

## Effectiveness of Use of UV Lamp in Disinfection of Added Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation Media Bacteria *Vibrio Harveyi*

Imro'atul Hapizah\*, Muhammad Junaidi, Fariq Azhar

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

### Article History

Received : April 28<sup>th</sup>, 2024

Revised : May 10<sup>th</sup>, 2024

Accepted : June 14<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Imro'atul Hapizah,**

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia;

Email:

[imroatulhafizah6@gmail.com](mailto:imroatulhafizah6@gmail.com)

**Abstract:** One of the most promising fisheries products in Indonesia is vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*), which is also a top export commodity. From year to year the value of shrimp exports and production continues to increase. However, vaname shrimp are susceptible to bacterial and viral attacks, so countermeasures are needed, one of which is by disinfecting the cultivation media using a UV lamp. The aims of this research is to determine the level of effectiveness of UV lamps in disinfection of cultivation media. Experimental methodology with a completely randomized plan (RAL) is the method used in this research, with 4 trials and 3 replications. The results of the research conducted showed that UV lamps were able to reduce the total bacterial count to  $4.69 \times 10^8$  CFU/mL at UV lamp 41 watt, reduce the total *Vibrio* bacteria to  $30.33 \times 10^6$  CFU/mL at UV lamp 41 watt, increase the THC value to  $8.83 \times 10^6$  CFU/mL cells/ml at P4, hyaline cells range from 31% – 54.67%, granulocyte cell values range from 29.33% – 42%, semigranulocyte cells range from 16% – 27%, the highest AF value at P4 is 32.19%, and the lowest in P1 was 79.69%. Based on the findings, it is possible to conclude that UV lights can be used as a disinfectant of cultivation media, but the right dose or light power is needed to get maximum results.

**Keywords:** *Vibrio harveyi* bacteria, Disinfection, UV Lamp, Vaname Shrimp

### Pendahuluan

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu hasil perikanan Indonesia yang sangat menjanjikan dan merupakan komoditas ekspor unggulan. Hal ini didukung pula oleh program Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), bahwa pada tahun 2024 produksi udang vaname ditargetkan mencapai 2 juta ton. Mengacu pada data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2018, volume ekspor udang vaname dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2015 hingga 2017 saja meningkat dari 124.000 ton menjadi 138.000 ton. Begitu pula dengan produksi udang yang terus meningkat, yaitu di tahun 2018 dengan volume 130.422 ton, di tahun 2019 dengan volume 156.046 ton, di tahun 2020 159.013 ton dan pada tahun 2021 mencapai 177.514 ton. Seiring dengan tingginya nilai ekspor dan produksi udang dari tahun ke tahun, maka permintaan dunia akan udang juga mengalami peningkatan yaitu mencapai

4.000.000 ton (FAO, 2018). Sehingga perlunya dilakukan kegiatan budidaya udang secara intensif untuk dapat mencapai target produksi dan dapat memenuhi permintaan dunia.

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) atau yang populer disebut dengan udang putih merupakan jenis udang yang berasal dari Amerika Selatan dan di Indonesia mulai dibudidayakan pada tahun 1900-an untuk menggantikan komoditas udang windu (*Litopenaeus monodon*) yang sulit dibudidayakan akibat serangan dari virus *whitespot*. Udang vaname juga memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki harga jual yang tinggi, mudah dibudidayakan karena tahan terhadap penyakit (Dahlan *et al.*, 2021), mampu memanfaatkan seluruh kolam air dari dasar hingga permukaan, dapat dipelihara dengan padat tebar yang tinggi, toleransi terhadap penyakit dan kondisi lingkungan karena ketersediaan induk *Specific Pathogen Free* (SPF) serta waktu pemeliharaan yang lebih pendek (Sa'adah & Khiqotul, 2019). Udang vaname juga

tak luput dari adanya penyakit yang muncul akibat dari intensifikasi budidaya yaitu penurunan kualitas air. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air budidaya yang dapat menimbulkan beragam patogen dan mikroorganisme yang tidak diinginkan yaitu pemberian pakan yang kurang tepat dan ekskresi amonia sehingga menyebabkan penyakit. Vibriosis adalah salah satu penyakit yang dapat menyebabkan kematian massal pada udang. Vibriosis disebabkan oleh bakteri dari genus *Vibrio* seperti *Vibrio harveyi*, *V. arahaemolyticus*, *V. penaeicida*, dan *V. alginolyticus*. Udang yang terserang bakteri ini akan mengalami perubahan terhadap tingkah laku dan morfologinya, yaitu udang akan berenang mendekati aerasi, bagian telson memerah, nekrosis pada uropod, dan melanosis pada segmen tubuh (Utami *et al.*, 2016).

Desinfeksi merupakan salah satu cara yang digunakan oleh tambak-tambak besar untuk mencegah munculnya penyakit vibriosis. Biasanya desinfeksi media budidaya di tambak-tambak menggunakan bahan kimia seperti kaporit atau Klor ( $Ca_2$ ). Namun bahan tersebut merupakan bahan kimia yang rentan terhadap dampak lingkungan dan kesehatan bagi manusia karena klor ( $Ca_2$ ) dapat menghasilkan suatu yang disebut "disinfecyion by – product (DBP's)" pada air seperti *Trihalomethanes* efeknya menyebabkan mutagen, karsinogenik dan menyebabkan kecacatan (Cahyonugroho, 2010), sehingga dibutuhkan metode desinfeksi yang tidak menimbulkan bahaya dan residu bagi produk budidaya maupun lingkungan dan manusia, seperti sinar UV.

Sinar Ultraviolet (UV) merupakan radiasi gelombang elektromagnetik yang bersumber dari matahari, namun sinar UV juga bisa didapatkan dari lampu fluorescent khusus atau LED. Lampu UV banyak digunakan sebagai desinfektan karena memiliki kemampuan untuk menonaktifkan virus, bakteri, dan protozoa. Lampu UV (ultraviolet) akan memasuki dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Akibatnya, mikroorganisme akan mati dan mutasi sel.

