

**KORELASI POPULASI *VIBRIO* TERHADAP FAKTOR LINGKUNGAN  
PADA KOLAM PEMELIHARAAN LARVA UDANG VANNAMEI  
(*Litopenaeus vannamei*) DI SITUBONDO, INDONESIA**

***VIBRIO* POPULATION CORRELATION TO ENVIRONMENTAL FACTORS  
ON VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) HATCHERY PONDS  
IN SITUBONDO, INDONESIA**

**Indah Puspitasari<sup>1\*</sup>, Cholifah Desi Mulyasari<sup>1</sup>, IGP Gede Rumayasa Yudayana<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Penanganan Patologi Perikanan, Politeknik KP Sidoarjo,

<sup>2</sup>Program Studi Budidaya Ikan, Politeknik KP Jembrana

\*E-mail: indah.p@gmail.com

**ABSTRACT**

*Vibrio* is a bacteria that causes many diseases in shrimp culture. Monitoring of *Vibrio* population dynamics is important as a preventative measure for disease in vannamei shrimp larvae. Different water quality management systems in each aquaculture pond can affect the population dynamics of *Vibrio*. A study on the correlation of *Vibrio* populations with environmental factors in vannamei shrimp larvae rearing ponds was conducted in March - June 2018 in Situbondo, East Java, Indonesia. The *Vibrio* population increases gradually with the growth of the larvae. At the larval stage of PL6, it decreased when giving probiotics, then it rose again in PL7 to PL12. Total *Vibrio* had a significant positive correlation (Spearman Correlation Test,  $P < 0.05$ ) with water quality parameters;  $NH_4$  ( $r = 0.852$ ),  $NH_3$  ( $r = 0.679$ ), Salinity ( $r = 0.565$ ), and  $NO_2$  ( $r = 0.453$ ). However, it had a significant negative correlation with pH ( $r = -0.478$ ,  $P < 0.05$ ) and the correlation was not significant with temperature ( $r = -0.02$ ,  $P > 0.05$ ). Of the 20 water samples, it was calculated that the average number of *Vibrio* in the hatchery was 0.15 CFU / mL, still within the normal range for vannamee shrimp hatchery activities.

**Keywords:** *Vibrio*, environmental factors, hatchery, vannamei

**ABSTRAK**

*Vibrio* merupakan bakteri yang menyebabkan banyak penyakit pada budidaya udang. Monitoring kelimpahan *Vibrio* penting dilakukan sebagai tindakan pencegahan penyakit pada larva udang vannamei.. Perbedaan sistem manajemen kualitas air pada setiap kolam budidaya dapat berpengaruh kepada dinamika populasi *Vibrio*. Studi mengenai korelasi populasi *Vibrio* dengan faktor lingkungan pada tambak pemeliharaan larva udang vannamei telah dilakukan pada bulan Maret – Juni tahun 2018 di Situbondo, Jawa Timur Indonesia. Populasi *Vibrio* naik secara gradual seiring dengan pertumbuhan larva. Pada stadia larva PL6 mengalami penurunan saat pemberian probiotik kemudian naik kembali pada PL7 sampai dengan PL12. Total *Vibrio* memiliki korelasi positif yang signifikan (Spearman Correlation Test,  $P < 0,05$ ) dengan parameter kualitas air;  $NH_4$  ( $r=0,852$ ),  $NH_3$  ( $r=0,679$ ), Salinitas ( $r=0,565$ ), dan  $NO_2$  ( $r= 0,453$ ). Namun memiliki korelasi negative yang signifikan dengan pH ( $r=-0,478$ ,  $P < 0,05$ ) dan korelasi tidak signifikan dengan Suhu ( $r=-0,02$ ,  $P > 0,05$ ). Dari 20 sampel air terhitung jumlah rata-rata *Vibrio* pada media pembenihan adalah 0,15 CFU/mL, masih dalam rentang normal dalam kegiatan pembenihan udang vannamee.

**Kata kunci:** *Vibrio*, faktor lingkungan, pemeliharaan larva, vannamei

**1. PENDAHULUAN**

Beberapa spesies *Vibrio* merupakan agen penyakit yang sering dijumpai pada

budidaya udang. Vibrinosis adalah penyakit yang disebabkan oleh *Vibrio harveyi*. Bakteri tersebut menginfeksi larva

