhu                           |
| 8.  | Kain belacu       | 50x50 cm                                           | Untuk menyaring ekstrak                              |
| 9.  | Gelas ukur        | Iwaki, Jepang, (Vol, 500 ml)                       | Sebagai alat untuk menakar larutan                   |
| 10. | pH meter          | ATC, 009 (I)A                                      | Sebagai alat untuk mengetahui Larutan asam atau basa |
| 11. | Mikroskop         | Leica, Germany                                     | Untuk mengamati sampel                               |
| 12. | DO meter          | YSI Pro20i, 607130 USA                             | Untuk mengukur kadar oksigen terlarut di dalam air   |
| 13. | Mikropipet        | Socorex, Swiss                                     | Untuk memindahkan larutan                            |
| 14. | Pipet tetes       | Iwaki pires                                        | Untuk meneteskan larutan                             |
| 15. | Microplate        | Thermo 96- Well microplate, USA Elektromag M 60-40 | Sebagai wadah untuk uji total protein plasma (TPP)   |

Tabel 1. Alat-alat penelitian yang digunakan (lanjutan)

| No. | Alat                | Spesifikasi                        | Kegunaan                                            |
|-----|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 16. | <i>Syringe</i> 1 ml | One med, ukuran 26                 | Alat untuk mengambil hemolymph                      |
| 17. | <i>Freezer</i>      | LG GNB200SQBB                      | Untuk menyimpan sampel                              |
| 18. | Kaca preparat       | Sail Bran 7101, China              | Untuk meletakkan sampel atau preparat               |
| 19. | <i>Cover glass</i>  | Sail Brand                         | Untuk pengecekan sampel THC                         |
| 20. | Hemositometer       | Qiujing                            | Untuk mengamati darah pada uji THC                  |
| 21. | <i>Microtube</i>    | Onemed, 1,5 ml                     | Untuk menyimpan hemolymph                           |
| 22. | <i>Cool box</i>     | Lion star                          | Tempat penyimpanan Microtube yang berisikan hemolim |
| 23. | <i>Vortex</i>       | Scientific Industries, USA One med | Alat untuk menghomogenkan larutan                   |
| 24. | ELISA Reader        | 1 unit, BBPBL Lampung              | Untuk menganalisis uji TPP                          |

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian yang digunakan

| No  | Bahan                                       | Spesifikasi                              | Kegunaan                            |
|-----|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.  | Udang vaname                                | PL 11                                    | Hewan uji                           |
| 2.  | <i>Sargassum</i> sp.                        | Pantai Bengkunt, Pesisir Barat           | Bahan utama penghasil alginate      |
| 3.  | Vitamin C                                   | Aqua C fish plus Elanco                  | Bahan uji tambahan                  |
| 4.  | Pakan komersil                              | Irawan 682 PV, PT. Centra Proteina Prima | Sebagai pakan untuk hewan uji       |
| 5.  | HCl 1% dan 10 %                             | HCl 32%, PT.Cahaya Agung Makmur Mandiri  | Sebagai tahap maserasi              |
| 6.  | KCL 0,13 M                                  | KCl 99%, K+S PT.                         | Sebagai bahan pemucatan             |
| 7.  | Soda ASH (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) | Ansac                                    | Digunakan untuk mendapatkan ekstrak |
| 8.  | Soda api (NaOH)                             | Tjiwi Kimia                              | Untuk menetralkan larutan           |
| 9.  | Air                                         | Sumur bor                                | Untuk mencuci <i>Sargassum</i> sp.  |
| 10. | Na Citrate 3,8%                             | PT. Segara Husada Mandiri                | Sebagai pencegah pembekuan hemolim  |
| 11. | <i>Bovine Serum Albumin</i>                 | Sigma-Aldrich, USA                       | Digunakan sebagai standar uji TPP   |
| 12. | <i>Reagen Bradford</i>                      | Merck Protein (Brandford Method) Reagent | Untuk pengujian TPP                 |

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksploratif yang menggunakan 2 perlakuan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

P1 : Pemberian pakan komersil tanpa penambahan Na-Alginat dan vitamin C.

