

Effect of Frequency of Administration of Kappa-Carrageenan on Immune Response and Survival of *Vibrio parahaemolyticus* Infected Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Baiq Yunita Febrianti^{1*}, Fariq Azhar¹, Alis Mukhlis¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : July 01th, 2025

Revised : July 16th, 2025

Accepted : July 24th, 2025

*Corresponding Author: **Baiq Yunita Febrianti**, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;
Email:
baikyunitafeb01@gmail.com

Abstract: Whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation activities are often exposed to disease-causing pathogens, one of which is a bacterial disease from the genus *Vibrio* sp. One of the triggers is the accumulation of organic matter, leftover feed and feces in the waters which causes whiteleg shrimp to be toxic to NH₃. Kappa carrageenan is a polysaccharide compound derived from red seaweed that has the potential as a natural immunostimulant. The study aimed to determine the effect of administering kappa carrageenan at different frequencies on the defense system of shrimp infected with *Vibrio parahaemolyticus* bacteria. The study used RAL, with 5 treatments and 3 replications. The highest Survival Rate (SR) value was found in P5 at 80% and the lowest in P3 at 22%. The highest RPS value was found in P5 at 94.82% which was given carrageenan once a week and the lowest in P3 at 82.18% which was given carrageenan every day. The highest THC amount was observed in P5 at 14.9 x 10⁶ cells/ml and the lowest was in P1 at 5.01 x 10⁶ cells/ml. The highest AF value was in the positive control treatment P1 66.6% and the lowest P2 negative control 44.2%. The highest TBC value was P1 1.24 CFU/mL and the lowest P5 0.29 CFU/mL. The highest TVC observation was P5 1.42 CFU/mL and the lowest was P1 0.18 CFU/mL. In conclusion, the administration of k-carrageenan 20 g/kg once every 7 days provided a better immune response and protection against shrimp infected with *Vibrio parahaemolyticus* bacteria.

Keywords: Immunostimulant, Kappa carrageenan, Vaname shrimp, Vibriosis.

Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi besar dalam sektor perikanan budidaya, terutama dalam budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang terus menunjukkan peningkatan produksi. Berdasarkan data (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2024) volume produksi udang nasional meningkat dengan nilai rata-rata 5,91% per tahun selama periode 2020–2024. Udang vaname dikenal sebagai komoditas yang mudah dibudidayakan karena masa panen yang singkat, toleransi salinitas yang tinggi, serta nafsu makan dan produktivitas yang baik (Nuraeni & Dailami, 2023). Keunggulan ini menjadikan budidaya udang vaname sebagai usaha yang potensial untuk terus dikembangkan.

Namun, pola budidaya intensif hingga super intensif menyebabkan udang rentan terhadap serangan patogen, salah satunya adalah bakteri *Vibrio* sp. yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis dengan tingkat mortalitas tinggi hingga 100% (Harlina, 2023). Upaya penanggulangan yang umumnya dilakukan yaitu dengan penggunaan antibiotik kimia, tetapi penggunaannya dibatasi oleh negara tujuan ekspor seperti Jepang dan Uni Eropa karena dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Rusydi *et al.*, 2022). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan alternatif yang lebih ramah lingkungan, salah satunya melalui penggunaan imunostimulan alami.

Rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* mengandung senyawa aktif seperti polisakarida sulfat yang terbukti mampu meningkatkan

respon imun udang vaname terhadap infeksi bakteri *Vibrio* (Wulandari 2018). Immunostimulan ini tidak hanya berfungsi sebagai penguat sistem imun, tetapi juga memiliki aktivitas antioksidan dan antivirus. Berdasarkan penelitian Azhar *et al.*, (2023), pemberian karagenan dalam dosis 20 g/kg pakan dapat meningkatkan daya tahan udang terhadap serangan bakteri. Dengan demikian perlu untuk dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh frekuensi pemberian kappa karagenan terhadap daya tahan udang vaname pasca infeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan selama 40 hari, dari bulan Juni-Juli 2023. Kegiatan pemeliharaan dilakukan di Laboratorium Produksi dan Reproduksi, dan Pemeriksaan parameter imun dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Ikan Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Alat dan Bahan

Alat laboratorium yang digunakan selama proses penelitian yaitu autoclave, cawan petri, cool box, erlenmeyer, haemositometer, hot plate, jarum ose, kaca preparat, kamera, kertas saring, kontainer, mikropipet, mikroskop, rak tabung reaksi, selang sifon, serokan, set aerasi, shelter, syringe, timbangan digital, wadah pakan, mikrotub, tabung korning, dan spektrofotometer.

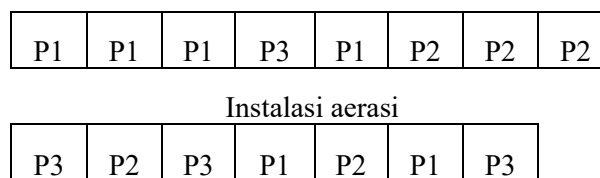
Bahan penelitian ini meliputi air laut, bakteri *Vibrio parahaemolyticus*, antikoagulan, etanol 96%, Giemsa, hemolymph, kertas label, metanol, pakan pellet, plastik klip, TCBS agar, TSA agar, udang vaname, kappa karagenan, anti koagulan, dan TSB.