Penelitian Cahyonugroho (2010), mengenai penggunaan lampu UV dengan daya 15 watt untuk mengurangi bakteri *E. coli*

menunjukkan hasil yang signifikan. Jumlah bakteri turun hingga 85% dengan ketinggian lampu 10 cm dan waktu paparan 5 menit di kedalaman 6 mm setelah proses pengadukan. Selain itu, efek radiasi ultraviolet pada bakteri *V. harveyi* yang dilakukan oleh Rahmawati (2015) menunjukkan bahwa lampu UV 30 watt dengan panjang gelombang antara 200 nm dan 280 nm, jarak penyinaran 3 cm dan waktu penyinaran 80 detik membunuh bakteri *V. harveyi* sebanyak 85%. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk mengetahui bagaimana lampu UV mempengaruhi desinfeksi media budidaya, khususnya pada budidaya udang vaname dengan penambahan *Vibrio harveyi*.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat

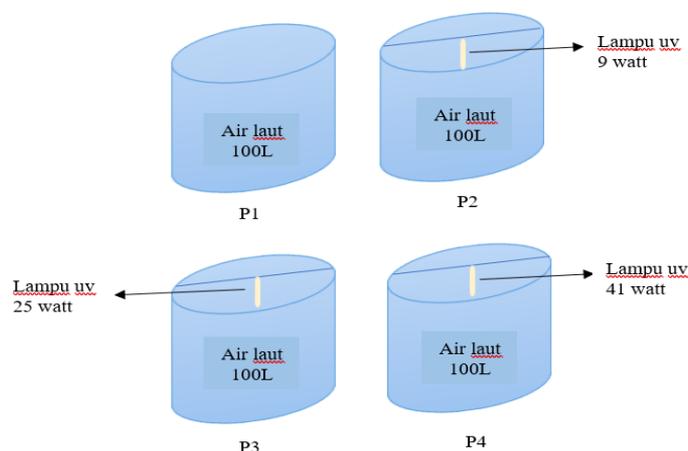
Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2023 hingga Februari 2024 yang berlokasi di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan, Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Mataram. Selanjutnya dilakukan kegiatan pengamatan parameter seperti *Total Bacterial Count* (TBC), *Total Vibrio Count* (TVC), *Total Haemocyte Count* (THC), *Differential Haemocyte Count* (DHC), dan aktifitas fagositosis (AF) di Laboratorium Kesehatan Ikan, Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Mataram.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental, yaitu percobaan pemberian lampu UV dengan daya yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yakni rancangan lapangan di suatu lokasi homogeny dimana lokasi homogeny yang dimaksud adalah wadah kontainer dengan volume 45L. Perlakuan yang diberikan adalah 4 perlakuan lampu UV daya berbeda dengan 3 kali ulangan, yaitu:

- P1 (kontrol) : Tanpa lampu UV + vibrio 0,3 ml
- P2 : Lampu UV 9 watt + vibrio 0,3 ml
- P3 : Lampu UV 25 watt + vibrio 0,3 ml
- P4 : Lampu UV 41 watt + vibrio 0,3 ml

Adapun konstruksi rancangan lampu UV tertera pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Konstruksi Rancangan Lampu UV pada Ember Penampungan Air Laut

### Prosedur Penelitian

Alat-alat yang perlu disediakan terdiri aerasi, autoclave, bunsen, cawan petri, DO meter, drigalski, ember 150L, erlenmeyer, haemositometer, hot plate stirer, kaca preparat, lampu UV, mikropipet, mikroskop, pH meter, refraktometer, spuit, dan timbangan analitik. Sedangkan untuk bahan-bahan terdiri dari air laut, aquades, alkohol 70%, bakteri *Vibrio*, giemsa, TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Saccharose*), NA (*Nutrient Agar*), TSB (*Tryptic Soy Broth*), methanol, pakan udang, dan benih udang vaname. Wadah pemeliharaan pada penelitian ini menggunakan kontainer ukuran 45L. Benih udang vaname yang digunakan di dapatkan dari PT. Bibit Unggul Lombok Utara.

Media TCBS terlebih dahulu dibuat dengan menimbang TCBS sebanyak 8,9 g per 100 ml aquades yang telah disteril dengan autoclave. Keduanya dimasak hingga mendidih, ditunggu hingga dingin lalu dituang ke cawan petri dan didiamkan hingga padat. Sedangkan media NA dan TSB ditimbang masing-masing 4g per 100ml aquades, lalu dimasak hingga mendidih. NA dituang ke dalam cawan petri, sedangkan TSB didiamkan di dalam erlenmeyer. Tahap selanjutnya yaitu air laut diambil sebanyak 100 $\mu$  dengan mikropipet dan disebar pada media TCBS. Diinkubasi hingga 24 jam. Koloni yang hidup pada TCBS diambil 1 ose secara steril kemudian di kultur pada media TSB dan diinkubasi 24 jam. *Vibrio* yang tumbuh pada TSB dihitung kepadatannya menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*) dengan mengambil 100 $\mu$  dan dilakukan pengenceran berseri hingga  $10^{-5}$ , diinkubasi selama 24 jam.

Lampu UV dipasang dengan posisi di tengah pada masing-masing ember penampungan air yang berisi 100L air laut (Gambar 1). Bakteri *Vibrio* pada TSB diambil sebanyak 0,3ml dan dituang ke dalam masing-masing ember perlakuan yang berukuran 100L air laut. Lampu UV dihidupkan selama 24 jam dan setelah 24 jam, air dari masing-masing ember diambil untuk diamati total vibrionya. Air tersebut digunakan untuk media pemeliharaan udang selama penelitian. Selanjutnya, sebanyak 20 ekor udang vaname ditebar pada masing-masing kontainer dengan panjang awal rata-rata 1,7 cm dan berat awal rata-rata 0,05 g. Tiap kontainer diberi shelter untuk mencegah udang saling memakan (kanibalisme). Dilakukan penyiponan setiap hari untuk memastikan kualitas air tetap pada kondisi normal. Selama kegiatan penelitian, parameter kualitas air diukur sebanyak 2 kali, yang meliputi suhu, DO, salinitas, dan pH. Pengamatan TBC, TVC, THC, DHC, dan aktifitas fagositosis AF) dilakukan pada akhir penelitian.

### Parameter Uji

Parameter utama dalam penelitian ini adalah terdiri dari TBC, TVC, THC, DHC, aktifitas fagositosis (AF), dan kualitas air.

### *Total Bacterial Count (TBC) dan Total Vibrio Count (TVC)*

Perhitungan kedua parameter ini menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*). Untuk *Total Bakteri Count* (TBC) menggunakan sampel air pemeliharaan udang sebanyak 0,1 mL lalu dihomogenkan dalam NaCl 0,9 mL hingga pengenceran  $10^{-8}$  secara berseri. Dan untuk *Total*

*Vibrio Count* (TVC) menggunakan sampel dari hepatopankreas 0,1 g lalu dihomogenkan dengan NaCl 0,9 mL hingga pengenceran  $10^{-6}$ . Jumlah bakteri yang dihitung dinyatakan dalam satuan CFU/ml (colony-forming unit/mL) (Fuandila *et al.*, 2019) dan jumlah bakteri tersebut dihitung berdasarkan (Madigan *et al.*, 2023).