P2 : Pemberian pakan komersil dengan penambahan Na-Alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Koleksi Sargassum

Sampel *Sargassum* sp. berasal dari sekitar perairan lampung yaitu di Pantai Bengkunt, Pesisir Barat dan dari Tambak udang PT Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan. *Sargassum* sp. yang sudah tersedia dalam keadaan sudah siap dicuci bersih kemudian dikeringkan.

#### 3.4.2 Ekstraksi Natrium Alginat

*Sargassum* sp. yang sudah kering kemudian digiling sampai halus lalu direndam dengan menggunakan HCl 1% selama 1 jam. Kemudian dibilas dengan menggunakan air mengalir. Lalu *Sargassum* sp. direbus sebanyak 2 kg menggunakan wadah yang berisi air tawar sebanyak 60 L yang sudah dicampur dengan soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) sebanyak 1,2 kg selama 1 jam pada suhu 60°C. Setelah direbus, *Sargassum* sp. disaring dengan menggunakan kain blacu untuk memisahkan antara ekstrak dan padatan. Kemudian larutan ekstrak dipucatkan dengan ditambahkan larutan KCl sebanyak 750 mL dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya ekstrak tersebut ditambahkan larutan HCl 10% sebanyak 1,25 l sampai pH 2-3 dan didiamkan selama 30 menit. Setelah pH mencapai 2-3, ekstrak dinetralkan dengan menggunakan larutan soda api (NaOH) sebanyak 120 g sampai pH mencapai 7. Ekstrak siap dipakai.

#### 3.4.3 Persiapan Wadah Penelitian dan Hewan Uji

Penelitian ini menggunakan jenis kolam beton yang memiliki ukuran 3.500 m<sup>2</sup>. Sebelum tambak udang digunakan dan diisi air, tambak harus dibersihkan dan disterilkan terlebih dahulu untuk menghilangkan zat berbahaya yang masih me-

nempel di kolam. Setelah dibersihkan, tambak diisi dengan air laut yang berasal dari tandon yang sudah tersedia. Sistem aerasi di tambak menggunakan kincir yang berguna untuk menyuplai oksigen ke kolam tambak bagi kelangsungan hidup udang vaname. Udang yang digunakan pada penelitian ini yaitu udang PL 11 yang ditebar sebanyak 350.000 ekor dengan padat tebar 100 ekor/m<sup>2</sup>. Benih udang didapatkan dari *Hatchery Ayen*. Sebelum dilakukan penebaran udang, terlebih dahulu dilakukan proses aklimatisasi agar udang dapat menyesuaikan suhu air di tambak.

#### **3.4.4 Pembuatan dan Pemberian Pakan Uji**

Pada penelitian ini, pakan yang digunakan yaitu pakan komersil merk dagang Irawan 682 PV. Pakan komersil tersebut dicampurkan dengan ekstrak Na-alginat *Sargassum* sp. sebanyak 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan dengan cara vitamin C yang berbentuk serbuk dicampurkan dengan larutan Na-alginat, kemudian larutan Na-alginat dan vitamin C dicampurkan pada pakan komersil sampai tercampur merata. Pemberian pakan dilakukan pada umur yang berbeda. Udang yang berumur 1-7 hari diberi pakan sebanyak 3 kali sehari yaitu di pukul 07.00, 11.00 dan 15.00 WIB. Kemudian ketika udang sudah berumur 8-14 hari diberi pakan sebanyak 4 kali dalam sehari yaitu pukul 07.00, 11.00, 15.00 dan 19.00 WIB. Setelah udang berumur 1 bulan diberi pakan sebanyak 5 kali sehari yaitu dipukul 07.00, 11.00, 15.00, 19.00 dan 23.00 WIB. Pemberian pakan perlahan dilakukan selama 50 hari.

#### **3.4.5 Pengambilan Sampel Udang**

Pada penelitian ini, pengambilan sampel udang dilakukan uji coba sebanyak 2 kali yaitu pada DOC ke-35 dan hari ke-50. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan anco dan setiap anco diambil sampel sebanyak 6 ekor udang. Sampel udang diambil pada anco kemudian diletakkan di bak atau wadah yang berisikan air tambak. Pengambilan sampel udang bertujuan untuk mengambil hemolim yang diperlukan untuk penelitian.