Metode penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimental dengan pemberian Kappa karagenan dosis 20g dari berat pakan dengan pemberian frekuensi berbeda. Adapun rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan memberikan 5 perlakuan dan 3 ulangan pada masing masing perlakuan sehingga menghasilkan 15 unit uji percobaan. Perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari lima kelompok yaitu:

P1 (Kontrol +)	Pakan tanpa kappa karagenan + infeksi bakteri <i>Vibrio parahaemolyticus</i>
P2 (Kontrol -)	Pakan tanpa kappa karagenan + infeksi PBS 0,85%
P3	Pakan + kappa karagenan 20 g/kg pakan setiap hari+ Infeksi bakteri
P4	Pakan + kappa karagenan 20 g/kg pakan 3 hari sekali + Infeksi bakteri
P5	Pakan + kappa karagenan 20 g/kg pakan 7 hari sekali + Infeksi bakteri

Skema rancangan perlakuan pada penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Rancangan Perlakuan

Prosedur penelitian

Persiapan wadah

Mempersiapkan 15 kontainer ukuran 45×20×25 cm untuk selanjutnya dicuci dengan deterjen, dikeringkan, dan disterilkan menggunakan alkohol 75%. Kontainer ditata sesuai skema rancangan penelitian seperti gambar 1.

Persiapan air

Air laut diambil dari Pantai Mangsit (kedalaman 2 meter), ditampung dalam tandon 500 L, lalu disterilkan menggunakan klorin 10 ppm dari bayclin 5,25% sebanyak 190,5 mL (Rekha *et al.*, 2020). Masing-masing kontainer diisi 20 L air dan diberi aerasi serta shelter (Hapizah *et al.*, 2024).

Persiapan Hewan Uji

Menyiapkan udang vaname PL30 sebanyak 400 ekor diperoleh dari PT Hisenor Technology Indonesia, diadaptasi selama 7 hari untuk selanjutnya ditebar ke tiap kontainer sebanyak 15 ekor.

Pakan dan karagenan

Pakan crumble Irawan 1+2 (>30% protein) dicampur bubuk karagenan *Kappaphycus alvarezii* 20 g/kg pakan, dilapisi

(coating) putih telur (Sri., 2023), disimpan terlabel sesuai perlakuan (Azhar *et al.*, 2023).

Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan 28 hari, dengan pemberian pakan 4 kali sehari (07.00, 12.00, 17.00, 19.00 WITA) sebanyak 5% biomassa (Mudiarti *et al.*, 2023). Aerasi diberikan 24 jam, penyiponan dan penggantian air 10% dilakukan 2 kali seminggu, serta pengecekan kualitas air mingguan (pH, DO, suhu dan salinitas).

Persiapan bakteri

Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* diperoleh dari BKIPM Mataram, dikultur di media TCBS selama 24 jam (Nurlatifah *et al.*, 2022).

Uji Tantang

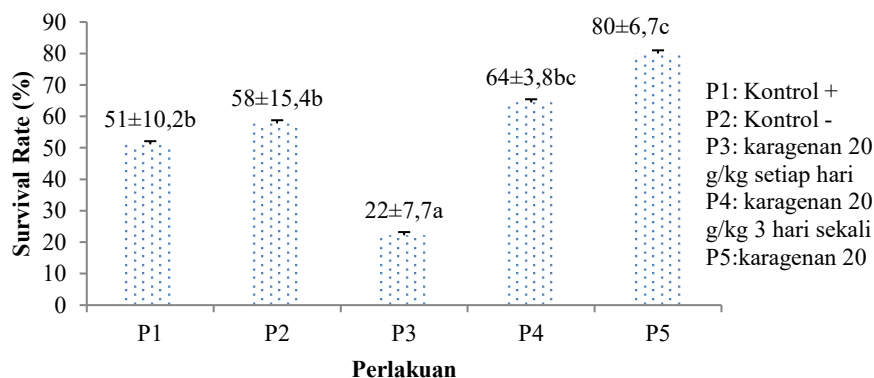
Melakukan pada hari ke-30 Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dikultur ulang di media TSB (Rahmawati & Larasati., 2019), lalu diinjeksi pada masing masing udang (kecuali kontrol negatif) secara intramuskular yaitu diinjeksi

pada bagian punggung antara segmen kedua dan ketiga sebanyak 100 µL/individu. Hasil diamati selama 10 hari (Desmieta, 2024).

Hasil dan Pembahasan

Survival Rate (SR)

Data pada gambar 2 hasil uji secara statistik dengan uji *One-Way Anova* bahwa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberikan dosis karagenan 20 g/kg dengan frekuensi yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kelangsungan hidup udang. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan P4 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan P5, begitu juga dengan perlakuan P1 dan P2. Pada perlakuan P3 pemberian karagenan sebanyak 20 g/kg pakan setiap hari memberikan nilai kelangsungan hidup yang paling rendah. diantara semua perlakuan yaitu 22% dan nilai SR tertinggi 80% pada perlakuan pemberian pakan sebanyak 7 hari sekali.