### Total Hemocyte Count (THC)

Perhitungan THC dilakukan dengan mengambil 0,1 mL *hemolymph* di bagian ujung kaki jalan kelima dengan spuit yang telah diisi dengan antikoagulan sebanyak 0,2 mL. *Total Hemocyte Count* (THC) dapat dihitung dengan rumus dari Suleman *et al.*, (2019) yaitu:

$$\text{Rata} \sum \text{sel terhitung} \times \frac{1}{(\text{vol kotak besar})} \times \text{pengenceran} \times 1000$$

### Differential Haemocyte Count (DHC)

Pengamatan DHC dimulai dengan mengisi 0,2 spuit dengan antikoagulan dan *hemolymph* udang kemudian dicampur hingga 5 menit dan selanjutnya ditekan pada objek kaca. Pemeriksaan DHC dihitung menggunakan rumus dari Wangi *et al.*, (2019) yaitu:

$$\text{DHC} (\%) = \frac{\text{Jumlah sel hemosit tertentu}}{\text{total sel hemosit}} \times 100$$

### Aktivitas Fagositosis (AF)

*Hemolymph* udang diambil 50  $\mu\text{l}$  dan dimasukkan ke dalam microtube lalu ditambahkan 50  $\mu\text{l}$  suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* ( $10^7$  CFU/mL), dihomogenkan dan diinkubasi selama 20 menit. Aktivitas fagositosis dihitung dalam persen (%) menggunakan rumus Kurniawan *et al.*, (2018) sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah sel fagosit yang melakukan fagositosis}}{\text{jumlah sel fagosit}} \times 100$$

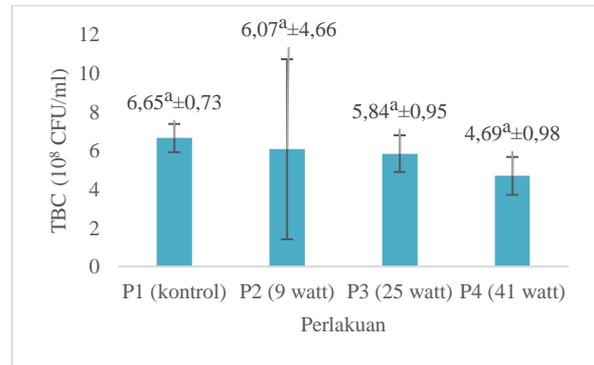
### Analisis Data

Data TBC, TVC, THC, DHC, dan aktifitas fagositosis (AF) dianalisa menggunakan Analisis of Varian (ANOVA) pada taraf signifikan 0,05, jika hasil yang didapatkan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), maka dilakukan dengan uji Duncan dan uji homogenitas untuk mendapatkan letak signifikansi data yang diperoleh. Sedangkan data kualitas air disajikan secara deskriptif.

## Hasil dan Pembahasan

### Total Bacterial Count (TBC)

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, nilai kelimpahan total bakteri berkisar antara  $4,69 \times 10^8$  CFU/mL –  $6,65 \times 10^8$  CFU/mL (Gambar 2).

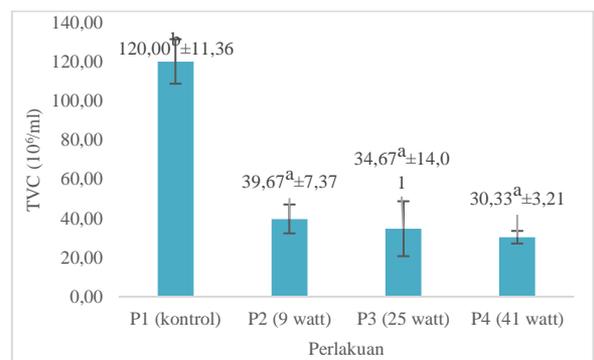


Gambar 2. Grafik Total Bacterial Count (TBC)

Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa penggunaan UV dengan daya yang berbeda memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kelimpahan bakteri udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

### Total Vibrio Count (TVC)

Berdasarkan penelitian, didapatkan bahwa nilai bakteri vibrio pada berkisar antara  $120 \times 10^6$  CFU/mL –  $30,33 \times 10^6$  CFU/mL (Gambar 3).

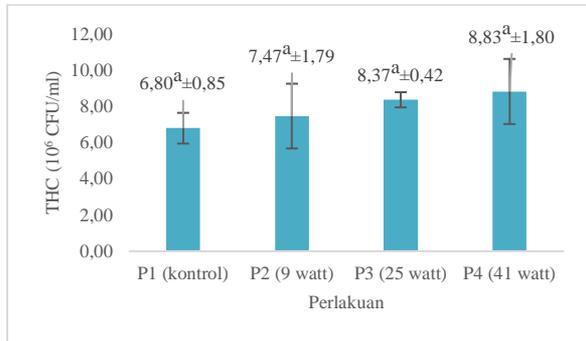


Gambar 3. Grafik Total Vibrio Count (TVC)

Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa penggunaan UV dengan daya yang berbeda memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap konsentrasi bakteri vibrio pada hepatopankreas udang uji. Berdasarkan hasil uji Duncan, diketahui bahwa P1 (kontrol) berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap P2 (9 watt), P3 (25 watt), P4 (41 watt).

### Total Haemocyte Count (THC)

Dari grafik yang terdapat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai THC pada perlakuan berkisar dari  $6,80 \times 10^6$  CFU/mL –  $8,83 \times 10^6$  CFU/mL.