### 3.4.6 Pengambilan Hemolim

Pengambilan hemolim dilakukan dengan menggunakan *syringe* ukuran 1 ml. Sebelum pengambilan hemolim, jarum dibilas dengan menggunakan larutan anti-koagulan (Na Sitrat 3,8%). Kemudian hemolim diambil sebanyak 0,2 ml dari sinus ventral pada pangkal ruas tubuh pertama. Lalu hemolim dimasukkan ke dalam *microtube* yang sudah diberikan larutan antikoagulan (Na Sitrat 3,8%).

### 3.5 Parameter yang Diamati

Adapun parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu *total haemocyte count* (THC), total protein plasma (TPP), *lipid droplet* pada hepatopankreas, dan kualitas air pemeliharaan yang terdiri dari suhu, DO, salinitas, dan pH.

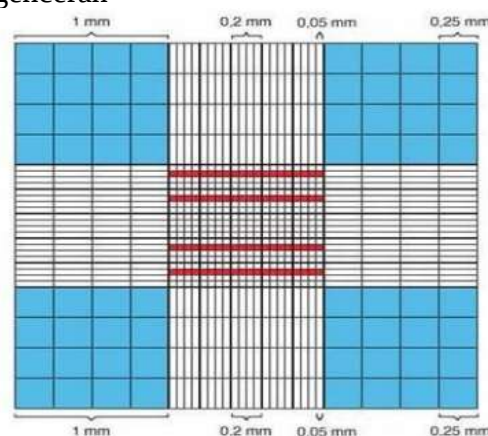
#### 3.5.1 Total Haemocyte Count (THC)

Perhitungan *total haemocyte count* (THC) dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Arina, 2023). Hemolim (10  $\mu$ l) yang sudah tersedia diambil menggunakan mikropipet kemudian diletakkan di atas permukaan *hemocytometer* pada bilik tengah dan diamati menggunakan mikroskop pada perbesaran 100x. Perhitungan nilai *total haemocyte count* (THC) dilakukan dengan prosedur Campa Courdova *et al.* (2002) dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{THC} = \sum \text{sel} \times \frac{1}{\text{Vol. dihitng}} \times \text{FP}$$

Keterangan :

FP : Faktor Pengenceran



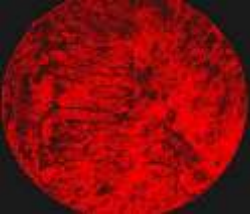
Gambar 7. Kotak pada *haemochytometer*  
Sumber : Riana (2020)

### 3.5.2 Total Protein Plasma (TPP)

Perhitungan total protein plasma (TPP) yaitu dilakukan dengan cara hemolim (15  $\mu$ l) disentrifuge 3.500 rpm selama 10 menit. Setelah disentrifuge, diambil supernatan sebanyak 5  $\mu$ l pada *microplate* yang ditambahkan 250  $\mu$ l *reagen bradfor* dan diinkubasi selama 10 menit. Kemudian setiap sampel diukur absorbansinya dengan menggunakan *microplate* reader dengan panjang gelombang 630 nm. Standar kadar protein dibuat dengan menggunakan *bovine serum albumin* (BSA) pada konsentrasi yang berbeda (0; 50; 150 dan 200 mg/ml).

### 3.5.3 Lipid Droplet Hepatopankreas

Pengamatan *lipid droplet* dilakukan dengan cara membedah pada bagian kepala hingga dua ruas perut udang vaname. Setelah dibedah, hepatopankreas diambil dan diletakkan di kaca preparat kemudian ditutup dengan kaca preparat yang baru lalu diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40-100x. *Lipid droplet* diamati berdasarkan bentuknya. Kriteria *lipid droplet* yang baik yaitu *lipid droplet* memenuhi ruang tubulus dan ujung tubulus berbentuk bulat. Hasil dari pengamatan *lipid droplet* dianalisis pada web <https://www.img2go.com/id/result#j=063e-1a4d-5e89-40b0-aff0-820c73985c45> yang dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.