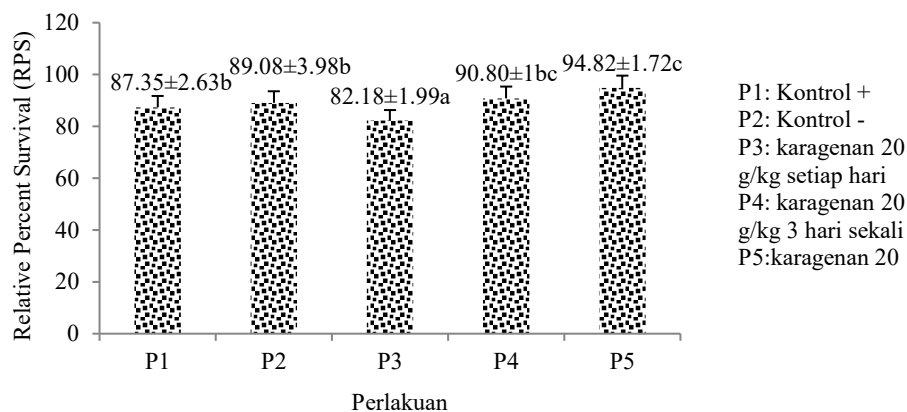


Gambar 2. Survival Rate (SR)

Pemberian kappa karagenan selama 7 hari sekali memiliki hasil yang paling bagus. Hal ini disebabkan karena kandungan polisakarida sulfat yang terdapat pada kappa karagenan sudah mulai aktif dan merangsang sistem imun udang sehingga udang dapat lebih cepat mengenali patogen bakteri *Vibrio parahaemolyticus* sehingga jumlah kematian pada udang tergolong rendah. Berdasarkan pendapat Desmieta., (2024) pemberian campuran pakan yang terlalu sering dapat menyebabkan sistem imun udang menjadi menurun, akan tetapi apabila diberikan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan udang dapat mempertahankan tingkat kelangsungan hidupnya.

Relative Percent Survival (RPS)

Hasil uji secara statistik dengan uji *One-Way Anova* bahwa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberikan dosis karagenan 20 g/kg dengan frekuensi yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kelangsungan hidup udang. Gambar 3 menunjukkan hasil uji lanjut Duncan P4 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan P1, P2 dan P5. Nilai RPS paling rendah diperoleh perlakuan P3 yaitu 82,18% pemberian pakan yang ditambahkan kappa karagenan setiap hari. Sedangkan nilai tertinggi pada P5 dengan nilai 94,83% dengan pemberian kappa karagenan setiap sekali dalam seminggu.



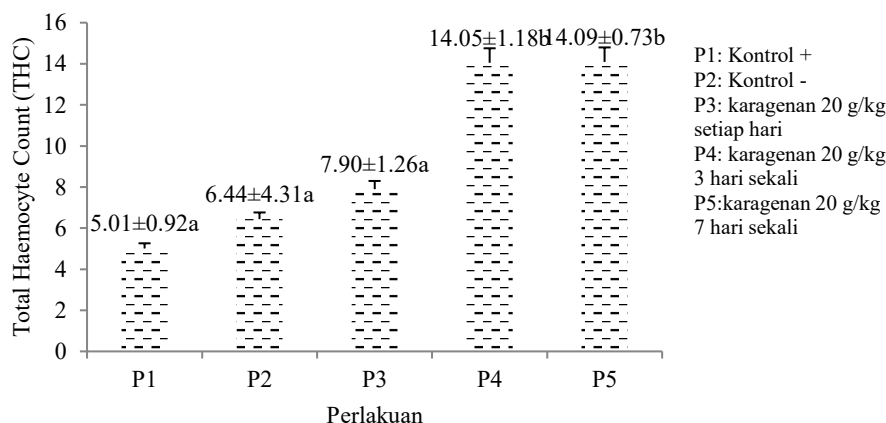
Gambar 3. *Relative Percent Survival (RPS)*

Jika dilihat pada gambar 3 nilai RPS yang didapatkan pada penelitian ini sudah termasuk kedalam kategori bagus dan efektif untuk keberlangsungan hidup udang vaname. Bahan pengujian yang dinyatakan baik apabila nilai RPS mencapai >50% (Nuryati *et al.*, 2024). Efek imunostimulasi dari kappa-karagenin terutama disebabkan oleh kemampuannya untuk memodulasi respons imun, meningkatkan aktivitas sel imun, dan menunjukkan sifat antibakteri.

Total Haemocyte Count (THC)

Hasil uji secara statistik dengan uji *One-Way Anova* pada gambar 4 bahwa udang

vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberikan dosis karagenan 20 g/kg pakan dengan frekuensi pemberian yang berbeda menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara P1 $5,01 \times 10^6$ sel/ml, P2 $6,44 \times 10^6$ sel/ml, dan P3 $7,90 \times 10^6$ sel/ml. Begitu juga dengan perlakuan P4 $14,05 \times 10^6$ sel/ml dan P5 $14,9 \times 10^6$ sel/ml yang tidak berbeda nyata. Nilai hemosit udang vaname yang diberikan pakan 20g/kg pakan setiap 7 hari sekali mendapatkan hasil yang paling tinggi. Sedangkan nilai terendah pada P1 udang tanpa pemberian kappa karagenan serta diinjeksi *Vibrio parahaemolyticus*.



