

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.15288>

Total Amonia Dan Keberadaan Bakteri Vibrio Koloni Kuning Dan Hijau Pada Hatchery Di Pesisir Kalianda Lampung Selatan

Total Ammonia And The Presence Of Yellow And Green Colonial Vibrio Bacteria In Hatchery On Kalianda Coast, South Lampung

Kusriyati¹, Kukuh Nirmala², Sukenda², Eddy Supriyono², Yuni Puji Hastuti²)

¹Sekolah Usaha Perikanan Menengah Kotaagung,
Jalan Pantai Harapan, Kelurahan Way Gelang, kecamatan Kotaagung Barat,
Kabupaten Tanggamus, Lampung, 35384
E-mail : radityakusriyati@apps.ipb.ac.id

²Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Babakan,
Kecamatan. Dramaga, Kota Bogor, Jawa Barat 16128

ABSTRAK

Pesisir Kalianda banyak dimanfaatkan untuk usaha pembenihan udang vaname. Hatchery-hatchery ini memanfaatkan sumber air dari Pesisir Kalianda dalam kegiatan pembenihan. Kualitas air yang baik menjadi persyaratan penting bagi keberhasilan usaha pembenihan udang vaname. Keberadaan bakteri vibrio menjadi potensi ancaman bagi keberhasilan usaha pembenihan udang vaname. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara amonia dengan bakteri Vibrio sp koloni kuning dan hijau. Penelitian ini menggunakan data dari tiga hatchery udang vaname yang berada di Pantai Pesisir Kalianda, Lampung Selatan. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menganalisis pola hubungan amonia dengan total bakteri Vibrio sp koloni hijau dan kuning. Secara statistik dilakukan analisis korelasi antara amonia dengan total bakteri Vibrio sp koloni hijau dan kuning menggunakan rumus Pearson dengan software Microsoft Excel. Hubungan antara amonia dengan total vibrio koloni kuning di ketiga hatchery memperoleh, nilai regresi yaitu $Y = -148737x + 47474$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,977 dan nilai koefisien korelasi negatif (r) sebesar -0,9885. Hubungan antara amonia dengan total vibrio koloni hijau di ketiga hatchery memperoleh nilai regresi yaitu $Y = 129149x - 28292$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8506, nilai koefisien korelasi positif (r) sebesar nilai koefisien korelasi negatif (r) sebesar 0,9222. Tingginya amonia di air bagi kegiatan pembenihan udang vaname dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih udang, karena itu perlu dilakukan upaya untuk menurunkan kandungan amonia dengan menerapkan manajemen kualitas air yang baik dengan beragam metode diantaranya dengan menambahkan DO dan melakukan fitoremediasi.

Kata kunci : amonia, bakteri Vibrio sp, benih udang vaname, Lampung

ABSTRACT

Pesisir Kalianda is widely used for vaname shrimp hatcheries. These nurseries utilize water sources from Pesisir Kalianda in their hatchery activities. Good water quality is an important requirement for the success of vaname shrimp hatcheries. The presence of vibrio bacteria is a potential threat to the success of vaname shrimp hatcheries. The purpose of this study was to analyze the relationship between ammonia and Vibrio sp bacteria yellow and green colonies. This study used data from three vaname shrimp hatcheries in Kalianda Coastal Beach, South Lampung. A descriptive approach was used to analyze the relationship pattern of ammonia with total Vibrio sp bacteria green and yellow colonies. Statistically, a correlation analysis was conducted between ammonia and total Vibrio sp bacteria green and yellow colonies using the Pearson formula with Microsoft Excel software. The relationship between ammonia and total vibrio yellow colonies in the three seed centers obtained, the regression value is $Y = -148737x + 47474$ with a coefficient of determination (R^2) of 0.977 and a negative correlation coefficient (r) of -0.9885. The relationship between ammonia and total vibrio green colonies in the three seed orphanages obtained a regression value of $Y = 129149x - 28292$ with a coefficient of determination (R^2) of 0.8506, a positive correlation coefficient (r) of negative correlation coefficient (r) of 0.9222. High ammonia in water for vaname shrimp hatchery

activities can affect the growth and survival of shrimp seeds, therefore it is necessary to make efforts to reduce ammonia content by implementing good water quality management with a variety of methods including adding DO and conducting phytoremediation.

Keywords: ammonia, *Vibrio* sp bacteria, vaname shrimp seed, Lampung

Pendahuluan

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang strategis dan memiliki potensi yang sangat besar untuk dapat memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitarnya (Turner, Bateman, & Adger, 2001; Roös, 2020). Salah satu manfaat Pesisir Kalianda adalah sebagai sumber air bagi kegiatan pembenihan udang vaname (hatchery). Ketergantungan usaha hatchery terhadap air laut yang berasal dari Pesisir Kalianda memerlukan adanya kajian secara menyeluruh terhadap profil ekologi perairan Pesisir Kalianda demi kelangsungan dan keberlanjutan usaha pembenihan udang vaname.

