**SUPLEMENTASI KALSIUM ALGINAT *Sargassum* sp. DARI PERAIRAN LAMPUNG UNTUK MEMICU RESPON IMUN *Penaeus vannamei***

Penulis pertama

1. Nama : Agus Setyawan
2. Afiliasi : Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian,

Universitas Lampung, Bandar Lampung

1. Email : [agus.setyawan@fp.unila.ac.id](mailto:agus.setyawan@fp.unila.ac.id) / agusu.san@gmail.com
2. Orcid ID : 0000-0003-2728-1159
3. Kontribusi pada naskah ini : Penulis utama sekaligus penulis untuk korespondensi

Penulis kedua

1. Nama : Supono
2. Afiliasi : Magister Pengelolaan Pesisir dan Laut, Porgram

Pascasarjana Multidisiplin, Universitas Lampung, Bandar Lampung

1. Email : supono\_unila@yahoo.com
2. Orcid ID : 0000-0001-8712-090X
3. Kontribusi pada naskah ini : Penulis Lain

Penulis ketiga

1. Nama : Yesica Bella Safitri
2. Afiliasi : Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan

dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

1. Email : yesicabella.yb@gmail.com
2. Orcid ID : 0000-0001-5798-9874
3. Kontribusi pada naskah ini : Penulis Lain

Penulis keempat

1. Nama : Siti Hudaidah
2. Afiliasi : Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian,

Universitas Lampung, Bandar Lampung

1. Email : idahasan64@gmail.com
2. Orcid ID : 0000-0002-0586-2529
3. Kontribusi pada naskah ini : Penulis Lain

Penulis kelima

1. Nama : Hilma Putri Fidyandini
2. Afiliasi : Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian,

Universitas Lampung, Bandar Lampung

1. Email : hilma.putri@fp.unila.ac.id
2. Orcid ID : 0000-0001-8467-6400
3. Kontribusi pada naskah ini : Penulis Lain

**SUPLEMENTASI KALSIUM ALGINAT *Sargassum* sp. DARI PERAIRAN LAMPUNG UNTUK MEMICU RESPON IMUN *Penaeus vannamei***

**Agus Setyawan1\*, Supono2, Yesica B. Safitri3, Siti Hudaidah1, Hilma P. Fidyandini1**

1Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

2Magister Pengelolaan Pesisir dan Laut, Porgram Pascasarjana Multidisiplin, Universitas Lampung, Bandar Lampung

3Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

\*Email: [agus.setyawan@fp.unila.ac.id](mailto:agus.setyawan@fp.unila.ac.id); agusu.san@gmail.com

**Abstrak**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suplementasi kalsium (Ca) alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung terhadap respon imun dan jaringan hepatopankreas udang vaname. Tiga perlakuan yaitu kontrol (tanpa suplementasi kalsium alginat, perlakuan A), suplementasi kalsium alginat pada dosis 2 g kg-1 (perlakuan B) dan 4 g kg-1 (perlakuan C), diujikan pada udang, masing-masing dengan 4 kali ulangan. Kalsium alginat diekstraksi dari *Sargassum* sp., ditambahkan dalam pakan sesuai dosis perlakuan, dan diberikan pada udang vannamei (±18 g) selama 14 hari sebanyak 3% per-hari (4 kali pemberian dalam sehari). Evaluasi hematologi udang dilakukan pada hari ke-0, 7, dan 14 perlakuan, sedangkan profil jaringan hepatopankreas diamati pada akhir perlakuan. Data hematologi dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada selang kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukan bahwa suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp. mampu meningkatkan respon imun non spesifik, dengan hasil terbaik pada perlakuan C (4 gr/kg). Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan THC hingga mencapai 7,44x106  sel mL-1, AF dan IF mencapai 80,15% dan 1,86, secara berturut-turut, dan TPP mencapai 334,33 mg mL-1. Tidak ada kerusakan pada jaringan hepatopankreas baik pada udang kontrol maupun yang diberi perlakuan Ca-alginat. Penelitian ini berpotensi untuk mengembangkan Ca-alginat dari *Sargassum* di Perairan Lampung sebagai salah satu imunostimulan pada udang.