Gambar 4. *Total Haemocyte Count (THC)*

Total hemosit pada perlakuan P5 yaitu pemberian kappa karagenan 7 hari sekali membuktikan bahwa pemberian imunostimulan yang tidak terlalu sering dan terus menerus dapat memicu aktivasi umun secara optimal tanpa menyebabkan overstimulasi. Hemosit menjadi bagian dalam sistem kekebalan non-spesifik. Menurut pendapat Yanuhar & Caesar (2022) hemosit pada udang tidak memiliki sistem imun adaptif seperti vertebrata lainnya

sehingga pertahanan tubuh sepenuhnya bergantung pada mekanisme imun bawaan yang dikendalikan oleh sel hemosit sebagai sistem pertahanan pertama yang bekerja dengan cara mengenali dan melawan patogen dengan cepat sehingga dapat menjaga udang dari ancaman mikroba.

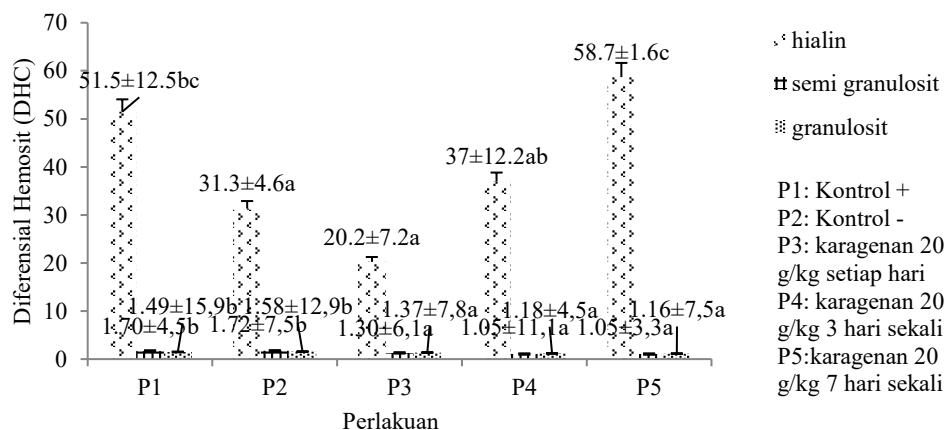
Frekuensi pemberian kappa karagenan yang lebih rendah (seminggu sekali) memberi waktu pemulihan bagi sistem imun udang,

sehingga jumlah hemosit tetap stabil dan fungsional (Muahiddah *et al.*, 2022). Sebaliknya, perlakuan P3 (pemberian setiap hari) cenderung menghasilkan nilai THC yang lebih rendah, yang diakibatkan stimulasi imun yang berlebihan dan terus-menerus, pada jangka panjang dapat menyebabkan kelelahan sistem imun atau immunosupresi.

Differential Haemocyte Count (DHC)

Hasil uji normalitas ($p>0,05$) pada data semi granulosit dan granulosit memiliki hasil uji yang tidak normal yaitu dengan nilai ($p<0,05$).

Sehingga dilakukan transformasi logaritma untuk memenuhi nilai normalitas sebelum dilakukan pengujian anova, oleh karena itu nilai yang didapatkan sangat kecil. Gambar 5 dapat dilihat nilai pengujian anova pada hialin menunjukkan nilai tertinggi pada P5 dengan nilai 58,7% dan yang terendah 20,2%. Sedangkan nilai anova pada semi granulosit pada P4 dan P5 1,05% dan tertinggi P2 1,72%. Untuk pengujian pada granulosit nilai terendah berada pada P5 dan tertinggi pada perlakuan P2 dengan pemberian pakan tanpa karagenan dan tanpa disuntikkan bakteri.



Gambar 5. *Differential Haemocyte Count (DHC)*

Pengamatan *Differential Hemocyte Count* (DHC) terdiri dari tiga jenis sel, yaitu sel hialin, sel semigranulosit dan sel granulosit. Ketiga jenis sel tersebut berperan penting dalam pertahanan tubuh udang vaname dari serangan patogen. Pengamatan sistem pertahanan dengan penambahan zat atau senyawa untuk meningkatkan sistem imun dengan pertahanan non spesifik udang dapat diamati melalui total hemosit. Total hemosit sangat berperan penting terhadap tingkat kesehatan udang. Nilai pengujian anova pada hialin menunjukkan nilai tertinggi pada P5 dengan nilai 58,7% dan P1 dengan nilai 51,5%. Total hemosit sangat berperan penting terhadap tingkat kesehatan ikan. Menurut Febriani *et al.*, (2018) menyatakan bahwa hemosit merupakan sistem imun seluler pada udang vaname, yang berperan terhadap proses fagositosis, nodulasi dan enkapsulasi. Indikator untuk mengetahui tingkat kesehatan udang adalah dari jumlah total hemosit.

Jumlah hialin terendah adalah P3 dengan nilai 20,2% yang menyebabkan rentannya udang terserang bakteri dari luar ataupun bakteri yang diinjeksikan kedalam tubuh udang yang akan memberikan dampak seperti stress lingkungan dan mudahnya udang terpapar penyakit. Berdasarkan pendapat Novriadi *et al.*, (2021) nilai hialin udang normal yaitu 22-27% dari total hemosit. Apabila jumlah hialin terus mengalami peningkatan maka akan berdampak kepada aktivitas fagositosis yang meningkat pula karena apabila ada ancaman dari luar seperti bakteri maka kekebalan tubuh udang akan terbentuk.