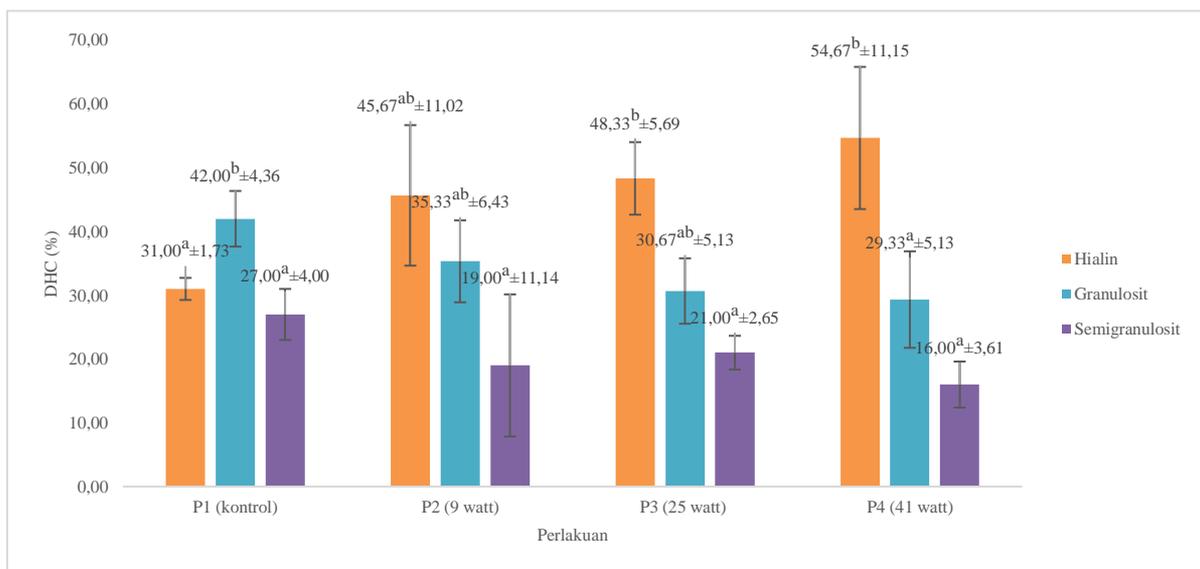


**Gambar 4.** Grafik Total Haemocyte Count (THC)

Hasil uji *One Way* ANOVA menunjukkan bahwa penggunaan UV dengan daya yang berbeda memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap total haemocyte count (THC) udang vaname (*Litopanaeus vannamei*).

### Differential Haemocyte Count (DHC)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan sel hialin berkisar antara 31%–54,67%, sel granulosit berkisar antara 29,33%–42%, dan sel semigranulosit berkisar dari 16%–27%. Nilai *Differential Haemocyte Count* (DHC) disajikan pada Gambar 5 sebagai berikut.

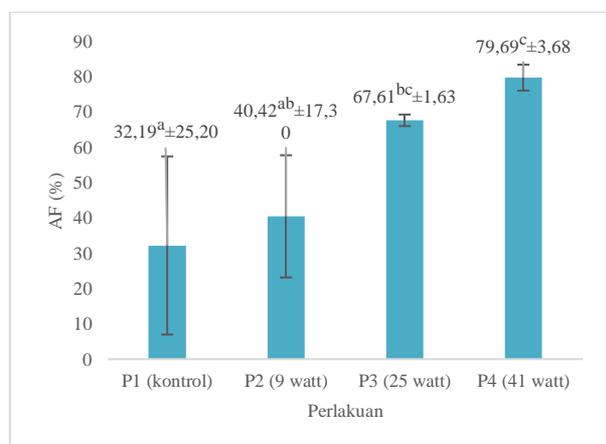


**Gambar 5.** Grafik Differential Haemocyte Count (DHC)

Hasil uji *One Way* ANOVA menunjukkan bahwa nilai hialin pada P1 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap P3 dan P4 tetapi P1 tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap P2. Nilai sel granulosit menunjukkan bahwa P1 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap P4 tetapi P1 tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap P2 dan P3. Sedangkan nilai semigranulosit menunjukkan bahwa perlakuan kontrol atau P1 tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap semua perlakuan.

### Aktivitas fagositosis (AF)

Berdasarkan grafik AF yang tertera pada Gambar 6, nilai AF yang didapatkan selama penelitian berkisar antara 32,19%–79,69%.



**Gambar 6.** Grafik Aktivitas Fagositosis (AF)

Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa penggunaan UV dengan daya berbeda memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kontrol, yaitu terjadi kenaikan yang signifikan pada perlakuan dibandingkan dengan kontrol yang ada. Berdasarkan uji Duncan, diketahui bahwa P4 (41 watt) berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap P2 (9 watt) dan P1 (kontrol), sedangkan P4 (41 watt) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan P3 (25 watt).

### Kualitas Air

Pemeliharaan kualitas air dilakukan dengan penyiponan secara berkala, pergantian air dan pemberian aerasi secara optimal. Kualitas air yang diamati pada penelitian terdiri dari DO, pH, suhu (temperatur), dan salinitas. Hasil kualitas air pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Hasil Kualitas Air

Perlakuan	DO (mg/l)	pH	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)
P1	5,9-6,5	6,3-6,9	31- 34	29,5-30,1
P2	6,1-6,8	6,4-7,1	31-34	28,9-29,6
P3	6,0-6,5	6,4-7,2	31-34	29,0-29,9
P4	6,4-6,6	6,5-7,3	33-34	29,0-29,5

Kualitas air yang diperoleh dari awal hingga akhir penelitian menunjukkan kisaran yang normal untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname.

### Pembahasan

#### *Total Bacterial Count (TBC)*

Total bakteri yang terbaik diantara semua perlakuan terdapat pada perlakuan P4 yang diberi lampu UV 41 watt, karena pada P4 jumlah total bakteri lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Meskipun demikian, nilai yang didapatkan pada penelitian termasuk cukup tinggi, karena semua jenis bakteri baik dan tidak baik ditemukan dalam pengamatan TBC ini, sehingga tidak mungkin untuk mengetahui dengan pasti jenis bakteri baik dan tidak baik yang ditemukan dalam penelitian ini. Untuk dapat mengetahui jenis bakteri yang didapat apakah baik atau tidak maka perlu dilakukan uji lebih lanjut dengan uji pewarnaan gram. Bakteri

umum yang terdapat pada perairan maupun usus udang memiliki ambang batas total yang tidak melebihi  $10^6$  CFU/ml (Taslihan, 2015). Bakteri yang apabila melebihi ambang batas tersebut akan menyebabkan kematian massal pada udang. Meskipun pada penelitian nilai TBC melebihi ambang batas yang ditentukan namun tidak terjadi kematian massal, diduga karena nilai total bakteri umum lebih tinggi dibandingkan dengan total vibrio yang lebih rendah, yang mana bakteri vibrio merupakan penyebab utama terjadinya kematian massal tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kharisma & Manan (2014), bahwa dapat terjadi penurunan kelangsungan hidup pada pemeliharaan udang jika bakteri *Vibrio* sp. lebih tinggi daripada bakteri yang lain.