**Kata kunci:** imunitas udang; kalsium alginat; perairan Lampung;*Penaus vannamei*; *Sargassum*

**Abstract**

The purpose of this study was to find out the effects of supplementation of calcium (Ca) alginate *Sargassum* sp. from Lampung waters toward the immune response and hepatopancreas tissue of Pacific white shrimp. Three treatments i.e. supplementation of Ca-alginate at doses of 0 (A), 2 (B), and 4 g kg-1 diet (C) were tested on shrimp for 14 days, each with four replicates. Hematological evaluation of shrimp was carried out on 0th, 7th, and 14th days of treatment, while hepatopancreas tissue profile was observed at the end of treatment. The results showed that supplementationof *Sargassum* sp. ca-alginate was able to improve the shrimp immune response, with the best results in treatment C (4 gr kg-1). This was demonstrated by an increase in total hemocyte to reach 7.44x106 mL-1 cells, phagocytic activity and index reaching 80.15% and 1.86, respectively, and total plasma protein reaching 334.33 mg mL-1. There was no damage to the hepatopankreas tissue in both control and ca-alginat treated shrimp. This study has the potential to develop Ca-alginat from *Sargassum* in Lampung waters as one of the immunostimulants in shrimp.

Keywords: shrimp immunity; calcium alginate; Lampung waters;*Penaus vannamei*; *Sargassum*

**Pengantar**

Udang merupakan salah satu komoditas perikanan unggulan dalam program revitalisasi perikanan, disamping rumput laut dan tuna (KKP, 2018). Namun, budidaya udang memiliki tantangan salah satu diantaranya adalah munculnya penyakit, baik penyakit infeksi maupun non-infeksi. Penyakit infeksi bisa disebabkan oleh virus, bakteri, parasite, dan jamur. Hingga saat ini belum ada pengobatan untuk penyakit virus pada udang. Oleh karena itu, peningkatan imunitas udang merupakan metode terbaik sebagai tindakan preventif terhadap ancaman infeksi patogen pada budidaya udang.

Salah satu upaya menanggulangi penyakit infeksi pada udang adalah dengan suplementasi alginat. Alginat, salah satu polisakaida dalam alga cokelat, terbukti memiliki berbagai bioaktivitas pada udang antara lain sebagai antimikrobia (Zubia et al., 2008), antioksidan (Ruocco et al., 2016), dan imunostimulan (Isnansetyo et al., 2014; Yudiati et al., 2019, 2016). Di sisi lain, secara geografis, Porvinsi Lampung sebagai wilayah yang memiliki garis pantai terpanjang di Indonesia sangat potensial sebagai habitat tumbuhnya berbagai macam alga cokelat di perairan Lampung. Namun, hingga saat ini, masih sangat terbatas kajian pemanfaatan alginat dari alga cokelat indigenous perairan Lampung untuk meningkatkan respon imun pada udang. Beberapa kajian suplementasi alginat pada udang juga tidak menyinggung tentang profil jaringan hepatopankreas untuk mengetahui ada tidaknya kerusakan setelah pemberian alginat. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suplementasi alginat *Sargassum* dari perairan Lampung terhadap reson imun dan jaringan hepatopankreas udang vannamei.

**Bahan dan Metode**

*Bahan*

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alga cokelat *Sargassum* sp., Udang *vannamei* (Prima Larva, Lampung, Indonesia), HCl (E Merck, Jerman), CaCl2 (E Merck, Jerman), KCl (E Merck, Jerman), etanol 96% (Shagufta Laboratory, Indonesia), NaOH (E Merck, Jerman), EDTA (E Merck, Jerman), Giemsa (E Merck, Jerman), Formalin (E Merck, Jerman), *Bacillus* sp. D.2.2, Na fisiologis, Phospat buffer saline (PBS), dan pakan udang komersial (3C, Global Feed, Indonesia), perekat pakan (Progol, Indonesia).

*Metode*

Koleksi *Sargassum sp.*

Alga laut cokelat *Sargassum* sp. dikoleksi dari Pantai Biha, Pesisir Barat, Lampung pada September 2019. Rumput laut yang sudah didapatkan, lalu dicuci dengan air tawar dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Alga yang sudah kering kemudian digiling sampai berukuran seperti tepung (bubuk). Tepung alga selanjutnya disimpan pada tempat yang aman dan tidak lembab.