Sel semi granular termasuk ke dalam salah satu sel hemosit yang ada pada udang vaname. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai semi granulosit tertinggi yaitu pada perlakuan P2 48,64% dan terendah P5 11,75% nilai ini berdasarkan nilai awal sebelum uji transformasi logaritma. Perlakuan P2 merupakan perlakuan kontrol negatif tanpa pemberian pakan dan injeksi bakteri pada udang

vaname. Menurut Darwanti *et al.*, (2016), persentasi semi granulosit pada udang vaname normal berkisar 13-49%. Hal ini menunjukkan bahwa, persentase jumlah sel semigranulosit yang didapatkan menandakan kappa karaginan dengan frekuensi yang berbeda mempengaruhi sel hemosit udang vaname.

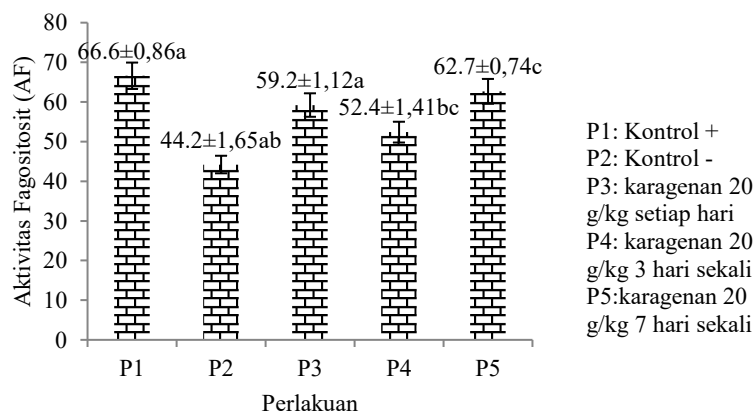
Hasil penelitian ini, jumlah sel semigranulosit pada udang vaname yang tidak normal hanya pada P5 yaitu pemberian pakan dengan kappa karagenan yang diberikan setiap seminggu sekali yang memberikan dampak berupa kemampuan udang dalam membersihkan infeksi akan berkurang serta mudahnya udang untuk terkena stres. Berdasarkan pendapat Navianda, (2020) sel semi granulosit dapat memproduksi dan melepaskan sitokin yakni protein yang berguna sebagai sinyal untuk mengatur serta memperkuat respon imun terhadap infeksi. Selain itu sel semi granulosit membantu melepaskan enzim lisis yang menghancurkan dinding sel dari bakteri yang akan menyerang sistem imun udang

Persentase sel granulosit tertinggi 44,86% terdapat pada P2 kontrol – tanpa pemberian injeksi bakteri vibrio pada udang yang diuji, P1 memiliki persentase tertinggi kedua yaitu 42,20%. Sedangkan P3 16,25%, P4 9,16% dan P5 12,57% termasuk kedalam persentase

granulosit yang tidak normal karena kurang dari 17%. Menurut pendapat Darwanti *et al.*, (2016), persentase granulosit normal berjumlah 17% sampai 40% dari total hemosit. Walaupun udang vaname telah infeksi bakteri vibrio, namun jumlah sel granularnya masih dalam kisaran yang normal. Hal ini karena adanya pemberian kappa karaginan yang membantu dalam menjaga sistem pertahanan tubuhnya dikarenakan mengandung senyawa bioaktif yakni alkaloid yang memiliki fungsi salah satunya merangsang produksi ROS (Reactive Oxygen Species) untuk melawan mikroorganisme yang ingin mendekati hemolymph.

Aktivitas Fagositosis (AF)

Aktivitas fagositosis berbeda signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$). Nilai tertinggi dapat dilihat pada gambar 6 terdapat pada P1 66,6% sebagai kontrol positif, menunjukkan respon imun akut terhadap infeksi *Vibrio*. Terendah terdapat pada P2 44,2% sebagai kontrol negatif tanpa infeksi. Pemberian karagenan harian P3 59,2% dan tujuh hari sekali P5 62,7% meningkatkan fagositosis secara signifikan, sementara frekuensi tiga hari sekali P4 52,4% kurang optimal. Artinya, frekuensi pemberian mempengaruhi efektivitas stimulasi imun.



Gambar 6. Aktivitas Fagositosis (AF)

Hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar 6 aktivitas fagositosis, terlihat bahwa perlakuan berbeda dalam frekuensi pemberian kappa karagenan berpengaruh signifikan terhadap kemampuan fagositik hewan uji setelah diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. P1 yang merupakan kontrol positif (tanpa kappa karagenan, hanya infeksi bakteri) menunjukkan aktivitas fagositosis tertinggi sebesar 66,6%. Hal

ini menunjukkan bahwa sistem imun hewan uji merespons secara agresif terhadap infeksi patogen tanpa adanya bantuan imunostimulan, di mana reaksi inflamasi akut menyebabkan peningkatan signifikan pada aktivitas fagositik. Sebaliknya, P2 yang merupakan kontrol negatif (tanpa karagenan dan tanpa infeksi) menunjukkan aktivitas fagositosis terendah sebesar 44,2%. Ini menunjukkan kondisi sistem