Wilayah pesisir banyak mendapatkan pengaruh dari kondisi lingkungan sekitarnya. Limpasan sungai yang membawa nutrien akan memberikan dampak bagi kualitas perairan laut (Kiedrzynska et.al, 2014; Grizzetti, et.al, 2021). Pemanfaatan lahan di sekitar pantai contohnya untuk peternakan dan pertanian turut berdampak terhadap ekosistem pantai (Daigle, 2003). Begitu pula wilayah pesisir Kalianda dengan banyaknya hatchery yang berdiri di sepanjang pantai. Terdapat pula dermaga penyeberangan dan dermaga penangkapan ikan di pesisir Kalianda ini.

Perubahan nitrat dan nitrit dalam keadaan anaerob menyebabkan pembentukan amonia. konsentrasi amonia terkait erat dengan pH perairan. Konsentrasi amonia akan meningkat seiring dengan masuknya unsur-unsur, yang menyebabkan pH meningkat (Cooper and Osterhout, 1930; Jeney, et.al, 1992). Koloni vibrio berwarna kuning merupakan bakteri *Vibrio cholerae*. Koloni yang membentuk warna kuning disebabkan oleh bakteri yang memfermentasi sukrosa dan menurunkan pH sehingga menyebabkan kondisi asam. Koloni berwarna hijau merupakan bakteri *Vibrio* yang tumbuh dari *Vibrio parahaemolyticus*. Koloni yang membentuk warna hijau disebabkan oleh jenis bakteri *Vibrio* yang tidak dapat memfermentasi sukrosa. *Vibrio parahaemolyticus* pada perairan dapat menyebabkan infeksi yang masuk melalui luka pada eksoskeleton dan menyebar melalui hemolymph (Soto-Rodriguez, 2012; Chao, 2000).

Deriyanti, A., Mahasri, G., & , K. (2021), menyatakan bahwa gangguan terhadap budidaya ikan dan udang dapat disebabkan oleh kualitas air yang buruk atau serangan

pathogen. Menurut Kim, & Lee, (2017), populasi total bakteri dan *Vibrio* spp. dalam air budidaya sangat berkorelasi dengan jumlah bakteri pada produk ikan budidaya. Bakteri *vibrio* yang menyerang ikan yang dibudidayakan dapat menurunkan hasil produksi budidaya tersebut, termasuk benih udang vaname.

Kemelimpahan bakteri ada kaitannya dengan kualitas perairan tersebut, seperti yang disampaikan oleh Hood, & MacDonell, (1987), bahwa *vibrio* muncul dengan frekuensi terbesar di perairan yang salinitasnya kurang dari 14‰. Hal ini sejalan dengan penelitian Pariakan dan Rahim (2021), bahwa salinitas antara 20 ->30 ppt mempengaruhi keberadaan bakteri dan semakin kuat pada salinitas >28 ppt. Sedangkan suhu air berpengaruh terhadap dinamika keberadaan bakteri di lingkungan laut (Pariakan dan Rahim 2021; Janelidze, et al. 2011). Salinitas mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap laju konsumsi oksigen dan laju ekskresi amonia pada *C.hongkongensis* (Hanhua, 2012). Menurut Sun, et al. (2019), nitrit dan nitrat berkorelasi positif secara signifikan terhadap patogen potensial, seperti *Vibrio*, *Photobacterium*, *Tenacibaculum*, dan *Mycobacterium*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara amonia dengan bakteri *Vibrio* sp koloni hijau dan kuning.