Ekstraksi Ca-alginat

Ekstraksi Ca-alginat dilakukan dengan mengacu pada metode Jork *et al,* (2000). Sebelum ekstraksi, terlebih dahulu dilakukan depigmenatasi 100 g bubuk *Sargassum* kering dengan menggunakan etanol 96% (1:3 m/v). *Sargassum* yang telah terdepigmentasi kemudian diekstrak dengan 2% CaCl2 / 50µM EDTA. Ekstrak ditambahkan dengan larutan NaOH hingga pH 8,5. Ekstrak ditempatkan pada shaker dan dibiarkan selama 2 jam, dan dalam suhu ruang. Setelah 2 jam, padatan dibuang dan ditambahkan 0,13 M KCl pada larutan. Kemudian ekstrak diprespitasi dengan etanol dingin 96% dalam perbandingan 1:1 (v/v). Ekstrak disimpan dalam almari pendingin selama 48 jam hingga endapan terbentuk maksimal. Setelah itu dilakukan sentrifuse dengan kecepatan 3500 rpm selama 5 menit. Pelet kemudian diambil dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60oC selama semalam.

Suplementasi Kalsium Alginat

Pakan komersial (Global Feed, Indonesia dengan kandungan protein 34-36%) dicampurkan dengan kalsium alginat sesuai dengan dosis perlakuan yaitu 0 (A, kontrol), 2 (B), dan 4 (C) g mg-1 pakan dengan perekat (Progol®, PT. INDOSCO, Indonesia) sebanyak 0,2%. Kalsium alginat dan Progol dilarutkan dalam 50 ml akuades kemudian disemprotkan ke pakan komersial secara merata. Selanjutnya pakan dikering anginkan selama 1-3 jam, kemudian pakan disimpan dalam wadah yang kering dan siap diberikan pada udang yang dipelihara (Yudiati *et al*., 2016).

Udang vannamei (±18 g) ditampung terlebih dahulu dalam bak beton dengan volume 3 m3 dan diaklimatisasi pada suhu ruang (26-28oC) selama satu minggu. Selama periode aklimatisasi, udang diberi pakan berupa pakan komersial (Global Feed, Indonesia). Udang selanjutnya dipindah ke 12 kontainer (3 perlakuan, 4 ulangan) volume 45 l dengan padat tebar 10 ekor per-kontainer. Masing-masing pakan diberikan pada udang sebanyak 3% dari rata-rata berat badan udang dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari pada pukul 06:00, 12:00, 17:00, dan 22:00 WIB. Setiap kontainer diberi aerasi secara terus menerus. Kualitas air meliputi suhu, oksigen terlarut, pH, dan salinitas dijaga agar sesuai dengan syarat untuk budidaya udang vannamei secara optimal dengan penggantian air sebanyak 50% setiap harinya.

Pengambilan Sampel Hemolim dan Uji Hematologi

Sebanyak 100 µl hemolim diambil dari setiap udang kontrol dan perlakuan (3 sampel per kontainer) menggunakan syringe 1 ml, 26 G (OneMed, Indonesia) melalui pangkal kaki jalan. Sebelum digunakan untuk mengambil hemolim, jarum syringe dibilas terlebih dahulu dengan 10% EDTA. Pengambilan hemolim dilakukan pada hari ke 0, 7, dan 14 perlakuan untuk analisis hematologi meliputi *total haemocytes count* (THC), aktivitas fagositosis (AF), indeks fagositosis (IF), dan total protein plasma (TPP). Secara lengkap uji hematologi dijelaskan sebagai berikut:

*Total Haemocyte Count* (THC) : Hemolim diencerkan dengan PBS 2:1 (v/v) kemudian sebanyak20 μl dimasukkan ke haemocytometer (Neubauer, China), diamati dengan mikroskop pada perbesaran 40X dan kemudian sel hemosit total dihitung berdasarkan pada prosedur sebelumnya (Campa-Cordova et al., 2002) sebagai berikut :

(1)