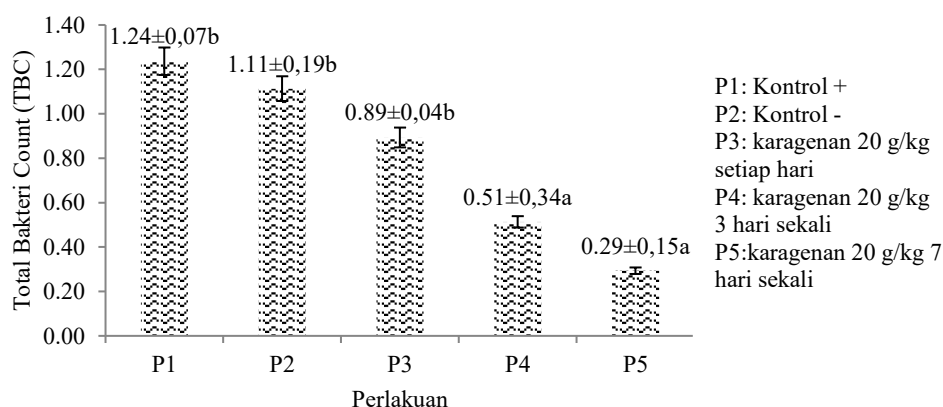
imun dalam keadaan normal dan tidak terstimulasi.

Nilai yang rendah ini menunjukkan bahwa tanpa infeksi atau rangsangan imunostimulan, fagosit tidak mengalami aktivasi signifikan, sebagaimana dijelaskan oleh Ir Harlina (2023) bahwa fagositosis akan meningkat hanya jika ada pemicu seperti patogen atau senyawa imunostimulan. P3 yang diberi pakan mengandung kappa karagenan sebanyak 20 g/kg setiap hari dan diinfeksi dengan bakteri menunjukkan peningkatan aktivitas fagosit sebesar 59,2%, lebih tinggi dari kontrol negatif dan mendekati kontrol positif. Ini menunjukkan bahwa pemberian karagenan setiap hari cukup efektif dalam mengaktivasi sistem imun bawaan, namun tidak setinggi P1 karena karagenan menstimulasi secara lebih terkontrol dibanding respons inflamasi murni akibat infeksi. Menurut Li *et al* (2021)

pemberian beta-glukan atau senyawa polisakarida secara harian mampu meningkatkan aktivitas fagosit melalui peningkatan gen-gen imun dan stimulasi makrofag, yang juga berlaku untuk karagenan sebagai salah satu jenis polisakarida sulfat.

Total Bakteri Count (TBC)

Hasil pada gambar 7 menunjukkan bahwa perbedaan total bakteri antar perlakuan signifikan secara statistik ($p < 0,05$), perlakuan P1 1,24 CFU/mL sebagai kontrol positif memiliki jumlah bakteri tertinggi, menandakan infeksi berat tanpa perlindungan imunostimulan. Gambar 8, P2 1,11 CFU/mL juga menunjukkan jumlah bakteri tinggi meskipun tanpa infeksi, karena tidak ada stimulasi kekebalan. Jumlah bakteri menurun pada gambar yang diberi kappa karagenan P3 0,89 CFU/mL, P4 0,51 CFU/mL, dan paling rendah pada P5 0,29 CFU/mL.



Gambar 7. Total Bakteri Count (TBC)

Pengamatan Total Bakteri Count (TBC) dilakukan dengan menghitung jumlah bakteri pada usus udang dan mendapatkan hasil perlakuan P1 kontrol positif (tanpa pemberian karagenan, hanya diinfeksi bakteri) menunjukkan jumlah bakteri tertinggi yaitu sebesar $1,24 \times 10^6$ CFU/g, yang mengindikasikan bahwa tanpa adanya imunostimulan, tubuh udang tidak mampu mengendalikan pertumbuhan bakteri secara efektif. Nilai tinggi ini menunjukkan kondisi stres akibat infeksi sebagaimana dijelaskan oleh Ir Harlina (2023) bahwa infeksi bakteri gram negatif seperti *Vibrio* dapat berkembang cepat dalam tubuh inang apabila tidak terdapat aktivasi imun yang kuat. Sedangkan P2 sebagai kontrol negatif (tanpa karagenan dan tanpa infeksi) menunjukkan jumlah bakteri sebesar $1,11 \times 10^6$ CFU/g, sedikit lebih rendah dibanding P1.

Mikrobiota memiliki peran penting dalam keseimbangan imun dan pencernaan, namun tidak menimbulkan respons inflamasi yang signifikan jika tidak terganggu (Zhang *et al.*, 2021). Perbedaan nyata antara P1 dan P2 sekaligus menunjukkan bahwa infeksi bakteri secara langsung mempercepat pertumbuhan bakteri di luar jumlah fisiologis normal. Perlakuan P3, dengan pemberian kappa karagenan 20 g/kg pakan setiap hari dan diinfeksi bakteri, menunjukkan penurunan signifikan menjadi $0,89 \times 10^6$ CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian karagenan harian cukup efektif dalam mengaktifkan sistem imun udang untuk menekan pertumbuhan *Vibrio*. Karagenan sebagai polisakarida sulfat berfungsi sebagai imunostimulan yang merangsang aktivasi fagosit Li *et al* (2021) menjelaskan bahwa pemberian polisakarida