|  | File Pertama         | File Kedua                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|
|                                                                                     | Nama                 | WhatsApp Image 2024-12-01 at 07.37.39 (1).jpeg |
|                                                                                     | Ukuran               | 519.96 KB                                      |
|                                                                                     | Tinggi               | 1600px                                         |
|                                                                                     | Lebar                | 1600px                                         |
|                                                                                     | Jenis File           |                                                |
| Metode                                                                              | Absolute Error Count |                                                |
| Semua                                                                               | 1.8199e+06           |                                                |
| Biru                                                                                | 1.8131e+06           |                                                |
| Hijau                                                                               | 1.81285e+06          |                                                |
| Merah                                                                               | 1.81143e+06          |                                                |
| Percentage Difference                                                               | 71.09%               |                                                |

Gambar 8. Analisis *lipid droplet* pada web image2go.

#### **3.5.4 Kualitas Air Pemeliharaan**

Pengukuran kualitas air pemeliharaan udang meliputi suhu, pH, Salinitas dan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO). Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari yaitu pada pagi di jam 07.00 WIB dan sore hari di jam 16.00 WIB.

#### **3.6 Analisis Data**

Data hasil penelitian yang diperoleh meliputi *total haemocyte count* (THC), total protein plasma (TTP) dan *lipid droplet* hepatopankreas ditabulasi menggunakan Microsoft excel kemudian dilanjut dengan uji T pada SPSS versi 24 sedangkan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Suplementasi Na-alginat 100 ml/kg pakan dan vitamin C 3 g/kg pakan pada DOC 50 memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap nilai THC hingga sebesar  $5,99 \times 10^6$  sel/ml, nilai TPP pada DOC 35 memberikan pengaruh berbeda nyata hingga sebesar 655 mg/ml, dan *lipid droplet* hepatopankreas pada DOC 35 dan DOC 50 memberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan nilai 71%-77%.

### **5.2 Saran**

Pemberian Suplementasi Na-alginat dan vitamin C pada pakan dapat meningkatkan respon imun pada tubuh udang vaname. Namun, diperlukan adanya peningkatan dosis Na-alginat dan vitamin C agar lebih efektif digunakan untuk meningkatkan sistem imun pada tubuh udang vaname.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, H.A., Abebe, A., & Boyd, C.E. 2018. Influence of variation in water temperature on survival, growth and yield of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in inland ponds for low salinity culture. *Aquaculture Research*, 50 (2): 658-672.
- Aditya, B.P., Sunaryo, & Djunaedi, A. 2012. Pemberian pellet dengan ukuran berbeda terhadap pertumbuhan kepiting bakau (*Scylla serrata*) Forskal, 1755). *Journal of Marine Research*, 1(1) : 146 – 152.
- Alfisha, H. T., Syakirin, B. M., Mardiana, Y. T., Linayati, & Madusari, D. B. 2020. Penambahan vitamin c pada pakan buatan terhadap pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 18(2): 168-174.
- Akbar, A. A. 2013. Pengaruh pemberian vitamin C pada media pemeliharaan terhadap perkembangan dan sintasan larva udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Jurnal Akuakultur*, 11(2): 127-131.
- Anjarwati. 2023. *Evaluasi Hemosit Total Udang Vaname Litopenaeus vannamei (Boone,1931) dan Profil Kualitas Air Tambak Pada Uji Lapang Suplementasi Alginat Sargassum sp.* (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Araujo, D. B. F., Sunadji, & Jasmanindar, Y. 2022. Pemberian *Sargasum* sp. terhadap parameter imun dan kelulushidupan ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Marikultur*, 4(2): 1-14.
- Arcos, F.G., Ibarra, M.A., VazquezBoucard, C., Palacios, E., & Rocotta, S.I., 2003. Haemolymph metabolic variables in relation to eyestalk ablation and gonad development of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* Boone. *Aquaculture Research*, 34(1): 749-755.
- Arina, C. 2023. *Profil Hematologi dan Histologi Udang Vaname Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) Dalam Uji Lapang Suplementasi Imunostimulan alginat Sargassum sp.* (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 36 hlm.