Keterangan : FP : Faktor pengenceran

Aktivitas Fagositosis dan Indeks Fagositosis : *Hemolim* diambil sebanyak 20 μl diencerkan dengan PBS 2:1kemudian masukkan bakteri yang telah dilemahkan dengan formalin 1% dan di inkubasi selama 20 menit dengan suhu 300C. Kemudian dilakukan pewarnaan dengan giemsa 0,25% selama 20 menit, kemudian diamati dengan mikroskop dengan perbesaran 40x. Perhitungan nilai AF dan IF mengacu (Berger and Jur, 2012) sebagai berikut:

(2)

(3)

Total Protein Plasma (TPP) : Hemolim *(*15 μl) disentrifuge pada 700 x*g* selama 10 menit. Supernatan diambil sebanyak 5 μl dan dimasukkan ke dalam 96 *well* *microplate* dan ditambahkan 250 μl reagen Bradfod (E Merck, Jerman). Sampel dalam *microplate* diinkubasi selama 10 menit kemudian diukur o*ptical density* (OD) pada panjang gelombang 630 nm menggunakan UV-spectrofotometer (Genesys 20. 4001-000, USA). Nilai TPP dihitung mengacu pada (Setyawan et al., 2018). Sebelumnya dibuat standar kadar protein dengan menggunakan *Bovine Serum Albumin* (E Merck, Jerman) dengan konsentrasi 0, 100, 250, 500, dan 1000 mg ml-1.

Histologi Hepatopankreas

Pengujian histologi dilakukan di Balai Veteriner Lampung dengan prosedur mengiktui protokol Balai. Secara rinci, sebanyak 12 ekor udang vaname dianastesikan menggunakan es batu dalam ember. Udang yang telah pingsan kemudian dipotong pada bagian hepatopankreas kemudian direndam dalam formalin 10% selama 24 jam, kemudian diganti dengan larutan alkohol selama 48 jam Sediaan hepatopankrreas dibuat menjadi preparat histologi diwarnai dengan pewarnaan *Hematoksilin Eosin* (HE). Preparat hispatologi kemudian diamati dengan mikroskop elektrik dengan perbesaran 100x. Semua perubahan dicatat pada setiap perlakuan.

### 

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ditabulasi dan dianalisis menggunakan program SPSS. Data hematologi udang meliputi THC, IF, AF, TPP dianalisis secara statistic dengan uji ANOVA (*analysis of variance*) dengan selang kepercayaan 95% kemudian dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan. Sedangkan histologi hepatopankreas diamati secara deskriptif.

**Hasil dan Pembahasan**

*Rendemen Ca-alginat Sargassum* sp*.*

Analisis Rendemen rumput laut coklat *Sargassum* sp.dari Perairan Pesisir Barat Lampung menggunakan metode kalsium alginat (CaCl2) menghasilkan rendemen 5,7% dari 100 g bubuk *Sargassum* sp. Penelitian ini menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan Ca-alginat dari *S. silliquosum* (Yudiati and Isnansetyo, 2017) yang mencapai 4,8%, namun lebih rendah dibandingkan Prasetyo *et al.* (2017) mencapai 6,95 %. Perbedaan rendemen alginat disebabkan oleh habitat (intensitas cahaya, besar kecilnya ombak atau arus dan nutrisi perairan), umur rumput laut cokelat, dan teknik penanganan rumput laut cokelat setelah dipanen, sebelum dan proses ekstraksi yang digunakan (Basmal et al., 2002; Sinurat and Retni Marliani, 2017). Penggunaan CaCl2 pada proses ekstraksi dinilai mampu memisahkan selulosa dan alginat yang terkandung pada sel alga coklat. Konsentrasi CaCl2 yang tinggi menyebabkan banyak alginat yang terikat menjadi kalsium alginat sehingga hasil rendemen yang didapat semakin tinggi (Husni et al., 2012).