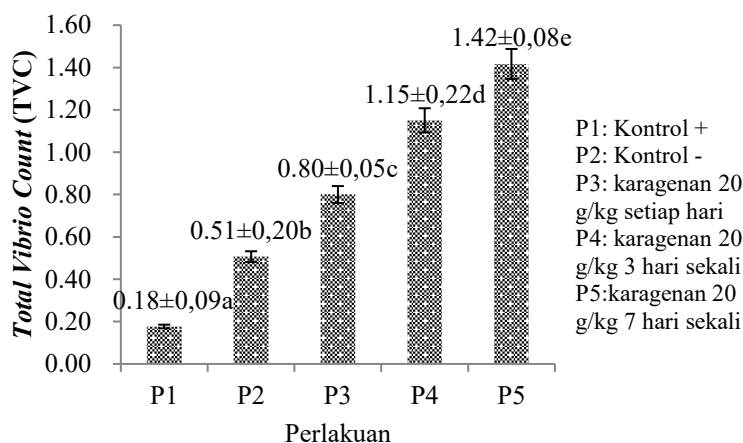
secara konsisten dapat meningkatkan imun pada udang.

Perlakuan P4, yaitu pemberian karagenan setiap tiga hari sekali, terjadi penurunan jumlah bakteri yang lebih besar, yaitu sebesar $0,51 \times 10^6$ CFU/g. Ini menunjukkan bahwa pemberian imunostimulan tidak terlalu sering namun tetap teratur mampu memberikan efek yang bagus terhadap infeksi bakteri. Penurunan ini menandakan bahwa sistem imun yang distimulasi secara berkala memiliki waktu untuk membentuk respons yang efisien tanpa mengalami overstimulasi. Hasil ini sesuai dengan Nurdin *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa pemberian imunostimulan secara intermiten dapat menghindari stres imun kronis dan mempertahankan efektivitas sel imun dalam jangka panjang. Perlakuan P5 yang hanya pemberian karagenan seminggu sekali, jumlah total bakteri turun drastis menjadi $0,29 \times 10^6$ CFU/g, yang merupakan nilai terendah dalam seluruh perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian karagenan meski hanya sekali dalam tujuh hari mampu menyiapkan sistem imun

untuk merespon infeksi secara lebih cepat dan efisien.

Total Vibrio Count (TVC)

Gambar 8 Total Vibrio Count menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara antara perlakuan ($p < 0,05$), yang ditandai dengan notasi huruf berbeda pada gambar 8. Gambar 8, P1 $0,18$ CFU/mL memiliki jumlah Vibrio paling rendah, meskipun tanpa pemberian kappa karagenan. Gambar 8, P2 $0,51$ CFU/mL sebagai kontrol negatif menunjukkan jumlah Vibrio yang masih tergolong rendah. Pemberian karagenan secara harian pada P3 $0,80$ CFU/mL mulai meningkatkan jumlah Vibrio, dan peningkatan terjadi pada P4 $1,15$ CFU/mL dan P5 $1,42$ CFU/mL, yang diberi karagenan dengan frekuensi lebih dari tiga dan tujuh hari sekali. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi pemberian karagenan yang tidak tepat justru dapat mengurangi efektivitas pertahanan tubuh terhadap infeksi *Vibrio parahaemolyticus*, sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri lebih tinggi.



Gambar 8. Total Vibrio Count (TVC)

Pengamatan Total Vibrio Count (TVC) dilakukan dengan menghitung jumlah bakteri pada usus udang hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan jumlah bakteri dari setiap perlakuan. Peningkatan jumlah bakteri ini menunjukkan bahwa perlakuan pada P5 $1,42$ CFU/mL menyebabkan pertumbuhan mikroba yang lebih tinggi namun masih menunjukkan nilai yang masih normal. Menurut Nurdin *et al* (2021), peningkatan jumlah bakteri pada media tergantung pada suhu dan lama penyimpanan, dan paparan benda dari luar.

Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan yang ditambahkan dengan kappa karagenan memiliki pengaruh terhadap sistem imun udang yang telah diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. Pada perlakuan P5 dengan pemberian kappa karagenan selama sekali dalam seminggu memberikan hasil yang terbaik jika dilihat dari parameter pengecekan imun udang seperti Survival Rate, Relative Percent Survival, dan THC. Selain itu P5 pemberian karagenan

seminggu sekali mendapatkan nilai fagositosis tinggi dan total bakteri rendah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman teman yang telah membantu selama proses penelitian, kepada dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan juga orang tua yang senantiasa selalu mendoakan sehingga kegiatan penelitian berjalan dengan lancar.