udang sehingga mengakibatkan kematian yang tinggi. Salah satu upaya untuk mengatasi serangan *V. harveyi* adalah sterilisasi air pembenihan (Gusmawati, 2017). *V. cholerae* dan *V. parahaemolyticus*, seringkali mencemari produk makanan laut dan terkadang menyebabkan penyakit pada manusia jika produk makanan laut tersebut tertelan (Lee *et al.*, 2015). *Vibrio parahaemolyticus* dan *V. vulnificus* secara alami merupakan bakteri patogen manusia yang biasa ditemukan di lingkungan muara tempat tiram dibudidayakan (Jones *et al.*, 2020). Selain menjadi penyebab penyakit pada manusia, *Vibrio parahaemolyticus* merupakan agen penyebab penyakit nekrosis hepatopankreas akut (AHPND) yang menyebabkan kematian masif pada budidaya udang penaeid di seluruh dunia. Mitigasi kerugian ekonomi yang signifikan yang disebabkan oleh AHPND terhambat oleh kesenjangan pengetahuan dalam mekanisme patogenik infeksi *V. parahaemolyticus* pada udang (Nguyen *et al.*, 2020).

Selain sterilisasi media air pembenihan, salah satu upaya untuk mencegah timbulnya penyakit *Vibrio* pada larva udang adalah dengan cara melakukan monitoring kualitas air terkait dengan dinamika populasi bakteri *Vibrio* pada media pemeliharaan larva udang. Setiap kegiatan budidaya dan pembenihan memiliki kondisi penanganan perubahan kualitas air yang berbeda. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah melihat kelimpahan bakteri *Vibrio* dan korelasinya dengan faktor lingkungan di kolam pemeliharaan larva di Situbondo, Jawa Timur, Indonesia, dengan harapan dapat memperkaya informasi mengenai kelimpahan bakteri *Vibrio* pada kegiatan pemeliharaan larva udang vannamei.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 20 hari pada bulan Juni 2018 di kolam

pemeliharaan larva Udang Vannamei yang bertempat di Desa Kalianget, Kecamatan Banyuglugur, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, Indonesia.

### 2.2. Metode Pengambilan Data

Sampel *Vibrio* diambil setiap hari antara jam 5 sampai jam 7 pagi selama 20 hari periode pengambilan sampel air. Pengenceran serial dilakukan terhadap sampel air sebelum dilakukan pengukuran *Vibrio*. Faktor lingkungan seperti pH, NH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, Suhu dan Salinitas juga diambil bersamaan dengan pengambilan sampel *Vibrio*.

### 2.3. Alat dan Bahan

Pengambilan sampel *Vibrio* dilakukan menggunakan botol yang telah disterilkan. Pengenceran sampel air menggunakan larutan Aquadest steril. Sebanyak 0,1 ml alikuot sampel dituangkan pada agar TCBS di dalam Laminary Air Flow langsung setelah pengambilan sampel dan diinkubasi dalam 28-30°C selama 24 jam. Colony counter digunakan untuk *Total Vibrio Count* (TVC). Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel faktor lingkungan adalah pH meter, test kit NH<sub>4</sub>-NH<sub>3</sub>, test kit NO<sub>2</sub>, Alkalinity meter, Thermometer dan Refractometer.

### 2.4. Analisa Data

Hasil uji normalitas data menggunakan *Anderson Darling Normality Test* menunjukkan data tidak terdistribusi normal ( $P < 0,05$ ). Sehingga digunakan uji Korelasi Spearman dengan level signifikansi 5%, untuk mengetahui hubungan antara faktor lingkungan dengan jumlah bakteri *Vibrio*. Minitab versi 2020 digunakan untuk semua analisis statistik dari data penelitian.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

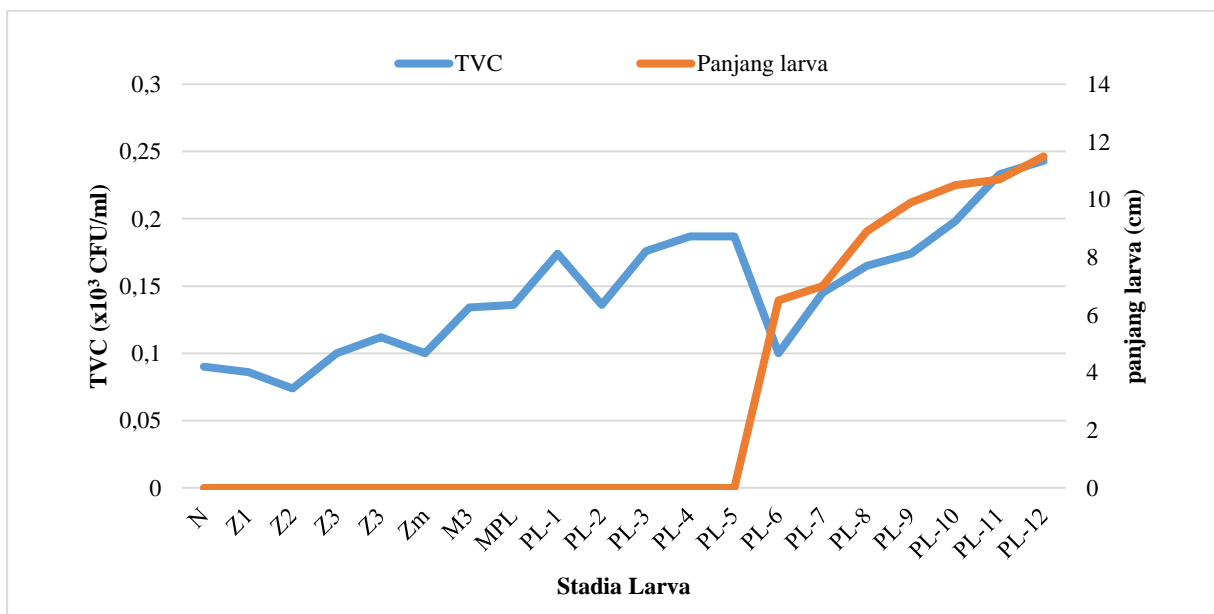
### 3.1. TVC (*Total Vibrio Count*)