Bahan Dan Metode

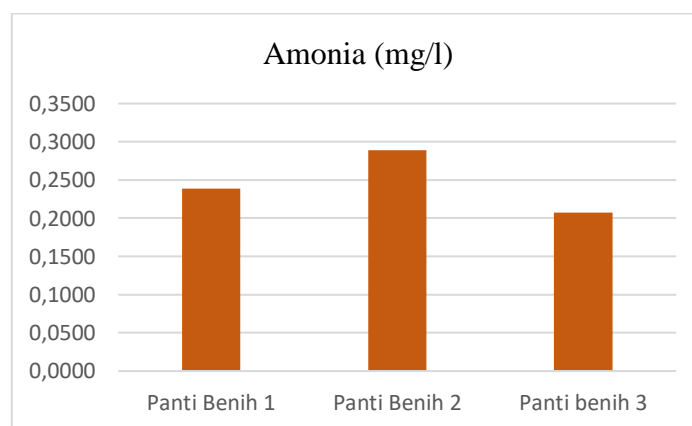
Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus tahun 2023 di tiga hatchery yang terletak di daerah Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung. Pengamatan dan pengambilan sampel dilakukan pada aliran air masuk yang baru saja disedot melalui pompa dan belum masuk ke dalam bak tandon. Lokasi hatchery 1 terletak di 5°50'07" lintang selatan dan di 105°37'43" bujur timur. Lokasi hatchery 2 terletak di 5°48'32" lintang selatan dan di 105°35'20" bujur timur. Lokasi hatchery 3 terletak di 5°42'22" lintang selatan dan di 105°33'50" bujur timur. Ketiga hatchery memiliki kedalaman pengambilan air yang berbeda, Hatchery 1 kedalaman pengambilan air 17 meter, hatchery 2 kedalaman 3 meter dan hatchery 3 kedalaman 8 meter.

Dua pendekatan, eksploratif dan deskriptif, digunakan untuk melakukan studi pustaka dan survei dalam penelitian ini. Metode eksploratif digunakan untuk mengevaluasi kualitas air, yang mencakup jumlah bakteri *Vibrio* sp koloni hijau dan kuning yang ada di dalamnya (Metode *Total Plate Count*), dan amonia (mg/l) (Metode teskit). Pendekatan deskriptif digunakan untuk menganalisis pola hubungan amonia dengan total bakteri

Vibrio sp koloni hijau dan kuning. Secara statistik dilakukan analisis korelasi antara amonia dengan total bakteri *Vibrio* sp koloni hijau dan kuning menggunakan rumus Pearson dengan software Microsoft Excel. Koefisien korelasi biasanya menunjukkan hubungan yang erat jika lebih dari 0,8 (baik positif maupun negatif), dan jika kurang dari 0,5, menunjukkan hubungan yang lemah (Sugiyono, 2011).

Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa kualitas air didapatkan data amonia di ketiga lokasi (Gambar 1), bahwa kadar amonia tertinggi terdapat pada Hatchery 2 yaitu sejumlah 0,2888 mg/l, diikuti oleh hatchery 1 sejumlah 0,2390 mg/l dan yang paling rendah ada pada hatchery 3 dengan jumlah amonia 0,2072 mg/l. Rumus kimia ammonia (NH_3), terdiri dari satu atom nitrogen yang terikat dengan tiga atom hidrogen melalui ikatan kovalen. (Ginsburg, 1967; Raven, 1992), Amonia dihasilkan melalui proses atmosfer, proses biologis yang terjadi pada tumbuhan dan makhluk hidup, serta berbagai reaksi kimia, termasuk katalis, oksidasi elektrokimia, dan pembuangan limbah (Renard, et. al, 2004). Amonia masuk ke sistem air melalui berbagai sumber, termasuk limbah industri dan pertanian, melalui proses alami termasuk fotosintesis dan pelepasan sedimen di lingkungan anoksik (Thangam, 2014). Selain kegiatan pembenihan udang vaname, di Pesisir Kalianda juga terdapat pelabuhan penyeberangan, pelabuhan perikanan, pasar ikan, industri pengolahan ikan, kegiatan pertanian dan perkebunan yang turut andil dalam menghasilkan amonia di dalam perairan. Namun berdasarkan Peraturan Pemerintah RI no, 22 tahun 2021 mengenai baku mutu air laut untuk biota laut dengan batas kadar amonia sebesar 0,3 mg/l, kandungan amonia di ketiga hatchery masih di bawah baku mutu yang ditetapkan.



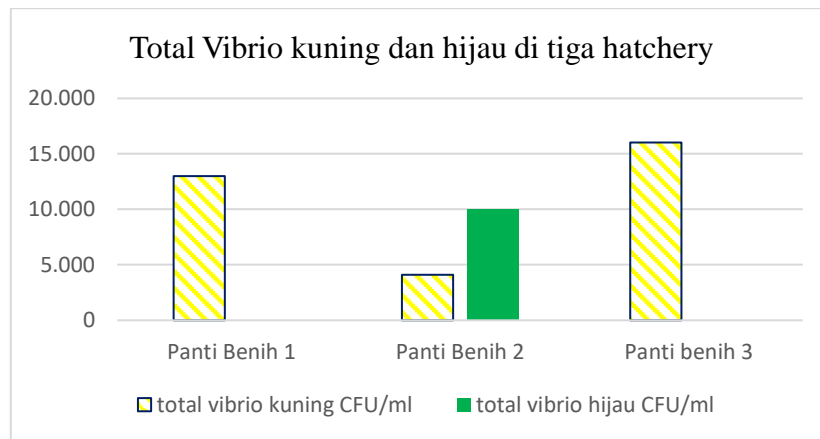
Gambar 1. Total amonia di tiga lokasi hatchery