#### *Total Vibrio Count (TVC)*

Total bakteri yang terbaik diantara semua perlakuan terdapat pada perlakuan P4 yang diberi lampu UV 41 watt, karena pada P4 jumlah total bakteri vibrio lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya, terutama pada perlakuan P1 tanpa lampu UV. *Vibrio* memiliki batas aman untuk perairan tambak yaitu yaitu  $< 10^4$  CFU/ml dan *Vibrio* menjadi berbahaya jika kelimpahannya di dalam air pemeliharaan mencapai  $8,35 \times 10^4$  CFU/ml atau lebih. Hal inilah yang menimbulkan kematian 90% pada benur stadium larva, post larva, dan udang dewasa jika kepadatan bakteri  $> 10^6$  CFU/ml (Zafran & Roza, 1998) dalam Idami & Nasution (2020). Pernyataan tersebut berlawanan dengan yang terjadi pada saat penelitian, dimana kepadatan bakteri *Vibrio* lebih dari  $10^6$ . Namun hal tersebut tidak memberikan dampak yang nyata pada udang uji, dibuktikan dengan tingkat kelulushidupan udang yang terbilang cukup tinggi. Tingginya total *Vibrio* pada P1 diduga karena pada perlakuan tersebut tidak diberikan lampu UV sehingga bakteri berkembang menjadi lebih banyak. Berbeda dengan P2, P3, dan P4, dimana pada perlakuan tersebut total *Vibrio* lebih sedikit karena diberikan lampu UV. Lampu UV yang diberikan pada P2, P3, dan P4 dapat menghalang tumbuhnya bakteri karena lampu UV memiliki sifat yang dapat merusak dinding DNA bakteri sehingga bakteri tidak dapat berkembang. Hal ini sejalan dengan pernyataan Cahyonugroho (2010) bahwa penyerapan lampu UV oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) membuat mikroorganisme tidak dapat

bereplikasi karena pembentukan ikatan rangkap oleh molekul pirimidin, yang menyebabkan sel kehilangan sifat patogennya. Lebih lanjut Rahmawah (2015) menjelaskan bahwa pada saat proses pensterilan menggunakan sinar UV, terjadi proses transfer energi elektromagnetik dari sumber lampu menuju materi seluler organisme, yang terdiri dari protein dan asam nukleat. Cahaya UV tersebut membentuk *Thymine dimmers* yang akan merusak DNA mikroorganisme, lalu *dimmers* tersebut mencegah mikroorganisme untuk melakukan proses transkripsi dan replikasi DNA sehingga pada akhirnya menyebabkan kematian sel.

Adapun beberapa faktor yang dapat menurunkan tingkat keefektifan UV dalam mematikan mikroorganisme dalam air yaitu intensitas ultraviolet, lama waktu kontak dengan air, dan kualitas air. Pada UV dengan panjang gelombang atau intensitas 200 nm – 280 nm akan menyebabkan bakteri dan virus menjadi tidak aktif, pada panjang gelombang 400J/m<sup>2</sup> atau 254 nm UV mampu membunuh mikroorganisme. Sedangkan apabila semakin lama waktu pemaparan UV, jumlah bakteri yang mati akan semakin tinggi (Rahmawah, 2015). Sedangkan menurut Asikin *et al.*, (2014) bahwa kondisi lingkungan juga berpengaruh terhadap kepadatan bakteri pada air laut, dimana air laut yang bersumber pada areal pantai umumnya mengandung lebih banyak bakteri dibandingkan dengan air laut yang bersumber dari laut terbuka. Apabila bakteri pada air terlalu tinggi, maka akan menurunkan kemampuan UV untuk membunuh bakteri tersebut.

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

Perlakuan P4 dengan lampu UV 41 watt memiliki nilai THC tertinggi daripada perlakuan lainnya. Dalam hal ini, hemosit memainkan peranan penting dalam pertahanan tubuh crustacea, yaitu menghilangkan partikel asing yang masuk ke dalam tubuh udang melalui proses fagositosis, enkapsulasi, dan pembentukan nodul. Tingkat pertahanan tubuh udang terhadap patogen dapat diukur dengan menghitung jumlah hemosit. Semakin tinggi jumlah hemosit menandakan semakin baik pertahanan tubuh udang dalam melawan patogen. Hal ini sejalan dengan Sahoo *et al.*, (2006) dalam Oktaviana & Febriani (2019) bahwa hemosit merupakan salah satu pertahanan

pada udang yang bertanggung jawab terhadap fagositosis, nodulasi, dan enkapsulasi. Tingginya jumlah hemosit menandakan tingkat kesehatan udang yang baik.

Chang *et al.*, (1999) dalam Putri *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kisaran THC untuk udang penaeid yaitu  $20 \times 10^6 - 40 \times 10^6$  sel/ml. Nilai tersebut termasuk lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian, diduga disebabkan karena mekanisme kekebalan tubuh udang terinfeksi oleh bakteri. Hal ini sesuai dengan Widanarni *et al.*, (2016) yang menyatakan mekanisme pertahanan tubuh seperti infiltrasi hemosit pada jaringan yang terinfeksi, kematian sel akibat apoptosis, aktivitas fagositosis, dan degranulasi untuk aktivasi sistem prophenoloxydase (proPO) dan pertahanan tubuh lainnya adalah penyebab rendahnya nilai hemosit. Enzim phenoloxydase (PO) yang ada di dalam hemolim berfungsi sebagai pro-enzyme inaktif yang disebut proPO, yang berfungsi untuk pengenalan benda asing dan melanisasi. Cukup rendahnya nilai THC pada perlakuan juga dapat disebabkan adanya infeksi yang menyebabkan tingginya jumlah sel granulosit, dimana sel granulosit ini akan berpindah ke daerah yang mengalami infeksi sehingga terjadi perubahan jumlah hemosit ketika proses pengambilan darah udang. Kurniawan *et al.*, (2018) juga menyatakan bahwa infeksi dapat meningkatkan sel granular di bagian tubuh yang sedang terinfeksi sehingga terjadi perubahan THC pada udang. Sel darah udang berpindah ke daerah yang terkena infeksi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan THC ketika pengambilan darah pada organ sirkulasi.