Referensi

- Azhar, F., Mukhlis, A., Lestari, D. P., & Marzuki, M. (2023). Application of *Kappa-carrageenan* as Immunostimulant Agent in Non-Specific Defense System of Vannamei shrimp. *AACL Bioflux*, 16(1), 616-624.
- Darwanti, K., Sidik, R., & Gunanti, M. (2016). Efisiensi Penggunaan Immunostimulan dalam Pakan terhadap Laju Pertumbuhan, Respon Imun dan Kelulushidupan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2), 3–17.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. (2024). *Laporan kinerja 2024*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Febriani, D., Marlina, E., & Oktaviana, A. (2018). Total Hemosit Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara pada Salinitas 10 ppt dengan Padat Tebar Berbeda. *Journal of Aquaculture Science*, 3(1), 276585.
- Hapizah, I. A., Junaidi, M., & Azhar, F. (2024). Effectiveness of Use of UV Lamp in Disinfection of Additioned Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation Media Bacteria *Vibrio Harveyi*. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 954-965.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.6889>
- Ir Harlina, M. P. (2023). *Monograf Potensi Bahan Alami Dalam Peningkatan Sistem Imun Udang Vaname*. Nas Media Pustaka, 53-54.
- Li, H., Zhao, X., Wang, Y., & Liu, Q. (2021). Effect of Dietary Polysaccharides on Immune Function of Aquatic Animals: A Review. *Aquaculture Nutrition*, 27(3), 675–688.
- Muahiddah, N., Affandi, R., & Diamahesa, W. (2022). The Effect of Immunostimulants From Natural Ingredients on Vanamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Increasing Non-Specific Immunity to Fight Disease. *Journal of Fish Health*, 2(2), 90-96.
<https://doi.org/10.1111/anu.13177>
- Mudiarti, L., Setiyowati, D., Kursistiyanto, N., & Alimin, N. (2023). Pengaruh Penambahan Alginat dalam Pakan terhadap Performa Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan*, 4(2), 56-63.
<http://dx.doi.org/10.33772/jma.v8i1.28413>
- Navianda, M. A. (2020). *Profil Hemosit Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Untuk Menduga Kualitas Perairan Tambak Di Kabupaten Probolinggo Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Novriadi, R., Fadhilah, R., Wahyudi, A. E., & Trullas, C. (2021). Effects of Hydrolysable Tannins on the Growth Performance, Total Haemocyte Counts and Lysozyme Activity of Pacific White Leg Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Reports*, 21, 100796. D OI: 10.1016/j.aqrep.2021.100796
- Nuraeni, W., & Dailami, M. (2023). *Pertumbuhan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) pada tambak Dengan Padat Penebaran Dan Jenis Kolam yang Berbeda di Balai Produksi Induk Udang Unggul dan Kekerangan (BPIU2K) Karangasem, Bali*.
- Nurdin, F., Bustamin, B., Ridwan, R., & Seniati, S. (2021). Kajian Perubahan Sifat Fisika Kimia Bakteri *Vibrio Harveyi* di Berbagai Jenis Media Pada Suhu Penyimpanan - 20°C. *Agrokompleks*, 21(2), 25–33.
<https://doi.org/10.51978/japp.v21i2.334>
- Nurlatifah, S., Darmayasa, I. B. G., Julyantoro, P. G. S., & Sudaryatma, P. E. (2022). Penghambatan Faktor Virulensi *Vibrio parahaemolyticus* Menggunakan Isolat Bakteri dari Saluran Pencernaan Ikan Kerapu. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 10(3), 228-238.
<https://doi.org/10.29244/avi.10.3.228-238>
- Nuryati, S., Wahjuningrum, D., Zulhelmi, A., & Kurniaji, A. (2024). Efektivitas Ekstrak

- Seduhan Batang Pohon Pisang Ambon dalam Mencegah Infeksi *Aeromonas hydrophila* Pada Larva Ikan Nila. *Media Akuakultur*, 19(2), 55–62. <http://dx.doi.org/10.15578/ma.19.2.2024.55-62>
- Rahmawati, N., & Larasati, R. B. (2019). Produksi Garam Farmasi dari Air Laut dengan Metode Zero Discharge Desalination di Kabupaten Pamekasan. *Doctoral dissertation*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rekha, P. N., Sarkar, S., Raja, R. N., Panigrahi, A., Jaimin, B., Rajamanickam, S., & Sivagnanam, S. (2020). Dosage Minimization of Chlorine to Improve Water Quality and Its Applicability For Shrimp Larval Rearing Operations In Hatchery. *Dr. C. Balachandran*, 49(4), 19-28.
- Rusydi, R., Natasya, S., Ayuzar, E., Khalil, M., & Adhar, S. (2022). Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) dalam Mengobati Infeksi Bakteri *Vibrio alginolyticus* Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*, 2(12), 268–279. Doi: [10.29303/jp.v12i2.305](http://doi.org/10.29303/jp.v12i2.305)
- Sri, M. (2023). Pengaruh Coating Telur Asin Terhadap Umur Simpan. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Wulandari, D. (2018). Respon Imun Non Spesifik Udang Vanamei (*Litopenaeus Vannamei*) yang Telah Diberi Perlakuan Ekstrak Polisakarida Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Untuk Melawan Penyakit WSSV. *Doctoral dissertation*. Universitas Brawijaya.
- Yanuhar, U., & Caesar, N. R. (2022). *Imunologi Molekuler untuk Ikan*. Universitas Brawijaya Press, pp:37
- Zhang, Q., Li, S., Wang, H., & Liu, Y. (2021). The Role of Gut Microbiota in Immune Homeostasis and Digestive Health in Aquatic Animals. *Aquaculture Research*, 52(3), 1021–1035. <https://doi.org/10.1111/are.14955>