Amonia dapat memberikan dampak membahayakan bagi biota perairan, dengan menyebabkan toksisitas, merangsang pertumbuhan fitoplankton, menurunkan pH, dan menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti kerusakan oksidatif, neurotoksisitas, kerusakan jaringan, dan disfungsi sistem kekebalan tubuh (Beutel, M. 2006; Randall, and Tsui, 2002). Dampak amonia bagi udang vaname sendiri dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh udang, menyebabkan stres oksidatif, dan perubahan metabolisme yang dapat menimbulkan berbagai penyakit (Lu et.al, 2019; Wang et.al, 2021). Keberadaan amonia di dalam air yang digunakan untuk kegiatan pembenihan udang perlu mendapatkan perhatian bagi pengusaha hatchery. Meskipun kadar amonia di perairan saat ini masih di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan pemerintah, tidak tertutup kemungkinan kadarnya dapat meningkat di masa depan.

Bakteri vibrio adalah bakteri yang alami ada di perairan (Huehn, et.al, 2014). Meskipun bakteri vibrio berpotensi menimbulkan infeksi pada manusia maupun biota akuatik, tetapi apabila jumlahnya masih di bawah baku mutu, maka infeksi klinis jarang terjadi (Dalsgaard, 1998; Austin, 2010; Baker, 2018). Bakteri vibrio dapat memiliki berbagai warna, tergantung pada spesies dan media yang digunakan. Warna yang muncul pada vibrio bisa oranye, merah, kuning, hijau, hijau kebiruan, atau merah muda (Hasrimi, et. al, 2018; Hikmawati, et.al, 2019).

Penelitian ini menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC)/ALT untuk menghitung jumlah koloni bakteri Vibrio. Metode ini sesuai dengan Standar Nasional Indonesia tahun 2006 tentang Penentuan Angka Lempeng Total pada Produk Perikanan (SNI 10-2332.3-2006). Pada penelitian ini diidentifikasi bakteri dengan koloni berwarna kuning dan hijau (Gambar 2). Total bakteri vibrio koloni kuning di ketiga lokasi penelitian yaitu, tertinggi ada pada lokasi hatchery 3 yaitu sejumlah $1,6 \times 10^4$ CFU/ml. Jumlah tertinggi kedua ada pada hatchery 1 yaitu $1,3 \times 10^4$ CFU/ml, dan yang paling rendah ada di hatchery 2 yaitu $4,1 \times 10^3$ CFU/ml (Gambar 2). Jumlah bakteri vibrio koloni kuning di ketiga lokasi telah berada di atas baku mutu yaitu sejumlah $< 1 \times 10^3$ CFU/ml (PP RI, 2021).). Hanya ada dua warna pada koloni bakteri yang tumbuh pada media TCBS, yaitu hijau dan kuning. *Vibrio alginolyticus* adalah bakteri yang memiliki kemampuan untuk memfermentasikan sukrosa dan menurunkan pH TCBS menjadi asam, yang menyebabkan koloni *Vibrio* sp. berwarna kuning (Tawab, et.al, 2018). Meskipun *Vibrio alginolyticus* yang berkoloni kuning berkerabat sangat dekat dengan *Vibrio*

parahaemolyticus yang berkoloni hijau, namun tingkat patogenesitas *Vibrio alginolyticus* jauh di bawah *Vibrio parahaemolyticus* (Iwamoto, et.al, 1995).