- Asriani. 2022. *Studi Respon Imun Udang Vaname (Penaeus vannamei, Boone, 1931) yang Diinjeksi Dengan Ekstrak Alga Merah Halymenia durvillei*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 63 hlm.
- Atmadja, W. S., Kadi, A., Sulistijo, & Satari, R. 1996. Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. *Puslitbang Oseanologi LIPI*, Jakarta. 191 hlm.
- Bere, G. M. M., Tangguda, S., & Amalo, P. 2023. Pengecekan kesehatan larva secara mikroskopis dalam upaya pengendalian hama dan penyakit pada benur udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Fisheries*, 5(2): 40-46.
- Berger, J., & Jarcova, M. 2012. Phagocytosis of insect haemocytes as a new alternative model. *Journal of Applied Biomedicine*, 10: 35-40.
- Boyd, C.E., Massaut, L., & Weddig, L.J. 1998. Towards reducing environmental impacts of pond aquaculture. *Info Fish International*, 2(98): 27-33.
- Campa-Courdova, I.A., Hernandez-Saavendra, Y. N., Philippis, D. R., & Ascecio, F. 2002. Generation of superoxide anion and SOD activity in haemocytes and muscle of american white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as a response to beta-glucan and respiratory burst activity of turbot phagocytes. *Aquaculture*, 20(229):67-78.
- Darmawan, M., Setyawan, A., Juliasih, N. L. G., & Fidyandini, H. P. 2023. Efektivitas perlindungan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan suplementasi natrium alginat *Sargassum* sp. dari Perairan Lampung dan kombinasi dengan vitamin C. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(1): 11-22.
- Darwantin, K., Sidik, R., & Mahasri, G. 2016. Efisiensi penggunaan imunostimulan dalam pakan terhadap laju pertumbuhan, respon imun dan kelulus-hidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2): 123–140.
- Ekawati, A. W., Nursyam, H., Widjayanto, E., & Marsoedi, M. 2012. Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan meningkatkan respon imun seluler udang windu (*Penaeus monodon fab.*). *The Journal Of Eksperimental Life Science*, 2(1): 20-28.
- Endayani. 2019. *Respon Imun Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) (Boone, 1931) Dalam System Bioflok Yang Dikombinasi Dengan Probiotik Bacillus Sp. D2.2 Terhadap Inveksi Bakteri Vibrio harveyi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 70 hlm.

- Erniati., Zakaria, F. R., Prangdimurti, E., & Adawiyah, D. R. 2016. Seaweed potential: bioactive compounds studies and its utilization as a functional food product. *Aquatic Sciences Jurnal*, 3(1): 12-17.
- Fegan, D. F. 2003. *Budidaya Udang Vannamei di Asia*. Gold Coin Indonesia Specialities. Jakarta. 57 hlm.
- Gayo, C. D. 2016. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Natrium Alginat terhadap Efisiensi Penerapan Mikrokapsul Minyak Biji Jinten Hitam (Nigella sativa L.)*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 86 hlm.
- Grobest. 2019. *Prosedur Monitoring Kesehatan Udang*. Tangerang. 14 hlm.
- Haliman, R.W., & Adijaya, D. 2005. *Udang Vannamei, Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 hlm.
- Handoyo. 2013. *Pengaruh Pemberian Cpg DNA Terhadap Sistem Kekebalan Tubuh Udang Windu (Penaeus monodon fibricus) dan Ketahanannya Terhadap Serangan Bakteri Vibrio harveyi*. (Tesis). Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hastuti, D. S. 2012. Suplementasi  $\beta$ -glucan dari ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam pakan terhadap aktivitas fagositosis, aktivitas NBT, total protein plasma dan aktivitas aglutinasi darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Depik*, 1(3): 149-155.
- 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.
- Iriani, D. 2004. *Evaluasi Kesesuaian Lahan Pesisir Untuk Pengembangan Budidaya Tambak di Kabupaten Purworejo*. (Tesis). Universitas Diponegoro, Semarang. 87 hlm.
- Khalid, I. 2021. *Suplementasi Asam Alginat Padina sp. dari Perairan Lampung untuk Meningkatkan Respon Imun Nonspesifik Udang Vaname Litopenaeus vannamei. (Boone,1931)*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 54 hlm.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. Menteri Edhy : Pantai Selatan Jawa Berpotensi Jadi Sentra Budidaya Udang. <https://kkp.go.id/artikel/20632-menteri-edhy-pantaiselatan-jawa-berpotensi-jadi-sentra-budidaya-udang>. Diakses tanggal 05 Januari 2024.