#### **Differential Haemocyte Count (DHC)**

*Differential Haemocyte Count (DHC)* merupakan indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui respon imun pada udang. Haemocyte pada hewan penaeid termasuk udang dibedakan ke dalam bentuk yang tidak memiliki granula (*agranulocyte*) yang biasa disebut hialin, bergranula sedikit (*semigranulocyte*) atau semigranulosit, dan bergranula banyak (*granulocyte*) atau granulosit. Sel-sel hialin memiliki inti sel (*nucleus*) berukuran besar dan letaknya ditengah, dikelilingi oleh sitoplasma basophilic. Pada sitoplasma ini, retikulum endoplasma serta ribosom tidak terlihat dan juga tidak ditemukannya badan golgi, granul hampir

tidak ada atau hanya terlihat sangat sedikit. Di dalam sitoplasmanya, granulosit mengandung granula yang dapat memberi warna biru pada saat pewarnaan menggunakan giemsa. Granulosit termasuk jaringan yang bekerja sebagai pertahanan seluler dalam melawan infeksi, sel granulosit akan berpindah ke tempat terjadinya infeksi (Darwanti *et al.*, 2016). Inti sel hialin berukuran lebih besar daripada sitoplasmanya yaitu berukuran 6–13  $\mu\text{m}$ , sedangkan sel granular memiliki nukleus (inti) lebih kecil daripada sitoplasmanya yaitu berukuran 10–20  $\mu\text{m}$  (Kurniawan *et al.*, (2018).

Pada penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa sel hialin memiliki persentase tertinggi dari total hemosit yaitu berkisar dari 31–54,67%. Sedangkan sel granulosit memiliki persentase berkisar dari 19–42% dan persentase sel semigranulosit yaitu berkisar dari 16–27%. Dari hasil yang didapatkan tersebut, persentase ketiga sel darah udang tergolong pada kisaran normal untuk perlakuan. Sel hialin pada udang normal memiliki persentase 60% hingga 93% dari keseluruhan hemosit, sementara itu pada sel granulosit memiliki persentase yang terdiri dari 17% hingga 40% (Darwanti *et al.*, 2016) dan sel semigranulosit memiliki presentase yang terdiri dari 13–49% (Wangi *et al.*, 2019). Adanya peningkatan DHC pada tiap perlakuan merupakan indikator bahwa penggunaan lampu dengan daya yang berbeda sebagai media desinfeksi cukup berpengaruh. Dari kedua sel antara sel granulosit dan sel semigranulosit, sel granulosit memiliki persentase lebih tinggi yang menandakan bahwa sel granulosit lebih banyak berperan dalam pertahanan tubuh udang dibandingkan dengan sel semigranulosit. Namun apabila terjadi kondisi yang tidak baik seperti adanya benda asing seperti bakteri maupun virus, baik sel granulosit dan semigranulosit akan mengalami penurunan.

Meningkatnya persentase sel hialin pada perlakuan erat kaitannya dengan aktifitas fagositosis, yang merupakan pertahanan pertama dalam melawan adanya patogen. *Factor opsonin* yang dihasilkan dari transformasi proPO menjadi PO pada sel granular akan mengaktifkan sel hialin, memberi kemampuan untuk memfagosit benda asing, baik virus maupun bakteri. Menurut Arifati *et al.*, (2018) bahwa sel hialin berperan sebagai pengenalan terhadap adanya benda asing yang masuk ke dalam tubuh udang.

Dibandingkan dengan sel hialin, sel granulosit adalah sel yang paling berperan dalam sistem pertahanan tubuh udang. Menurut Subaidah *et al.*, (2018) bahwa sel hialin melakukan aktivitas dalam mekanisme pembentukan hemolim dan melakukan beberapa aktivitas fagositosis, tetapi tidak melakukan pembentukan dan pengerasan kutikula selama proses moulting serta menghancurkan makromolekul seperti karbohidrat, DNA, dan protein patogen sebagai bentuk perlawanannya. Tingginya persentase sel granulosit pada P1 dibandingkan dengan perlakuan yang lain diduga karena pada P1 ini tidak diberikan lampu UV yang akan membantu proses desinfeksi media air yang sebelumnya telah diberi bakteri. Menurut Himzanah *et al.*, (2023) bahwa sel granulosit memiliki fungsi utama yaitu menghasilkan enzim *phenoloxydase* (PO) yang berfungsi dalam mekanisme pertahanan nonspesifik udang. Pada tahap awal masuknya partikel asing di ke dalam tubuh udang, sel granulosit yang berperan dalam proses enkapsulasi dan mengaktifkan sistem prophenoloxydase (proPO). Granulosit bersama dengan sel semigranulosit melakukan proses degranulasi, *cytotoxicity*, dan lisis terhadap partikel asing pada perairan yang menyebabkan penurunan jumlah sel granulosit pada hemolim. Menurut Van de Braak (2002) dalam (Wangi *et al.*, 2019) bahwa sel semigranulosit yang berperan utama ketika terjadi serangan patogen, dimana sel semigranulosit ini adalah pematangan dari sel hialin sehingga sel semigranulosit tidak berkembang dan menyebabkan jumlah selnya menurun. Meskipun demikian, sel semigranulosit ini dapat melakukan enkapsulasi dan sedikit berperan dalam proses fagositosis. Enkapsulasi adalah sebuah reaksi pertahanan untuk melawan partikel dengan jumlah besar yang tidak dapat difagosit oleh haemocyte.

#### **Aktivitas Fagositosis (AF)**

Nilai AF tertinggi adalah pada perlakuan P4 dengan lampu UV 41 watt, yang artinya terjadi peningkatan aktivitas fagositosis tiap perlakuan pada udang uji. Peningkatan aktivitas fagositosis sangat berhubungan dengan sistem imun udang yang meningkat sebagai respon terhadap adanya partikel asing yang bersifat imunogenik yang masuk ke dalam tubuhnya. Untuk mempertahankan diri dari serangan patogen maka udang berusaha untuk

menghancurkan patogen tersebut melalui proses fagositosis. Putri *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa fagositosis adalah pertahanan non spesifik untuk udang yang secara umum dapat menjaga dari adanya serangan patogen atau penyakit.

### Kualitas Air

Kualitas air juga sangat penting karena sangat berpengaruh terhadap keberhasilan kegiatan budidaya. Pada penelitian ini ada beberapa parameter penting yang diukur yaitu DO atau oksigen terlarut, pH, salinitas, dan suhu. Dari hasil pengukuran tersebut didapat bahwa kualitas air masih pada kisaran normal untuk keberlangsungan hidup udang (Tabel 1).