Gambar 2. Total vibrio kuning dan hijau di lokasi penelitian

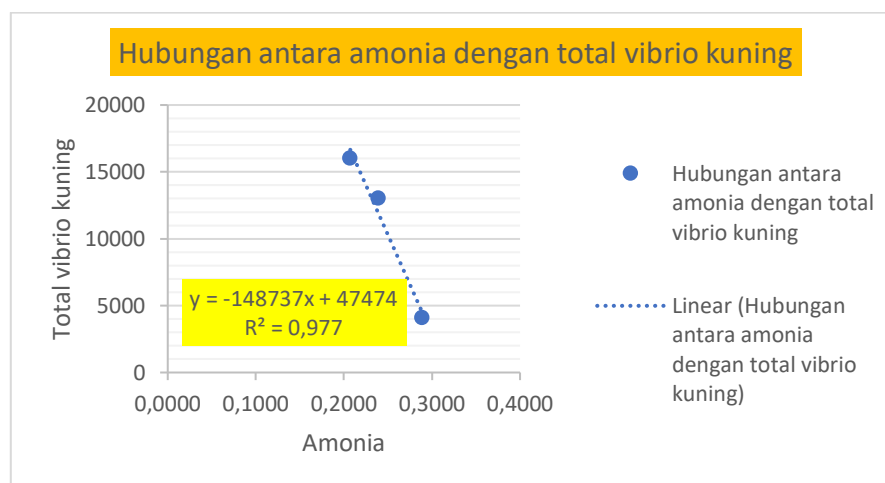
Jumlah bakteri hijau yang berada di atas baku mutu hanya terdapat di hatchery 2 dengan jumlah 10×10^3 CFU/ml, sedangkan di lokasi hatchery 1 dan 3, jumlah total bakteri vibrio hijau masih di bawah baku mutu 25 CFU/ml (Gambar 2). Namun, *Vibrio parahaemolyticus* jarang memfermentasikan sukrosa, sehingga koloninya tampak hijau (Fujiwara, et. al, 1965; Elamparithi, 2011). Bakteri *Vibrio*, khususnya *Vibrio harveyi*, *Vibrio campbellii*, *Vibrio parahaemolyticus*, dan *Vibrio splendidus*, sangat berbahaya bagi larva udang. Karena karakteristik *quorum sensingnya*, bakteri ini menjadi lebih agresif dan mematikan dalam bentuk luminescentnya (Babikian, et.al, 2022).

Peningkatan jumlah kasus vibriosis kemungkinan dapat terjadi karena perubahan iklim dan kenaikan suhu air laut yang mempengaruhi peningkatan jumlah *Vibrio* spp (Baker 2017; Baker, 2018). Suhu permukaan laut yang meningkat sebagai akibat dari pemanasan laut terkait erat dengan pertumbuhan *Vibrio* patogen, yang tampak meningkat pada suhu 15°C atau lebih dan pada salinitas sedang (Ferchichi, et.al, 2020; Brumfield, et.al, 2021). Peningkatan suhu lebih banyak terjadi di permukaan laut, dibandingkan dengan air laut di bagian dalam. Tingginya bakteri vibrio koloni hijau di hatchery 2 dapat disebabkan pengambilan air di permukaan yang terjadi peningkatan suhu lebih tinggi dibandingkan air laut yang lebih dalam.

Untuk mencegah penyebaran bakteri patogen, terutama *Vibrio* menjadi asam, perlu dilakukan peningkatan intensitas pergantian air serta pengawasan kualitas air (Ulfiani, et. al, 2022). Menurut penelitian Babikian, et.al, (2022), bahwa formula minyak

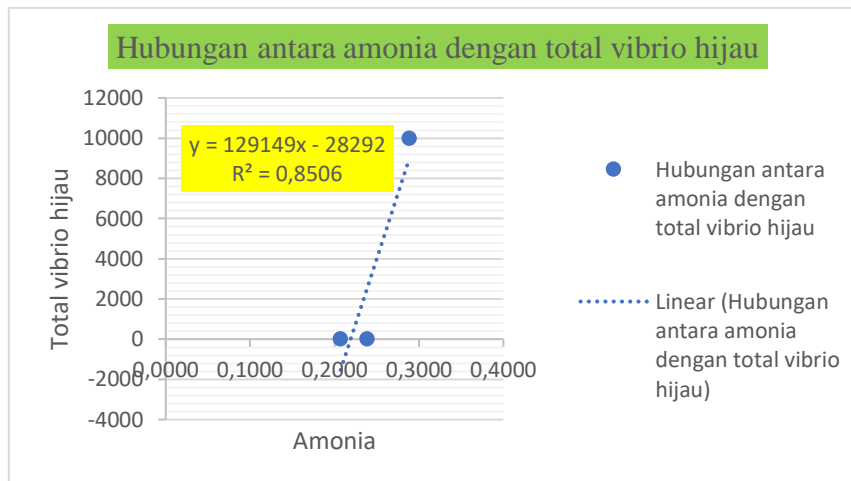
atsiri memiliki kemampuan untuk mendensifektan *Vibrio*, terutama *V. harveyi* dan *V. parahaemolyticus*, yang dapat menyebabkan penyakit pada udang.

Hubungan antara amonia dengan total vibrio koloni kuning di ketiga hatchery disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan hasil analisa regresi, nilai regresi yang diperoleh adalah $Y = -148737x + 47474$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,977 dan nilai koefisien korelasi negatif (r) sebesar -0,9885. Hal ini dapat dijelaskan bahwa setiap peningkatan jumlah amonia sebesar 1 mg/l akan menurunkan jumlah total vibrio koloni kuning sebesar 14.8737 CFU/ml. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa vibrio koloni kuning bersifat kurang patogen dibandingkan dengan vibrio koloni hijau.