- Kitani, H. 1994. Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus* in the Pacific Coast of Central America. *Fisheries Science*, 60 (30): 243-247.
- 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): 739-750.
- Kursistiyanto, N., Anggoro, S. & Suminto. 2013. Penambahan vitamin C pada pakan dan pengaruhnya terhadap respon osmotik, efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan nila gesit (*Oreochromis sp.*) pada media dengan osmolaritas berbeda. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(2): 66–75.
- Mudiarti, L., Setiyowati, D., Kursistiyanto, N., & Alimun, N. 2023. Pengaruh penambahan alginate dalam pakan terhadap performa pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Media Akuatika*, 8 (1): 13-19.
- Munawwaroh, A. 2017. Analisis protein pada insang udang *Macrobrachium sintangense* (de Man) akibat perlakuan salinitas yang berbeda. *Edubiotik*, 2(1): 7-12.
- Nadhif, M. 2016. *Pengaruh Pemberian Probiotik Pada Pakan Dalam Berbagai Konsentrasi Terhadap Konsentrasi Dan Mortalitas Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)* (Skripsi). Universitas Airlangga. Surabaya. 97 hlm.
- Novriadi, R. 2015. *Meneropong Sistem Kekebalan Tubuh Udang*. Trobos Aqua. Edisi 32. Jakarta. 55 hlm
- Nugraha, A. M. I., Desnanjaya, N. M. G. I., Serilloho, L. G., & Siregar, S. J. 2020. Perancangan sistem hibrid PLTS dan generator sebagai catu daya tambahan pada tambak udang vaname : studi kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(1): 121-125.
- Nursantika. 2019. *Manajemen Pemberian Pakan Larva Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Di PT. Central Pertiwi Bahari Takalar*. (Skripsi). Politeknik Pertanian Negeri Tangkep. Sulawesi Selatan. 38 hlm.
- Oktaviana, A., & Febriani, D. 2019. Jumlah hemosit total pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberikan tambahan tepung batang pisang pada pakan. *Jurnal Perikanan*, 9(2): 188-193.

- Pakidi, S. C., & Suwoyo, S. H. 2016. Potensi dan pemanfaatan alga coklat *Sargassum* sp. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 6 (1) : 551-562.
- Pamungkas, T. A., Ridlo, A., & Sunaryo. 2013. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kualitas natrium alginat rumput laut *Sargassum* sp. *Journal of Marine Research*, 2(3): 78-84.
- Putri, M. F., Sarjito, & Suminto. 2013. Pengaruh penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan buatan terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(1): 102-112.
- Rafiqie, M. 2014. Penyakit udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak PT. Tanjung Bejo Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 5(1): 20-24.
- Rahayu, M. 2019. *Pengaruh Penambahan Vitamin C Dalam Pakan Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Udang Galah (Macrobachium rosenbergii) pada Sistem Resirkulasi*. (Skripsi). Universitas Riau. Pekanbaru. 22 hlm.
- Rasyid, A. 2010. Ekstraksi natrium alginate dari alga coklat *Sargassum echinocarpum*. *Oseonografi dan Limnologi di Indonesia*. 36 (3): 393-400.
- Riana. 2020. *Peningkatan Respon Imun B nonspesifik Udang Vaname Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) Dengan Suplementasi Pakan Natrium Alginat Sargassum sp. Dari Pantai Biha Pesisir Barat Lampung*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 79 hlm.
- Ridlo, A., & Pramesti, R. 2009. Aplikasi ekstrak rumput laut sebagai agen imunostimulan sistem pertahanan non spesifik pada udang vaname (*Litopennaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu Kelautan*, 14(3): 133-137.
- Romadhon, F. M. 2023. *Uji Konsistensi Struktur dan Sifat Natrium Alginat Sargassum sp. dengan Waktu Penyimpanan Berbeda serta Pengaruh Bioaktivitas dan Keamanan Terhadap Udang Vaname (Litopenaues vannamei)*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 43 hlm.
- Sahoo, P. K., Pillai, R. B., Mohanty, J., Kumari, J., Mohanty, S., & Mishra K.B. 2007. In vivo humoral and cellular reaction, and fate of injected bacteria *Aeromonas hydrophila* in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish and Shellfish Immunology*, 23(2):327-340.