Hasil Pengukuran TVC menunjukkan peningkatan jumlah populasi *Vibrio* selama pertumbuhan larva hingga

*Post Larvae 5* (PL-5) dan kemudian menurun kembali dan berada pada nilai paling rendah pada stadia PL-6 (Gambar 1), hal ini disebabkan oleh perubahan air, dimana air yang sudah mengandung sisa udang dan sisa pakan diganti dengan lebih banyak air bersih. Selain itu, pada stadia PL-6 juga dilakukan pemberian probiotik *Bacillus*. Seperti disebutkan oleh Kuebutornye *et.al.* (2019), sebagai probiotik, *Bacillus* memiliki karakteristik yang melebihi probiotik lain, yaitu kemampuannya menghasilkan spora dan metabolit sekunder yang efektif melawan

banyak mikroba patogen. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan jumlah *Vibrio* pada media air pemeliharaan larva setelah pengaplikasian probiotik *Bacillus*.

Kurva populasi *Vibrio* meningkat kembali secara bertahap dari PL-6 sampai PL-12 seiring dengan pertumbuhan udang. Meskipun rata-rata total *Vibrio* yang ditemukan pada air pembenihan udang adalah 0,15 CFU/mL, masih tergolong aman karena berada di bawah tingkat kritis *Vibrio* di tempat pembenihan udang (SNI 7311: 2009).



Gambar 1. Total *Vibrio* Count (TVC) dan panjang larva pada kolam pemeliharaan larva vannamei di Situbondo, Indonesia.

### 3.2. Total *Vibrio* Count (TVC) terhadap Suhu dan Salinitas

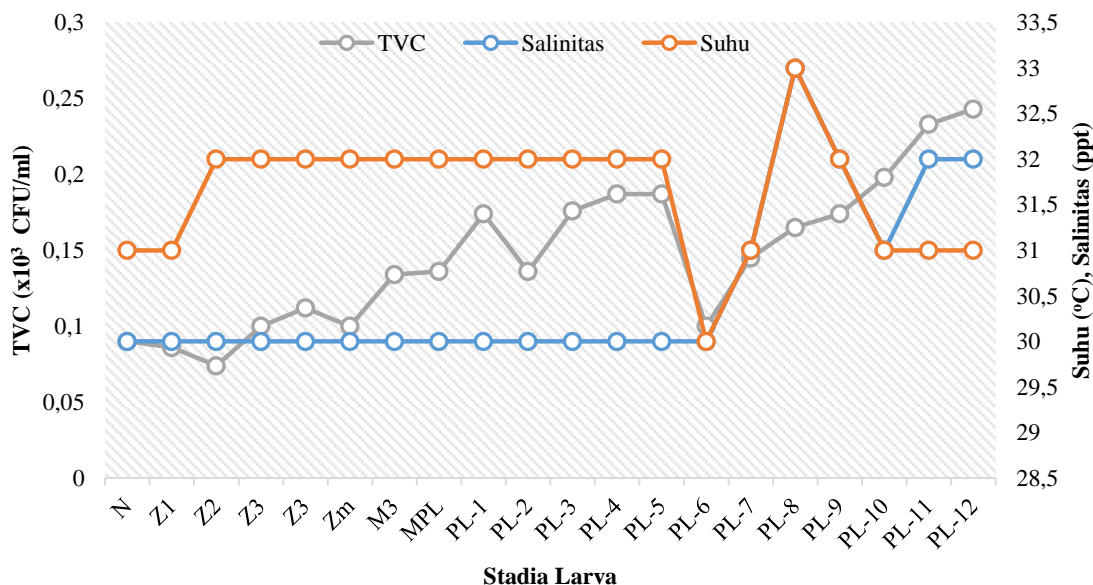
Suhu rata-rata pada kolam pembenihan udang vannamei dalam studi ini adalah 31,65°C dengan rentang antara 30-32°C. Kondisi suhu tersebut masih dalam batas normal bagi pertumbuhan larva vannamei, yaitu berkisar 28-31°C (Purnamasari *et al.*, 2017) dan 26-32°C (Haliman dan Adijaya, 2005). Namun, terjadi dinamika suhu pada bak pemeliharaan larva vanamei.