Gambar 3. Hubungan antara amonia dengan total vibrio kuning

Hubungan antara amonia dengan total vibrio koloni hijau di ketiga hatchery disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil analisa regresi, nilai regresi yang diperoleh adalah $Y = 129149x - 28292$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8506, nilai koefisien korelasi positif (r) sebesar nilai koefisien korelasi negatif (r) sebesar 0,9222. Hal ini dapat dibaca bahwa setiap peningkatan jumlah amonia sebesar 1 mg/l akan menaikkan jumlah total vibrio koloni hijau sebesar 129.149 CFU/ml. Data ini perlu diwaspadai bahwa dengan meningkatnya kandungan amonia di perairan dapat meningkatkan jumlah bakteri vibrio koloni hijau di perairan tersebut. Koloni bakteri hijau, khususnya bakteri *V. harveyii*, yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis atau kunang-kunang udang, lebih berbahaya daripada koloni bakteri kuning (Sarida dan Harpeni 2010; Soto-Rodriguez, 2012).



Gambar 4. Hubungan antara amonia dengan total vibrio hijau

Hewan akuatik termasuk udang vaname seringkali terancam oleh keberadaan amonia dan tekanan suhu (Duan, et.al, 2020). Hatchery dapat melakukan peningkatan manajemen kualitas air untuk mengurangi kandungan amonia di dalam air. Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam treatment air yang akan digunakan untuk kegiatan pembenihan udang, diantaranya yaitu: penggunaan generator gelembung halus (*fine bubbles generator*) yang dapat meningkatkan DO sekaligus menurunkan kandungan amonia di dalam air (Subhan, et.al, 2018). Fitoremediasi juga efektif digunakan untuk menurunkan kandungan amonia dalam air dengan menggunakan tanaman untuk memulihkan dan memperbaiki lingkungan. Fitoremediasi banyak direkomendasikan karena sifatnya yang hemat biaya, ramah lingkungan, dan berkelanjutan sebagai solusi alternatif untuk metode fisiokimia dan biologi konvensional lainnya untuk pengolahan air limbah yang memiliki kandungan Ammoniacal nitrogen (AN) tinggi (Ting, et.al, 2018).

Kesimpulan Dan Saran

Bakteri *Vibrio* sp. sangat dipengaruhi oleh amonia. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk mengontrol kandungan amonia di dalam air yang akan digunakan dalam kegiatan pembenihan. Metode untuk menurunkan kandungan amonia adalah dengan menerapkan manajemen kualitas air yang baik dengan menggunakan beragam metode diantaranya dengan menambahkan DO dan melakukan fitoremediasi.

Daftar Pustaka

- Austin, B. (2010). *Vibriosis as causal agents of zoonoses*. Veterinary microbiology, 140 3-4, 310-7 . <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.015>.
- Babikian, H., Jha, R., Haliman, R., Halalludin, B., Srisombat, S., Saade, S., Davtyan, T., & Babikyan, Y. (2022). Use of an essential oil blend formulation (EOBF) as an