*Total Haemocyte count* (THC)

*Haemocyte* merupakan salah satu komponen penting yang dapat diukur sebagai salah satu parameter imunitas udang. *Haemocyte* pada udang memiliki fungsi sama seperti sel darah putih pada hewan vertebrata.Berdasarkan hasil penelitian suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp dari Perairan Pesisir Barat Lampung menghasilkan nilai THC udang vaname yang bervariasi (Gambar 1)

Keterangan: Huruf notasi yang berbeda pada tiap perlakuan di waktu pengamatan yang sama menunjukkan adanya beda nyata (<0,05) dari hasil uji Duncan pada derajat kepercayaan 95%.

**Gambar 1.***Total Haemocyte Count* (THC) udang vanname yang disuplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp pada dosis 0 m kg-1 (A); 2 g kg-1 (B); dan 4 g kg-1 (C) pakan di berbagai waktu pengamatan.

Berdasarkan uji statistik ANOVA, perlakuan suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp. pada dosis 4 g kg-1 pakan berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap terhadap peningkatan THC pada hari ke-14. Total hemosit pada udang dengan suplementasi 4 g kg-1 Ca-alginat mampu mencapai 7,50 x106 sel ml-1 dibandingkan udang kontrol mencapai 4,62 x106 sel ml-1,dan perlakuan 2 g kg-1pakan mencapai 5,36 x106 sel ml-1. Terjadinya peningkatan *haemocyte* menandakan bahwa kalsium alginat mampu meningkatkan *haemocyte* sebagai pertahanan tubuh udang. Peningkatan *total haemocyte count* (THC) sebagai bentuk respon imunitas seluler pada tubuh udang, karena *haemocyte* merupakan mekanisme pertahanan tubuh udang (Putri et al., 2013; Yudiati et al., 2019).

*Aktivitas Fagositosis (AF)*

Aktivitas fagositosis merupakan mekanisme pertahanan non spesifik yang secara umum melindungi adanya serangan penyakit.Berdasarkan hasil penelitian suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp dari Perairan Pesisir Barat Lampung menghasilkan nilai aktivitas fagositosis (AF) udang vaname yang bervariasi (Gambar 2)

Keterangan: Huruf notasi yang sama pada tiap perlakuan di waktu pengamatan yang sama menunjukkan AF adanya beda nyata (<0,05), dari hasil uji Duncan pada derajat kepercayaan 95%

**Gambar 2.** Aktivitas Fagositosis (AF) udang vaname yang disuplementasi

kalsium alginat *Sargassum* sp pada pakan di berbagai waktu pengamatan

Aktivitas fagositosis (AF) udang vannamei meningkat secara signifikan (P<0,05) pada hari ke-7 pada perlakuan suplementasi 2 g kg-1 dan pada hari ke-14 untuk perlakuan suplementasi 2 dan 4 mg kg-1 pakan. Peningkatan aktivitas fagositosis diduga karena alginat merupakan polisakarida yang mampu memicu peningkatan respon imun dengan merangsang komponen sel imun untuk meningkatkan aktivitas fagositosis. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian (Yudiati, 2016) mengatakan bahwa alginat yang masuk akan merangsang hemosit untuk melakukan degranulasi dan melepaskan protein untuk proses imunitas udang. Protein yang mengikat polisakarida dari alginat mampu melindungi dari infeksi dengan meningkatkan aktivitas fagositosis. Sehingga dapat diketahui bahwa suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp. mampu meningkatkan respon imun non spesifik dengan ditandai adanya peningkatan aktivitas fagositosis. Pendapat ini didukung oleh (Ridlo and Rini Pramesti, 2009) bahwa *Sargassum* sp. memiliki peran sebagai imunostimulan karena dapat meningkatkan jumlah *haemocyte* dan aktivitas fagositosis yang menandakan bahwa meningkatnya sistem imun non spesifik udang vaname.

*Indeks Fagositosis (IF)*

Indeks fagositas merupakan salah satu komponen penting yang dapat diukur sebagai salah satu parameter imunitas udang. Indeks fagositosis untuk mengetahui keaktifan sel yang difagosit berdasarkan respon imun seluler udang. Berdasarkan hasil penelitian suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp. dari Perairan Pesisir Barat Lampung menghasilkan nilaii indeks fagositosis (IF) udang vaname yang bervariasi (Gambar 3).