Suhu terlihat cukup stabil pada awal pemeliharaan kemudian turun pada stadia

PL-6, naik kembali pada PL-8 kemudian turun pada PL-10 (Gambar 2). Penurunan suhu dari 32°C ke 30°C yang terjadi pada PL-6 disebabkan oleh adanya transfer bak. Air pada bak baru memiliki salinitas yang rendah. Namun, secara bertahap suhu naik terus sampai mencapai 33°C pada PL-8, mendekati suhu maksimal pada pemeliharaan larva udang vannamei yaitu 34°C (Kumlu *et al.*, 2020). Suhu air yang tinggi dapat menyebabkan air lebih cepat menguap dan meningkatkan salinitas (Gambar 2) sehingga meningkatkan populasi bakteri pathogen seperti *Vibrio*.

Pergantian air dilakukan pada PL-8 untuk menurunkan suhu bak. Sehingga pada PL-10 suhu air kembali pada suhu optimal

pemeliharaan udang vaname yaitu berkisar antara 28-31°C (Purnamasari *et al.*, 2017).



Gambar 2. Dinamika populasi *Vibrio*, salinitas dan suhu pada pembenihan udang vannamei di Situbondo, Indonesia.

Rata-rata salinitas pada kolam pembenihan udang vannamei adalah 30,55 ppt dengan rentang 30-32 ppt. Seperti yang terjadi pada suhu, peningkatan salinitas terjadi sejak PL-6 dan tertinggi pada PL-8. Namun, secara keseluruhan kegiatan pemeliharaan larva, rentang salinitas pada kolam pemeliharaan masih dikatakan optimal bagi pertumbuhan larva udang, karena berada pada rentang 28-33 ppt (Haliman, 2005).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dinamika populasi *Vibrio* dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, salinitas (Percival dan Williams, 2014) dan suspensi air (Okiyo *et.al.*, 2018). Pada hasil pengamatan dan berdasarkan hasil uji korelasi Spearman, salinitas memiliki korelasi yang signifikan dengan populasi *Vibrio* ( $P < 0,05$ ) sedangkan suhu tidak memiliki korelasi yang signifikan ( $P > 0,05$ ). Ditunjukkan pula pada hasil perhitungan uji korelasi Spearman, di

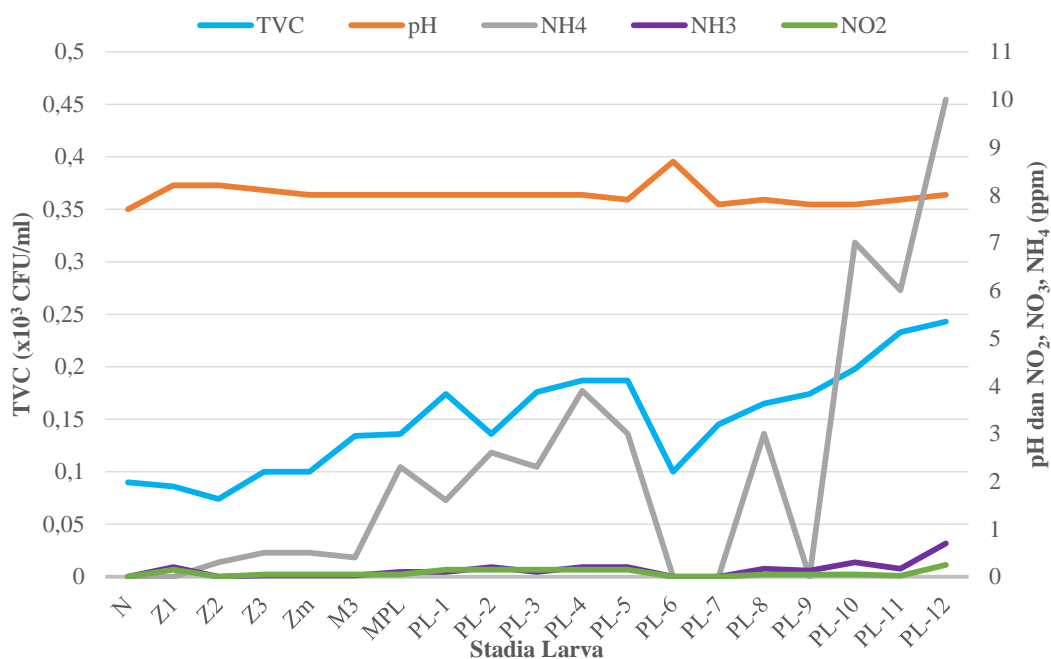
antara nilai signifikansi, faktor lingkungan suhu memiliki korelasi positif paling kecil (Gambar 4).