- effective disinfectant against pathogenic luminescent *Vibrio* bacteria. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*.
<https://doi.org/10.22271/FISH.2021.V9.I2B.2455>.
- Baker-Austin, C., Triñanes, J., González-Escalona, N., & Martínez-Urtaza, J. (2017). Non-Cholera Vibrios: The Microbial Barometer of Climate Change.. *Trends in microbiology*, 25 1, 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.09.008>.
- Baker-Austin, C., Oliver, J., Alam, M., Ali, A., Waldor, M., Qadri, F., & Martínez-Urtaza, J. (2018). *Vibrio* spp. infections. *Nature Reviews Disease Primers*, 4, 1-19. <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0005-8>.
- Beutel, M. (2006). Inhibition of ammonia release from anoxic profundal sediments in lakes using hypolimnetic oxygenation. *Ecological Engineering*, 28, 271-279. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2006.05.009>.
- Brumfield, K., Usmani, M., Chen, K., Gangwar, M., Jutla, A., Huq, A., & Colwell, R. (2021). Environmental parameters associated with incidence and transmission of pathogenic *Vibrio* spp.. *Environmental microbiology*. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15716>.
- Chao, H. (2000). Penaeid shrimp vibriosis and immune prevention: a review. *Tropic Oceanology*.
- Cooper, W., & Osterhout, W. (1930). The accumulation of electrolytes : i. The entrance of ammonia into *Valonia macrophysa*.. *The Journal of General Physiology*, 14, 117-125. <https://doi.org/10.1085/JGP.14.1.117>.
- Daigle, D, 2003. Nutrient pollution in coastal waters. *Multinational Monitor*.
- Dalsgaard, A. (1998). The occurrence of human pathogenic *Vibrio* spp. and *Salmonella* in aquaculture. *International Journal of Food Science and Technology*, 33, 127-138. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2621.1998.3320127.X>.
- Deriyanti, A., Mahasri, G., & , K. (2021). Ectoparasite infestation and *Vibrio alginolyticus* bacterial infection in super-intensive ponds with high ammonia levels of *Penaeus vannamei*. *E3S Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132202002>.
- Duan, Y., Xiong, D., Wang, Y., Li, H., Dong, H., & Zhang, J. (2020). Toxic effects of ammonia and thermal stress on the intestinal microbiota and transcriptomic and metabolomic responses of *Litopenaeus vannamei*.. *The Science of the total environment*, 754, 141867. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141867>.
- Elamparathi, P. (2011). Identification of *Vibrio parahaemolyticus* Isolates by PCR Targeted to the *toxR* Gene. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archive*, 2.
- Ferchichi, H., St-Hilaire, A., Ouarda, T., & Lévesque, B. (2020). Impact of the future coastal water temperature scenarios on the risk of potential growth of pathogenic *Vibrio* marine bacteria. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 107094. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107094>.
- Fujiwara, K., Tsuchiya, Y., Kikuchi, T., & Mori, Y. (1965). A Selective Medium for the Isolation of *Vibrio parahaemolyticus* II. BTB-TTGA Agar. *Journal of The Food Hygienic Society of Japan (shokuhin Eiseigaku Zasshi)*, 6, 437-439. <https://doi.org/10.3358/SHOKUEISHI.6.437>.
- Ginsburg, D. (1967). THE NITROGEN ATOM. , 1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-011913-7.50005-7>.
- Grizzetti, B. *et.al*, 2021. How EU policies could reduce nutrient pollution in European inland and coastal waters. *Global Environmental Change* (69) 102281.

- Han-hua, Z. (2012). Effect of salinity on the feeding and metabolic physiology of *Crassostrea hongkongensis*. *Guangdong Agricultural Sciences*.
- Hasrimi, A., Budiharjo, A., & Jannah, S. (2018). Detection of *tlh* and *tdh* genes in *Vibrio Parahaemolyticus* inhabiting farmed water ecosystem used for *L. Vannamei* aquaculture. *Journal of Physics: Conference Series*, 1025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1025/1/012058>.
- Hikmawati, F., Susilowati, A., & Setyaningsih, R. (2019). Colony morphology and molecular identification of *Vibrio* spp. on green mussels (*Perna viridis*) in Yogyakarta, Indonesia tourism beach areas. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201015>.
- Hood, M., & MacDonell, M. (1987). Distribution of ultramicrobacteria in a gulf coast estuary and induction of ultramicrobacteria. *Microbial Ecology*, 14, 113-127. <https://doi.org/10.1007/BF02013017>.
- Huehn, S., Eichhorn, C., Urmersbach, S., Breidenbach, J., Bechlars, S., Bier, N., Alter, T., Bartelt, E., Frank, C., Oberheitmann, B., Gunzer, F., Brennholt, N., Böer, S., Appel, B., Dieckmann, R., & Strauch, E. (2014). Pathogenic vibrios in environmental, seafood and clinical sources in Germany.. *International journal of medical microbiology : IJMM*, 304 7, 843-50. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2014.07.010>.
- Iwamoto, Y., Suzuki, Y., Kurita, A., Watanabe, Y., Shimizu, T., Ohgami, H., & Yanagihara, Y. (1995). *Vibrio trachuri* Sp. Nov., a New Species Isolated from Diseased Japanese Horse Mackerel. *Microbiology and Immunology*, 39. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.1995.tb03274.x>.
- Janelidze, N., Jaiani, E., Lashkhi, N., Tskhvediani, A., Kokashvili, T., Gvarishvili, T., Jgenti, D., Mikashavidze, E., Diasamidze, R., Narodny, S., Obiso, R., Whitehouse, C., Huq, A., & Tediashvili, M. (2011). Microbial water quality of the Georgian coastal zone of the Black Sea.. *Marine pollution bulletin*, 62 3, 573-80. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.11.027>.
- Jeney, G., Nemcsók, J., Jeney, Z., & Oláh, J. (1992). Acute effect of sublethal ammonia concentrations on common carp (*Cyprinus carpio* L.). II. Effect of ammonia on blood plasma transaminases (GOT, GPT), G1DH enzyme activity, and ATP value. *Aquaculture*, 104, 149-156. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90145-B](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90145-B).
- Kiedrzyńska E, Kiedrzyński M, Urbaniaka M, Magnuszewski A, Skłodowski M, Wyrwicka A, Zalewski M, 2014. Point sources of nutrient pollution in the lowland river catchment in the context of the Baltic Sea eutrophication. *Ecological Engineering* (70) 337–348.
- Kim, J., & Lee, J. (2017). Correlation of Total Bacterial and *Vibrio* spp. Populations between Fish and Water in the Aquaculture System. *Frontiers in Marine Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00147>.
- Lu, X., Luan, S., Dai, P., Luo, K., Chen, B., Cao, B., Sun, L., Yan, Y., & Kong, J. (2019). Insights into the molecular basis of immunosuppression and increasing pathogen infection severity of ammonia toxicity by transcriptome analysis in pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 88, 528–539. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.03.026>.
- Pariakan, A, dan Rahim,. (2021). Karakteristik kualitas air dan keberadaan bakteri *Vibrio* sp. pada wilayah tambak udang tradisional di pesisir wundulako dan pomala kolaka. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.5>.