Keterangan: Huruf notasi yang sama pada tiap perlakuan di waktu pengamatan yang sama menunjukkan IF adanya beda nyata (<0,05), dari hasil uji Duncan pada derajat kepercayaan 95%

**Gambar 3.** Indeks Fagositosis (IF) udang vaname yang disuplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp pada pakan di berbagai waktu pengamatan

Indeks fagositosi udang vananmei yang diberi suplemen 4 g kg-1 Ca-alginat *Sargassum* sp meningkat secara signifikan pada hari ke-14. Indeks fagositosis menunjukkan banyaknya jumlah sel yang terfagosit oleh hemosit. Peningkatan IF udang vannamei yang diberi suplemen Ca-alginat sesuai dengan peneltian sebelumnya (Yudiati and Isnansetyo, 2016) yang meningkatkan indeks fagositosis udang vanamei pada hari ke-15 setelah pemberian asam, natrium, dan kalsium alginat dari *S. siliquosum.*

*Total Protein Plasma*

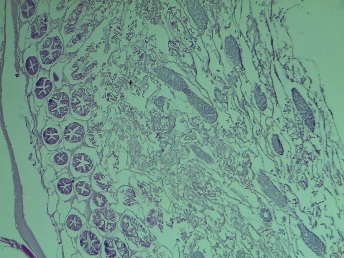
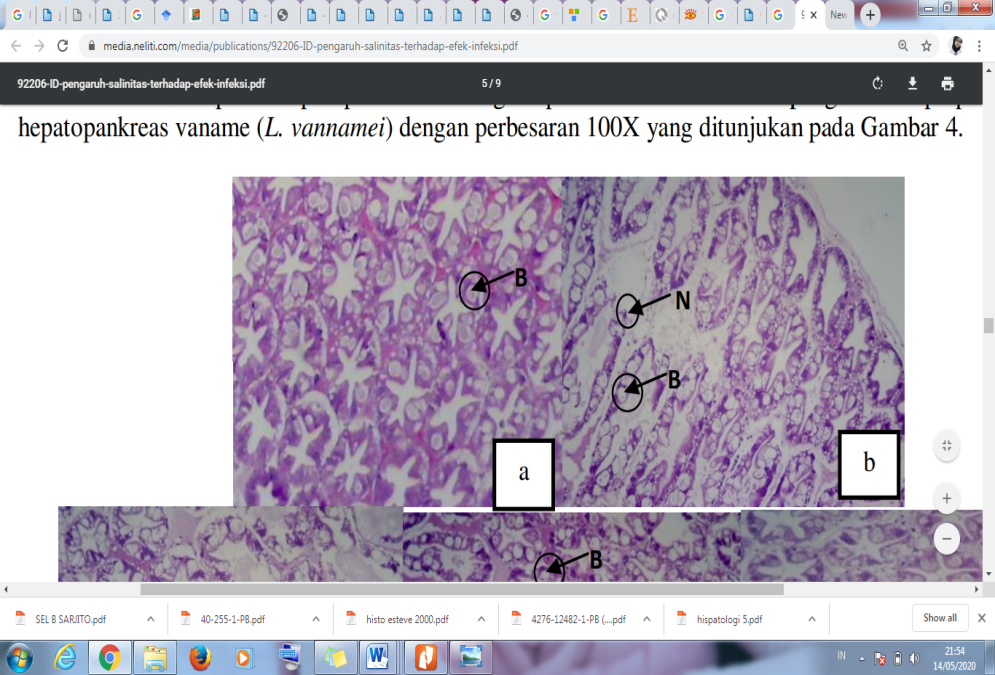
Protein dalam plasma merupakan faktor yang mempengaruhi pertahanan humoral pada udang vaname karena dalam protein pada *hemolymph*. Namun, hasil pengamatan menunjukkan tidak ada peningkatan signifikan TPP pada udang yang diberi suplemen Ca-alginat dari *Sargassum* sp. (Gambar 4)

Keterangan: Perbedaan huruf notasi pada tiap perlakuan di waktu pengamatan yang sama menunjukkanadanya beda nyata (<0,05) dari hasil uji Duncan pada derajat kepercayaan 95%

**Gambar 4.** Total Protein Plasma (TPP) udang vaname yang disuplementasi kalsium alginat *Sargassum*sp pada pakan di berbagai waktu pengamatan.