### 3.3. Total Vibrio Count (TVC) terhadap $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$ , $\text{NH}_4$ dan pH

Rata-rata  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4$  secara berturut-turut pada kolam pemeliharaan larva udang vannamei adalah 0,1; 0,1 dan 2,4 ppm. Sedangkan rata-rata pH pada kolam pemeliharaan larva udang vannamei adalah 8. Secara keseluruhan, rentang kualitas air baik  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  maupun pH pada media pemeliharaan larva vannamei masih didalam rentang aman, karena masih sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh larva vannamei (Tabel 1), namun kadar amonia ( $\text{NH}_4$ ) melebihi kadar optimum pada akhir masa pemeliharaan larva (Gambar 3).

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian.

Parameter Kualitas Air	Satuan	Kisaran	Optimal	Sumber Pustaka
Suhu	°C	30-32	26-32	Haliman dan Adijaya (2005)
Salinitas	ppt	30-32	28-33	Haliman (2005)
pH	-	7,7-8,7	7,0-8,5	Elovaara (2003)
NO <sub>2</sub>	ppm	0-0,3	0,01-0,05	Adiwijaya <i>et al.</i> (2003)
			0,1-1,0	Suprpto (2005)
NH <sub>3</sub> / NH <sub>4</sub>	ppm	0-0,7/0-10	0,4-0,8	Clifford (1994) dalam Mangampa <i>et al.</i> (2009)

Gambar 3. Dinamika populasi *Vibrio* NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> dan pH pada pemeliharaan larva udang vannamei di Situbondo, Indonesia.