Oksigen terlarut (DO) pada media erat kaitannya dengan proses metabolisme. Apabila nilai DO rendah maka akan menyebabkan tingginya persaingan dalam konsumsi oksigen sehingga berdampak pada kematian udang yang dipelihara. Selain itu, menurut Suwoyo *et al.*, (2017) asupan oksigen yang rendah mampu menyebabkan kondisi krustas serta hipoksia sehingga berdampak pada mekanisme adaptasi spesifik seperti penurunan laju metabolisme, modifikasi tingkat asam basa dari hemolim, perubahan kemampuan mengikat hemosianin serta perubahan konsentrasi ion dalam tubuh udang vaname. Untuk menghindari kurangnya kadar oksigen terlarut, maka diupayakan untuk menambahkan aerasi pada media pemeliharaan. Pada penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai DO berkisar dari 5,9 mg/l–6,8 mg/l. Nilai yang didapat tersebut tergolong baik karena menurut (Purnamasari *et al.*, 2017) bahwa angka optimal untuk DO pada budidaya udang yaitu berkisar dari 4–8 mg/l.

Perubahan suhu yang terjadi pada perairan sangat berpengaruh terhadap metabolisme udang. Apabila suhu perairan rendah maka proses metabolisme udang akan melambat, begitu pula sebaliknya jika suhu perairan tinggi maka metabolisme udang juga meningkat. Hal tersebut berpengaruh terhadap tingginya konsumsi oksigen pada udang apabila suhu perairan tinggi. Pada penelitian, suhu yang didapat berkisar dari 28,9°C–29,9°C. Hasil tersebut tergolong optimal karena menurut Ningsih (2021) suhu optimum bagi pembesaran dan pemeliharaan udang vaname yaitu antara 25–32°C. Suhu yang tinggi di air dapat disebabkan oleh adanya penyinaran oleh lampu UV, dimana

lampu menghasilkan panas. Hal ini sejalan dengan penelitian Gunawan & Suraya (2019), bahwa air akuarium yang diberi lampu suhunya meningkat dibandingkan dengan air akuarium yang tidak diberi lampu. Hal tersebut karena air memiliki sifat pemanasan yang khas yang disebut kapasitas panas spesifik (*specific heat capacity*). Penelitian Mukti (2014) juga menyatakan bahwa peningkatan suhu dipengaruhi oleh adanya panas dari lampu UV dan semakin tinggi suhu maka akan semakin tinggi pula metabolisme pada udang yang menyebabkan tingginya konsumsi oksigen serta tinggi suhu juga berdampak pada menurunnya kelarutan oksigen dalam air. Dengan demikian, kita ketahui bahwa suhu air berhubungan dengan DO, dimana apabila suhu tinggi maka DO akan rendah dan begitu pula sebaliknya. Namun pada penelitian ini baik suhu maupun DO masih berada pada kondisi normal sehingga tidak berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang.

Kadar keasaman dalam air (pH) adalah parameter yang menyatakan tingkat keasaman suatu perairan. Nilai pH pada penelitian berkisar dari 6,4–7,3. Nilai yang didapatkan tersebut tergolong optimal karena menurut Supriatna *et al.*, (2020) bahwa nilai pH optimal pada perairan untuk kegiatan budidaya udang yaitu 6,5–9. Jika pH sangat rendah atau sangat tinggi maka udang akan stres dan kulitnya menjadi lembek sehingga kelangsungan hidupnya juga rendah. Adanya proses respirasi dan pembusukan zat organik menyebabkan pH menjadi rendah. Apabila pH menurun secara ekstrem maka akan menyebabkan biota mengalami asidosis, yaitu menurunnya pH pada darah udang sehingga menurunkan kemampuan darah untuk mengangkut oksigen. Selain itu, menurut Mukti (2012), bahwa pada perairan yang terlalu asam akan menyebabkan perairan tersebut kurang aktif sehingga dapat membunuh kehidupan hewan budidaya. Nilai DO terlarut di dalam air yang rendah, aktivitas pernapasan naik, dan selera makan menurun. Dapat menandakan reandahnya pH pada perairan.

Pertumbuhan dan keberlangsungan hidup udang, terutama untuk proses osmoregulasi sangat dipengaruhi oleh salinitas. Udang akan cenderung banyak minum air lalu insang dan permukaan tubuh membuang natrium klorida pada perairan dengan salinitas tinggi

(hiperosmotik). Lalu ginjal udang akan mengeluarkan kelebihan ion-ion kalsium ( $\text{Ca}^+$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) serta mengeluarkan sedikit urin (Mukti, 2012). Sedangkan apabila salinitas perairan rendah (hiposmotik), maka udang menyeimbangkan kondisi tubuhnya dengan mengeluarkan banyak urin. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, bahwa nilai salinitas yang didapatkan yaitu berkisar dari 31–34 ppt. Menurut Ningsih (2021), bahwa udang akan tumbuh maksimal jika berada pada salinitas yang berkisar antara 5–30 ppt. Nilai tersebut lebih rendah daripada ketika penelitian, akan tetapi hal tersebut tidak berpengaruh yang nyata karena masih dapat ditoleransi oleh udang. Selain itu, hal ini juga disebabkan karena udang termasuk hewan yang dapat beradaptasi pada salinitas yang luas. Ismail *et al.*, (2021) menyatakan bahwa udang vaname memiliki toleransi kadar salinitas yang cukup luas berkisar dari 0,5–40 ppt karena tergolong *hyper-hypo osmoregulator*. Meskipun udang mampu hidup pada salinitas yang luas, akan tetapi perubahan salinitas dapat berpengaruh terhadap tekanan osmotik udang. Apabila salinitas terlalu rendah atau tinggi dari kondisi normal maka energi yang dibutuhkan untuk beradaptasi akan semakin banyak. Zhu *et al.*, (2004) dalam Utami *et al.*, (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi atau rendah salinitas media dari keadaan isoosmotik, maka energi metabolisme yang digunakan untuk melakukan osmoregulasi sebagai upaya untuk beradaptasi akan semakin banyak. Akibatnya, udang yang dipelihara di media dengan rendah lebih mudah terinfeksi bakteri karena penurunan daya tahan tubuh karena penurunan salinitas seiring dengan penurunan energi yang dihasilkan oleh proses osmoregulasi.