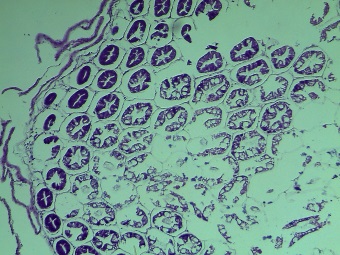
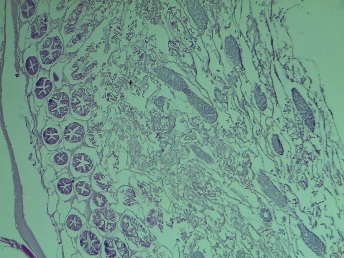
*Histologi Hepatopankreas*

Hepatopankreas merupakan organ hati dan pankreas yang menjadi satu organ yang memiliki fungsi yaitu sebagai organ utama dala pencernaan dan sekresi enzim Berdasarkan preparat histologi yang telah dilakukan didapatkan hasil gambaran histologi hepatopankreas udang vaname yang tersaji pada Gambar 5.



A

N



L

N

N

L

B

C

Keterangan: L = Lumen; N = Nekrosis

Keterangan: Gambar merupakan hepatopankreas udang vaname yang diberi suplemen Ca-alginat dari *Sargassum* sp. pada dosis 0 g kg-1 pakan (A); 2 g kg-1 pakan (B); dan 4 g kg-1 pakan (C); dan udang normal (N) (Utami et al., 2016)

**Gambar 5** . Histologi hepatopankreas udang vaname yang disuplementasi

kalsium alginat *Sargassum* sp pada pakan (pengamatan hari ke-14)

Berdasarkan hasil pemeriksaan histologi menunjukkan bahwa udang yang diberi suplemen dnegan Ca-alginat baik pada dosis 2 maupun 4 mg kg-1 pakan menunjukkan adanya nekrosis pada jaringan hepatopankreas. Nekrosis udang vaname ini termasuk dalam tingkat kerusakan kategori rendah dikarenakan struktur dan masih terlihat jelas serta pada bagian tubulus melalui wilayah medial penampang lumen berbentuk bintang. Berdasarkan hasil histologi hepatopankreas selama penelitian, histologi hepatopankreas udang vaname uji masih dalam kategori normal, sehingga diasumsikan bahwa tidak ada pengaruh efek samping pada suplementasi kalsium algiat *Sargassum* sp. pada pakan. Hal ini dikarenakan hepatopankreas sangat sensitif terhadap berbagai toksikan maupun kadar pencemaran lingkungan (Sousa and Petriella, 2007) sehingga menjadi acuan bahwa pakan yang suplementasi kalsium algiat *Sargassum* sp. tidak menghambat kinerja sel dalam tubuh udang mampu terserap dalam tubuh udang dan dapat meningkatkan imun udang vaname.

**Kesimpulan dan Saran**

*Kesimpulan*

Kalsium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung berpotensi sebagai imunomodulator pada udang vananmei. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatkan beberapa parameter imun udang seperti THC, AF, dan IF, dan berdasarkan profil histologi hepatopankreas masih tergolong aman untuk diberikan sebagai suplemen pada udang vannamei.

*Saran*

Perlu pengujian lebih lanjut terkait dengan sifat dan karakter Ca-alginat *Sargassum* sp*.* dari perairan Lampung termasuk mekanisme imunomodulator secara molekuler dan efektivitasnya menanggulangi penyakit infeksi pada udang vannamei.

**Ucapan Terima Kasih**

Penelitian ini terlaksana melalui DIPA BLU Universitas Lampung Tahun 2020 melalui Hibah Penelitian Dasar. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pemilik dan supervisor tambak Batu Payung, Tarahan, Lampung Selatan atas kesediannya sebagai tempat uji.

**Daftar Pustaka**

Basmal, J., Wikanta, T., Tazwir’, 2002. Pengaruh kombinasi perlakuan kalium hidroksida dan natrium karbonat dalam ekstraksi natrium alginat terhadap kualitas produk yang dihasilkan. J. Penelit. Perikan. Indones. 8, 45–52.