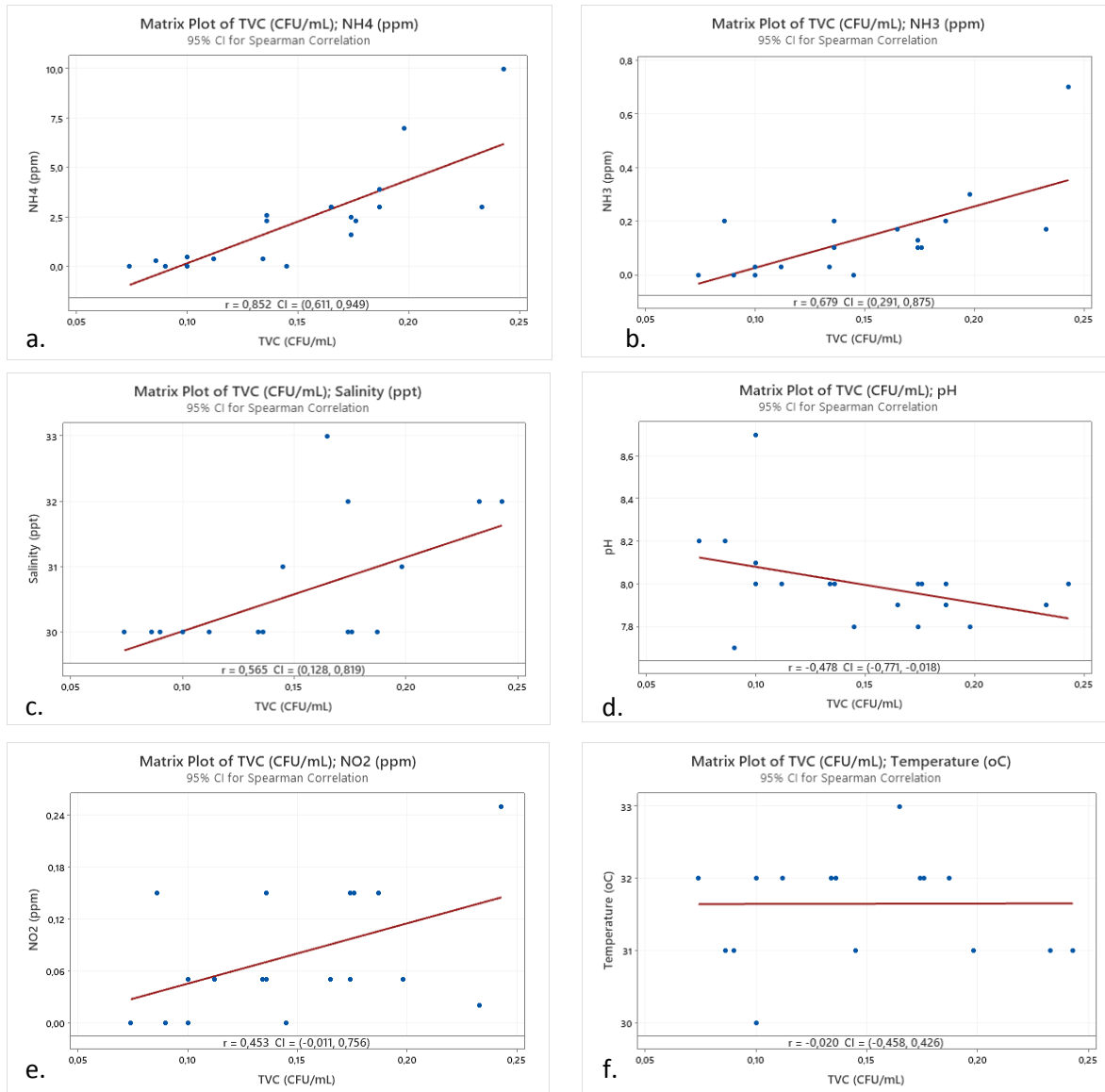
Pada sistem pemeliharaan larva di bak terkontrol, terdapat beberapa parameter kimia air yang bersifat toksin, misalnya amonia dan nitrit di mana nilainya seringkali berada pada kisaran di atas ambang batas. Amoniak terbentuk dari mineralisasi bahan organik oleh bakteri heterotropik, atau buangan nitrogen utama yang dikeluarkan oleh hewan akuatik dan hasil aktivitas jasad renik dalam proses dekomposisi bahan organik yang kaya akan nitrogen (Boyd, 1982). Senyawa nitrit diperoleh dari amonia yang diubah oleh bakteri autotropik *Nitrosomonas* sp. Nitrit bersifat sangat racun apabila bergabung dengan darah karena akan mengoksidasi

zat besi dihemoglobin menjadi methemoglobin dan akan mengurangi kemampuan darah untuk berikatan dengan oksigen (Forteath *et al.*, 1993 dalam Mahendra, 2004).

Penambahan probiotik *Bacillus* sp. ke dalam media air pada stadia larva PL-6. *Bacillus* memodulasi berbagai parameter kualitas air termasuk parameter fisik (transparansi dan total padatan terlarut) dan kimia (pH, konduktivitas, kebutuhan oksigen kimia, oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biologis, alkalinitas, fosfat, spesies nitrogen, kekerasan) parameter kualitas air, berat logam, tumpahan minyak serta pemeliharaan keseimbangan mikroba;

karenanya pengurangan mikroba patogen. Efisiensi *Bacillus* dalam memodulasi kualitas air sangat tergantung pada faktor-faktor seperti cara aplikasi, oksigen terlarut, pH, suhu, sumber nutrisi, jenis regangan,

dan ion logam (Hlordzi *et al.*, 2020). Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya kadar pH, NO<sub>2</sub> NH<sub>3</sub> serta NH<sub>4</sub> pada PL6 setelah pemberian probiotik *Bacillus* (Gambar 3).



Gambar 4. Grafik Korelasi antara *Total Vibrio Count* dengan ; a) NH<sub>4</sub>, b) NH<sub>3</sub>, c) Salinitas, d) pH, e) NO<sub>2</sub> dan f) Suhu pada pembenihan *Litopenaeus vannamei* di Situbondo (*Spearman Correlation Test*, P=95%).

*Bacillus* juga ditemukan mampu mereduksi ion nitrat dan nitrit (Lalloo *et al.*, 2007; Song *et al.*, 2011; Xie *et al.*, 2013 dan Hura *et al.*, 2018), sebanyak 75% pada kadar nitrat-nitrogen dan 43% untuk nitrogen total di dalam kolam lele (Thurlow *et al.*, 2019). Toksisitas amonia

pada akuakultur telah dilaporkan berkurang setelah perlakuan dengan *Bacillus* seperti pada *B. subtilis* (Cha *et al.*, 2013), *B. megaterium* (Hura *et al.*, 2018), dan *B. amyloliquefaciens* (Xie *et al.*, 2013). Pengamatan serupa ditunjukkan pula pada berkurangnya Nitrogen amonia total

setelah pemberian *Bacillus sp.* kedalam air pemeliharaan ikan mas, (Samani *et al.*, 2016).