## Kesimpulan

Penggunaan lampu UV mampu menurunkan jumlah bakteri total hingga  $4,69 \times 10^8$  CFU/mL pada perlakuan dengan lampu 41 watt (P4), menurunkan total bakteri *Vibrio* hingga  $30,33 \times 10^6$  CFU/ml pada perlakuan dengan lampu 41 watt (P4), meningkatkan nilai THC hingga  $8,83 \times 10^6$  CFU/mL sel/ml pada perlakuan dengan lampu 41 watt (P4), sel hialin berkisar dari 31%–54,67%, nilai sel granulosit berkisar dari 29,33%–42%, sel semigranulosit

berkisar dari 16%–27%, nilai AF tertinggi pada P4 sebesar 32,19%, dan terendah pada perlakuan tanpa lampu UV (P1) sebesar 79,69%. Namun meskipun demikian, diperlukan dosis atau daya lampu UV yang sesuai untuk mendapatkan hasil desinfeksi terbaik.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada kedua dosen pembimbing yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan artikel ini, serta bapak Andre Rachmat Scabra, S.Pi., M.Si. yang merupakan pemberi dana dalam penelitian ini.

## Referensi

- Arifati, D., Nuriyani, & Kharismayanti, H. F. (2018). *Crassostrea: Tiram Baku dan Tiram Batu*. UB Press. Malang.
- Asikin, A. N., Hutabarat, S., Darmanto, Y., & Prayitno, B. S. (2017). Kandungan Bakteri Patogen pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) Pasca Panen Asal Tambak. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29(2): 199–206. <https://journal.uir.ac.id/index.php/dinamikapertanian/article/view/853>
- Cahyonugroho, O. H. (2010). Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri *E. Coli*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1): 18–23. DOI: <https://api.core.ac.uk/oai/oai:generic.eprints.org:1249/core458>
- Darwantin, K., Sidik, R., & Mahasri, G. (2016). Efisiensi Penggunaan Imunostimulan Dalam Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan, Respon Imun dan Kelulushidupan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2): 1–17. DOI: <https://doi.org/10.20473/jbp.v18i2.2016.123-139>
- Fuandila, N. N., Widanarni, W., & Yuhana, M. (2019). Growth Performance and Immune Response of Prebiotic Honey Fed Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* to *Vibrio parahaemolyticus* Infection. *Journal of Applied Aquaculture*. 32(3): 221–235. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/104554438.2019.1615593>

- Gunawan, I., & Suraya, U. (2019). Pengaruh Perbedaan Warna Lampu Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 8(1): 54–62. <https://unkripjournal.com/index.php/JIHT/article/view/151>
- Himzanah, S. S., Rudi, M., Prasetyo, H., & Hartana, N. S. (2023). Perbandingan Immunostimulan Yang Berbeda Terhadap Gambaran Darah Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Pendampingan PT Suri Tani Pemuka. *Jurnal Of Indonesian Tropical Fisheries (JOINT-FISH): Jurnal Akuakultur, Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap dan Ilmu Kelautan*, 6(2): 110–122. <https://jurnal.fpik.umi.ac.id/index.php/JOINT-FISH/article/download/200/251/>
- Idami, Z. & Nasution, R. A. (2020). Kelimpahan Koloni Bakteri *Vibrio* sp. Berdasarkan Lokasi Budidaya Tambak Udang di Kabupaten Pidie. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 5(2):121–134. DOI: 10.32528/bioma.v5i2.4012
- Kharisma, A., & Manan, A. (2012). Kelimpahan Bakteri *Vibrio* sp. pada Air Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) sebagai Deteksi Dini Serangan Penyakit Vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(3). DOI: <https://doi.org/10.20473/jipk.v4i2.11563>
- Kurniawan, M. H., Berta, P., & Yeni, E. (2018). Efektivitas Pemberian Bakteri *Bacillus polymyxa* Melalui Pakan Terhadap Imunitas Non Spesifik Udang Vnnamei (*Litopenaeus vannamei*). *e-Journal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(1): 739–750. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jrtbp.v7i1.p739-750>
- Mukti, I. (2012). Aplikasi Teknologi Oksidasi Lanjut (Ozon & UV) Untuk Desinfeksi *Infectious Myo Necrosis Virus* (IMNV) Pada Tambak Udang di Kabupaten Pesawaran, Lampung [Skripsi]. Jawa Barat (ID): Universitas Indonesia.
- Ningsih, A. (2021). Praktik Kerja Lapang Manajemen Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) Di PT. Surya Windu Kartika Desa Bomo Kecamatan Rogojampi Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Lemuru*, 3(1): 15–25. DOI: <https://doi.org/10.36526/lemuru.v3i1.1275>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.29303/jp.v9i2>
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1): 58–67. DOI: <https://doi.org/10.31186/jenggano.2.1.58-67>
- Rahmawah, E. A. (2015). Pengaruh Jarak dan Waktu Radiasi Sinar UV Terhadap Kontaminasi Bakteri *Vibrio harveyi* Pada Air Tambak Udang [Skripsi]. Bogor (ID): Intsitut Pertanian Bogor.
- Putri, F. M., 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. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Subaidah, S., Sofiati, Manijo, & Titis. (2018). Penambahan Nukleotida dalam Pakan Pembesaran Sebagai Immunostimulan pada Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*. Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan. Makassar, 22 Juli. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/proceedingsimnaskp/article/view/4657>
- Suleman, S., Andayani, S., & Yuniarti, A. (2019). Potential of *Ulva lactuta* Crude Extract in Increasing Total Haemocyte Count (THC) and Fagocytic Activity in Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 10(1): 01–07. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v10i1.230>. DOI:
- Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., & Kusriani. (2020). Hubungan pH Dengan Parameter

- Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3): 368–374. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8>
- Utami, W., Sarjito, & Desrina. (2016). Pengaruh Salinitas Terhadap Efek Infeksi *Vibrio harveyi* pada Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 82–90. DOI: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/10691>
- Wangi, S. A. S., Indriyani, N., & Muhammad, I. (2019). Uji Diferensial Pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Yang Dibudidayakan di Sekitar Area Tambang. *Media Akuatika*, 4(2): 77–81. DOI: <http://dx.doi.org/10.33772/jma.v4i2.7859>
- Widanarni, W., Sukenda, S., & Septiani, G. R. (2016). Aplikasi Sinbiotik Untuk Pencegahan Infeksi *Infectious Myonecrosis Virus* pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Kedokteran Hewan*, 10(2): 121–127. DOI: <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v10i2.5041>