- Sahrijanna, A., & Septiningsih, E. 2017. Variasi waktu kualitas air pada tambak budidaya udang dengan teknologi integrated multitrophic aquaculture (IMTA) di Mamuju Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 18(16): 52-57.
- Santos, H. M., Tsai, C.Y., Yanuaria, C.A., Tayo, L. L., Vo, D. D., Mariatulqabtiah, A. R., & Chuang, K.P. 2019. Effects of sodium alginate-fed pacific white shrimps, *Litopenaeus vannamei*, on Toll-like receptors and *Vibrio alginolyticus* infection. *Aquaculture Research*, 50(4): 1384-1392.
- Setyawan, A., Supono, Fitri, Y. B., Hudaiah, S., & Fidyandini, H. P. 2020. Suplementasi Kalsium Alginat *Sargassum* sp. dari Perairan Lampung untuk Memicu Respon Imun(*Litopenaeus vannamei*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XVII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada*. Hlm: 47.
- Setyawan, A., Hudaiah, S., & Fidyandini, H. P. 2021. *Evaluasi Suplementasi Alginat Sargassum dari Perairan Lampung Dalam Menanggulangi Penyakit White Spot Pada Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. (Penelitian Dipa). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 39 hlm.
- Setyawan, A., Lestari, I. K., Adiputra. T. Y. 2024. Suplementasi *Fucoidon padina* dari perairan lampung untuk meningkatkan respon imun udang vannamei. *Journal of Tropical Marine Science*, 7(1): 64-70.
- Subagiyo & Fatihah, I. D. 2015. Potensi *hot water* extract rumput laut *Caulerpa* sp. dan sargasum sebagai komponen immunotrisi pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3): 154-159.
- Sunarto, Suriansyah, & Sabariyah. 2008. Pengaruh pemberian vitamin C *ascorbic acid* terhadap kinerja pertumbuhan dan respon imun ikan betok *Anabas testudineus* Bloch. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(2): 151–157.
- Supriatna, Muhammad, M., & Kusriana. 2020. Hubungan pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Penelitian Perikanan dan Kelautan*. 4(3): 368-374.
- Supono. 2018. *Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Udang*. CV. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 132 hlm.
- Surur, M. 2018. *Pengaruh Pemberian Pakan Tersuplementasi Ekstrak Sodium Alginat Terhadap Respon Imun Udang Vaname (Litopenaus vannamei)*. (Skripsi). Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara. Jepara. 53 hlm.
- Van de Braak, K. 2002. *Hemocytic Defence In Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon)*. (Disertasi). Wageningen University. Wageningen. 132 hlm.

- Wei, X., Yang, J., Fang, J., Qiao, H., Zhang, Y & Yang, J. Two C-type lectins from shrimp *Litopenaeus vannamei* that be involved in immune response against bacteria and virus. 2012. *Fish & Selfish Immunologi*, 32(1): 132-140.
- Yhonita, E. 2020. *Dampak Krisis Global Terhadap Dinamika Struktur Perekonomian Sektor Perikanan Indonesia*. (Tesis). Universitas Jember. Jember. 112 hlm.
- Yudiati, E. 2016. Ekspresi gen dan laju sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang tersuplementasi dengan alginat secara oral untuk resistensi penyakit *white spot syndrome virus*. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(2): 135–142.
- Zulkarnain, A. L., Hastuti, S., & Sarjito. 2017. Pengaruh penambahan vitamin C pada pakan sebagai imunostimulan terhadap performa darah, kelulushidupan, dan pertumbuhan ikan tawes. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3): 159-168.