Berger, J., Jur, M., 2012. Phagocytosis of insect haemocytes as a new alternative model. J. Appl. Biomed. 10, 35–40. https://doi.org/10.2478/v10136-012-0003-1

Campa-Cordova, A.I., Hernandez-Saavedra, N.Y., Ascencio, F., 2002. Superoxide dismutase as modulator of immune function in American white shrimp (Litopenaeus vannamei) ૾. Comp. Biochem. Physiol. Part C 133, 557–565.

Husni, A., Subaryono, Pranoto, Y., Azwir, Ustadi, 2012. Pengembangan metode ekstraksi alginat dari rumput laut. Agritech 32, 1–8.

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-spesific defense in walking catfish (*Clarias* sp.). Aquacult Indo 15, 73–80.

Putri, F.M., Sarjito, Suminto, 2013. Pengaruh penambahan Spirulina sp. dalam pakan buatan terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis udang vaname (Litopenaeus vannamei). J. Aquac. Manag. Technol. 2, 102–112.

Ridlo, A., Rini Pramesti, 2009. Aplikasi ekstrak rumput laut sebagai agen imunostimulan sistem pertahanan non spesifik pada udang ( Litopennaeus vannamei ). Ilmu Kelaut. 14, 133–137.

Ruocco, N., Costantini, S., Guariniello, S., Costantini, M., 2016. Polysaccharides from the Marine Environment with Pharmacological, Cosmeceutical and Nutraceutical Potential. Molecules 21, 1–17. https://doi.org/10.3390/molecules21050551

Setyawan, A., Isnansetyo, A., Murwantoko, Indarjulianto, S., Handayani, C.R., 2018. Comparative immune response of dietary fucoidan from three Indonesian brown algae in white shrimp Litopenaeus vannamei. AACL Bioflux 11, 1707–1723.

Sinurat, E., Retni Marliani, 2017. Karakteristik Na-alginat dari rumput laut cokelat Sargassum crassifolium dengan perbedaan alat penyaring. JPHPI 20, 351–361.

Sousa, L.G., Petriella, A.M., 2007. Functional morphology of the hepatopancreas of Palaemonetes argentinus (Crustacea : Decapoda): influence of environmental pollution. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. 55, 79–86.

Utami, W., Sarjito, Desrina, 2016. Pengaruh salinitas terhadap efek infeksi Vibrio harveyi pada udang vaname (Litopenaeus vannamei). J. Aquac. Manag. Technol. 5, 82–90.

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. Bul. Oseanografi Mar. 5, 135–142.

Yudiati, E., Isnansetyo, A., 2017. Characterizing the Three Different Alginate Type of Sargassum siliquosum. Ilmu Kelaut. 22, 7–14. https://doi.org/10.14710/ik.ijms.22.1.7-14

Yudiati, E., Isnansetyo, A., 2016. Fish & Shell fi sh Immunology Innate immune-stimulating and immune genes up-regulating activities of three types of alginate from Sargassum siliquosum in Paci fi c white shrimp , Litopenaeus vannamei. Fish Shellfish Immunol. 54, 46–53. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.03.022

Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murantoko, Triyanto, Handayani, C.R., 2019. Alginate from Sargassum siliquosum Simultaneously Stimulates Innate Immunity , Upregulates Immune Genes , and Enhances Resistance of Pacific White Shrimp ( Litopenaeus vannamei ) Against White Spot Syndrome Virus ( WSSV ). Mar. Biotechnol. 21, 503–514.

Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Ayuningtyas, Triyanto, Handayani, C.R., 2016. Innate immune-stimulating and immune genes up-regulating activities of three types of alginate from Sargassum siliquosum in Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei. Fish Shellfish Immunol. 54, 46–53. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.03.022

Zubia, M., Payri, C., Deslandes, E., 2008. Alginate, mannitol, phenolic compounds and biological activities of two range-extending brown algae, Sargassum mangarevense and Turbinaria ornata (Phaeophyta: Fucales), from Tahiti (French Polynesia). J. Appl. Phycol. 20, 1033–1043. https://doi.org/10.1007/s10811-007-9303-3