- Peraturan Pemerintah RI no, 22 tahun 2021 mengenai baku mutu air laut untuk biota laut.
<https://peraturan.go.id/id>.
- Randall, D., & Tsui, T. (2002). Ammonia toxicity in fish.. Marine pollution bulletin, 45 1-12, 17-23. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00227-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00227-8).
- Raven, J., Linda, B., & Handley, L. (1992). Ammonia and ammonium fluxes between photolithotrophs and the environment in relation to the global nitrogen cycle. New Phytologist, 121, 5-18. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8137.1992.TB01087.X>.
- Renard, J., Calidonna, S., & Henley, M. (2004). Fate of ammonia in the atmosphere--a review for applicability to hazardous releases.. Journal of hazardous materials, 108 1-2, 29-60. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2004.01.015>.
- Roös, P. (2020). Affinity to Water: The Coastal Zone and Coastal Settlements. pp 45-56. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53234-5_4.
- Sarida, M., & Harpeni, E. (2010). Screening of potential probiotic *Vibrio* sp. against vibriosis in the *Litopenaeus vannamei*. Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal, 27(2), 88-94.
- SNI 10-2332.3-2006. Penentuan Angka Lempeng Total pada Produk Perikanan.
- Soto-Rodriguez, S., Gómez-Gil, B., Lozano, R., Rio-Rodriguez, R., Diéguez, A., & Romalde, J. (2012). Virulence of *Vibrio harveyi* responsible for the "Bright-red" Syndrome in the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*.. Journal of invertebrate pathology, 109 3, 307-17. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.01.006>.
- Subhan, U., Muthukannan, V., Azhary, S., Mulhadi, M., Rochima, E., Panatarani, C., & Joni, I. (2018). Development and performance evaluation of air fine bubbles on water quality of thai catfish rearing. , 1927, 030043. <https://doi.org/10.1063/1.5021236>.
- Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Sun, F., Wang, Y., Wang, C., Zhang, L., Tu, K., & Zheng, Z. (2019). Insights into the intestinal microbiota of several aquatic organisms and association with the surrounding environment. Aquaculture. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2019.04.026>.
- Tawab, A., Ibrahim, A., & Sittien, A. (2018). Phenotypic and Genotypic characterization of *Vibrio* species isolated from marine fishes. 34, 79-93. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2018.53527>.
- Thangam, Y., Perumayee, M., Jayaprakash, S., Umavathi, S., & Basheer, S. (2014). Studies of Ammonia Toxicity on Haematological parameters to Freshwater Fish *Cyprinus carpio* (Common carp). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3, 535-542.
- Ting, W., Tan, I., Salleh, S., & Wahab, N. (2018). Application of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for phytoremediation of ammoniacal nitrogen: A review. Journal of water process engineering, 22, 239-249. <https://doi.org/10.1016/J.JWPE.2018.02.011>.
- Turner, R., Bateman, I., & Adger, W. (2001). Economics of Coastal and Water Resources: Valuing Environmental Functions. . <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9755-5>.
- Ulfiani, P., Hasan, A., & Retnowati, Y. (2022). Detection of *Vibrio* sp. on vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation pond in Gorontalo, Indonesia. Nusantara Bioscience. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n140216>.

Wang, T., Li, W., Shan, H., & Ma, S. (2021). Responses of energy homeostasis and lipid metabolism in *Penaeus vannamei* exposed to ammonia stress. *Aquaculture*, 544, 737092. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2021.737092>.