Spesies *Bacillus* menyukai modulasi alkalinitas dan pH dengan membantu mineralisasi bahan organik yang mendorong aktivitas fotosintesis. Pada kolam pemeliharaan larva vanname di Situbondo ini, pH meningkat pada PL6 setelah pemberian probiotik *Bacillus*. Peningkatan pH juga diamati di kolam nila yang diberi perlakuan *Bacillus* (Elsabagh *et al.*, 2018). Oleh karena itu, dalam kondisi asam, probiotik *Bacillus* dapat digunakan untuk meningkatkan pH sehingga air cocok untuk budidaya ikan. Hal sebaliknya diamati dalam kasus pH basa karena probiotik *Bacillus* menurunkan pH menuju netral (Gomes *et al.*, 2008; Nimrat *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2016).

Hasil Uji Korelasi Spearman menunjukkan bahwa  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , dan pH dan memiliki korelasi yang signifikan dengan populasi *Vibrio*. Di antara nilai signifikansi,  $\text{NH}_4$  memiliki korelasi positif paling signifikan dan Suhu memiliki korelasi positif paling kecil (Gambar 4). Sedangkan pH berhubungan negatif signifikan dengan *Total Vibrio Count* pada larva udang *Litopenaeus vannamei*.

#### 4. KESIMPULAN

Total *Vibrio* memiliki korelasi positif yang signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan parameter kualitas air;  $\text{NH}_4$  ( $r = 0,852$ ),  $\text{NH}_3$  ( $r = 0,679$ ), Salinitas ( $r = 0,565$ ), dan  $\text{NO}_2$  ( $r = 0,453$ ). Namun memiliki korelasi negative yang signifikan dengan pH ( $r = -0,478$ ,  $P < 0,05$ ) dan korelasi tidak signifikan dengan Suhu ( $r = -0,02$ ,  $P > 0,05$ ). Faktor lingkungan masih berada dalam kisaran optimal bagi pemeliharaan larva vanamei, kecuali  $\text{NH}_4$  pada akhir masa pemeliharaan larva. Probiotik *Bacillus* digunakan untuk menstabilkan kualitas air. Dari 20 sampel air terhitung jumlah rata-rata *Vibrio* pada media pembenihan adalah 0,15 CFU/mL, masih dalam rentang normal dalam kegiatan pembenihan udang vanname.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Kami berterimakasih kepada Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo serta PT. Delta Windu Purnama di Situbondo yang telah mendukung kegiatan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, D., Sapto, P.R., Sutikno, E., Sugeng, R., dan Subiyanto, S. 2003. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sistem tertutup yang ramah lingkungan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, 29 hlm.
- Cha, J.H., Rahimnejad, S., Yang, S.Y., Kim, K.W., Lee, K.J., 2013. Evaluations of *Bacillus* spp. As dietary additives on growth performance, innate immunity and disease resistance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) against *Streptococcus iniae* and as water additives. *Aquaculture* 402–403, 50–55.
- Cobo, M. Sonnenholzner, S. Wille, M., Sorgeloos, P. 2012. Ammonia tolerance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) larvae. *Aquaculture Research*. 45. 10.1111/j.1365-2109.2012.03248.x.
- Ferreira, N.C., Bonetti, C., Seiffert, W.Q. 2011. Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*, 318: 425-433
- Gusmawati, N. 2017. *Vibrio harveyi* bacteria sterilization system using Cobalt-60 radioisotop for shrimp farming. 10.
- Hlordzi, V., Kuebutornye, F.K.A., Afriyie, G., Abarike, E.D., Lu, Y., Chi, S., Anokyewaa, M.A. 2020. The use of *Bacillus* species in maintenance of water quality in aquaculture: A review, *Aquaculture Reports*, Volume 18, 2020.
- Hura, M.U.D., Zafar, T., Borana, K., Prasad, J.R., Iqbal, J., 2018. Effect of commercial probiotic *Bacillus megaterium* on water quality in

- composite culture of major carps. *Int. J. Curr. Agric. Sci.* 8, 268–273.
- Jones, J., Lydon, K., Walton, W. 2020. Effect of Ploidy on *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* Levels in Cultured Oysters. *Journal of Food Protection*. 10.4315/JFP-20-202.
- Kuebutornye, F.K.A., Abarike, E.D., Lu, Y., Hlordzi, V., Sakyi, M.E., Afriyie, G., Wang, Z., Li, Y., Xie, C.X., 2020. Mechanisms and the role of probiotic *Bacillus* in mitigating fish pathogens in aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.* 1–23.
- Kumlu, M., Turkmen, S., Kumlu, M. 2010. Thermal tolerance of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae) acclimated to four temperatures. *Journal of Thermal Biology*. 35. 305-308. 10.1016/j.jtherbio.2010.06.009.
- Kungvankij, P., Tiro L.B., Pudadera, Jr., B.J., Potestas' Jr., I.O., Corre K.G., Borlongan E., Talean G.A., Bustilo L.F., Tech E.T., Unggui A., Chua T.E. 1985. Training Manual- Shrimp Hatchery Design, Operation and Management. FAO. Thailand.
- Laloo, R., Moonsamy, G., Ramchuran, S., Gorgens, J., Gardiner, N., 2010. Competitive exclusion as a mode of action of a novel *Bacillus cereus* aquaculture biological agent. *Lett. Appl. Microbiol.* 50, 563–570.
- Lee, J.M., Lee, W.J., Kim, M.J., Cho, Y.S., Lee, J.S., Lee, H.J., Yoon, S.W., Kim, K.S. 2015. Comparative Evaluation of the VITEK 2 System and Species-specific PCR Methods for the Detection of *Vibrio* Species Isolated from Shrimp. *Journal of Food Hygiene and Safety*. 30. 281-288. 10.13103/JFHS.2015.30.3.281.
- Mangampa, M., Suwoyo, H.S., dan Rahmansyah. 2009. Dinamika kualitas air pada budidaya intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan kedalaman air tambak yang berbeda. *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* 2009, 17 hlm.
- Nguyen, T., Andrea, A., Leon, J.A.R., Arroyo, B.B., Stanislaus, S. 2020. Metabolic responses of penaeid shrimp to acute hepatopancreatic necrosis disease caused by *Vibrio parahaemolyticus*. *Aquaculture*. 10.1016/j.aquaculture.2020.736174.
- Nimrat, S., Suksawat, S., Boonthai, T., Vuthiphandchai, V., 2012. Potential *Bacillus* probiotics enhance bacterial numbers, water quality and growth during early development of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Vet. Microbiol.* 159, 443–450.
- Okeyo, A. N., Nontongana, N., Fadare, T. O., dan Okoh, A. I. 2018. *Vibrio* Species in Wastewater Final Effluents and Receiving Watershed in South Africa: Implications for Public Health. *International journal of environmental research and public health*, 15(6), 1266.
- Percival, S.L., Williams, D.W., 2014. Microbiology of Waterborne Diseases (Second Edition)-Microbiological Aspects and Risks. Academic Press Elsevier. p 237-248.
- Purnamasari, I., Purnama, D., Utami, A.F. 2017. Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak intensif. *Jurnal Enggano* Vol. 2 no.1. p58-67.
- Randa, M.A., Polz, M.F., Lim, E. 2004. Effects of temperature and salinity on *Vibrio vulnificus* population dynamics as assessed by quantitative PCR. *Applied and Environmental Microbiology*. 70(9):5469-76.
- Rehr, B. dan Klemme, J.H. 1986. Metabolic role and properties of nitrite reductase of nitrate-monifying marine *Vibrio* species. *FEMS Microbiology Letters*. Vol.35 (2-3) p 325-328.
- Samani, N.M., Jafaryan, H., Gholipour, H., Harsij, M., Farhangi, M., 2016. Effect



- of different concentration of profitable *Bacillus* on bioremediation of common carp (*Cyprinus carpio*) pond discharge. Iran. J. Aquat. Anim. Heal. 2, 44–54.
- Song, Z.-F., An, J., Fu, G.-H., Yang, X.-L., 2011. Isolation and characterization of an aerobic denitrifying *Bacillus* sp. YX-6 from shrimp culture ponds. Aquaculture 319, 188–193.
- Suprpto. 2005. Petunjuk teknis budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). CV Biotirta. Bandar Lampung. 25 hlm.
- Thurlow, C.M., Williams, M.A., Carrias, A., Ran, C., Newman, M., Tweedie, J., Allison, E., Jescovitch, L.N., Wilson, A.E., Terhune, J.S., Liles, M.R., 2019. *Bacillus velezensis* AP193 exerts probiotic effects in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and reduces aquaculture pond eutrophication. Aquaculture 503, 347–356.
- Xie, F., Zhu, T., Zhang, F., Zhou, K., Zhao, Y., Li, Z., 2013. Using *Bacillus amyloliquefaciens* for remediation of aquaculture water. Springerplus 2, 119.

*Received : 12 Desember 2020*

*Reviewed : 25 Desember 2020*

*Accepted : 28 Desember 2020*