



AGROMIX

Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
pISSN (Print): 2085-241X; eISSN (Online): 2599-3003
Website: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/agromix>

Kelimpahan plankton *Prorocentrum* sp. pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Prorocentrum sp. abundance in the intensive aquaculture of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Heri Ariadi^{1*}, M.B. Syakirin¹, Tri Yusufi Mardiana¹, Hayati Soeprapto¹, Linayati¹, Benny Diah Madusari¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Pekalongan, Pekalongan, Jawa Tengah

*Email Korespondensi : ariadi_heri@yahoo.com

ABSTRACT

Article history

Received : January 28, 2023

Accepted : August 21, 2023

Published : September 30, 2023

Keyword

Dinoflagellata; ecosystem;
abundance; *Prorocentrum* sp.;
temperature

Introduction: *Prorocentrum* sp. is one of the harmful algae genera that often grows in the aquatic ecosystems of vaname shrimp (*L. vannamei*) ponds. The purpose of this study was to determine the abundance and dynamics of the *Prorocentrum* sp. during the shrimp culture period of vaname shrimp (*L. vannamei*) in intensive ponds. **Method:** This research was conducted on 4 ponds with a size of 3,200 m² and a stocking density of 120 fish/m². The research variables observed were water quality parameters and *Prorocentrum* sp. which is carried out every 7 days during the shrimp cultivation periods. **Result:** Based on the results of study, the water quality parameters during the shrimp culture period tend to be stable, except for the water pH parameters which have relatively high afternoon pH fluctuations. *Prorocentrum* sp. genera during the shrimp culture period, the plankton genus was the most dominant compared to other genera of the Dinoflagellate class. The dynamics of the *Prorocentrum* sp. abundance on the intensive pond, there was a significant correlation between the solubility of TAN (Total Ammonia Nitrogen) content of 74.8% and the water temperature of 83.3%. **Conclusion:** The abundance dynamics of *Prorocentrum* sp. genera during aquaculture period of vaname shrimp (*L. vannamei*) fluctuated dynamically following the solubility trend of TAN (Total Ammonia Nitrogen) levels and water temperature flux in the pond ecosystem.

ABSTRAK

Riwayat artikel

Dikirim : 28 Januari, 2023

Disetujui : 21 Agustus, 2023

Diterbitkan : 30 September, 2023

Kata Kunci

dinoflagellata; ekosistem;
kelimpahan; *Prorocentrum* sp.; suhu.

Pendahuluan: *Prorocentrum* sp. adalah salah satu genus harmful algae yang sering tumbuh pada ekosistem perairan tambak udang vaname (*L. vannamei*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan serta dinamika plankton genus *Prorocentrum* sp. selama masa budidaya udang vaname (*L. vannamei*) di tambak intensif. **Metode:** Penelitian ini dilakukan pada 4 tambak dengan ukuran 3.200 m² dan densitas tebar 120 ekor/m². Variabel penelitian yang diamati adalah parameter kualitas air dan kelimpahan plankton genus *Prorocentrum* sp. yang dilaksanakan setiap 7 hari sekali selama masa budidaya udang berlangsung. **Hasil:** Berdasarkan hasil penelitian, parameter kualitas air selama masa budidaya udang cenderung stabil, kecuali parameter pH air yang memiliki fluktuasi pH siang yang tergolong tinggi. Genus *Prorocentrum* sp. selama masa budidaya adalah genus plankton yang paling dominan dibandingkan genus lain dari kelas Dinoflagellata. Dinamika kelimpahan *Prorocentrum* sp. di tambak secara signifikan berkorelasi signifikan terhadap kelarutan kadar TAN (Total Amonia Nitrogen) sebesar 74.8% dan terhadap suhu perairan sebesar 83.3%. **Kesimpulan:** Dinamika kelimpahan plankton genus *Prorocentrum* sp. selama masa budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berfluktuasi secara dinamis mengikuti tren kelarutan kadar TAN (Total Amonia Nitrogen) dan suhu perairan pada ekosistem tambak.

Sitasi: Ariadi, H., Syakirin, M., Mardiana, T. Y., Soeprapto, H., Linayati, L., & Madusari, B. D. (2023). Kelimpahan plankton *Prorocentrum* sp. pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Agromix*, 14(2), 215-220. <https://doi.org/10.35891/agx.v14i2.3668>

PENDAHULUAN

Dinoflagellata merupakan salah satu genus plankton apabila *blooming* akan bersifat toksik bagi kehidupan organisme akuatik (Acevedo-Gonzalez dkk., 2010). Salah satu spesies dinoflagellata yang bersifat merugikan adalah spesies *Prorocentrum* sp. *Prorocentrum* sp. adalah jenis alga benthik yang memiliki senyawa bioaktif toksik bagi kesehatan manusia (Moreira-Gonzalez dkk., 2019). *Prorocentrum* sp. memiliki senyawa bioaktif yang disebut dengan DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) serta apabila *blooming* akan dapat merubah warna perairan menjadi merah darah (Lim dkk., 2019). *Blooming Prorocentrum* sp. dapat terjadi apabila kadar nutrisi sangat minim serta kondisi suhu

perairan yang cenderung hangat (Fahrur dkk., 2012). Nutrien pada perairan dapat berasal dari limpasan limbah ataupun buangan limbah rumah tangga.

Pada kegiatan budidaya udang, *blooming* plankton dari komunitas *Prorocentrum* sp. merupakan fenomena yang sangat dihindari (Lemonnier dkk., 2016). Adanya anomali lingkungan dan ketersediaan kadar nutrien yang fluktuatif selama masa budidaya diduga sebagai pangsang dari *blooming* spesies ini (Fahrur dkk., 2012). Beberapa spesies dinilai dapat mengeluarkan senyawa *Pacific ciguatoxins* (P-CTXs) and *maitotoxins* (MTXs) yang berbahaya bagi udang (Leung dkk., 2018). *Blooming Prorocentrum* sp. di tambak udang biasa terjadi ketika musim panas, karena adanya stabilitas paparan sinar matahari dan suhu yang optimum sepanjang waktu (Burford, 1997). Pada perairan alami, *blooming* plankton jenis *Prorocentrum* sp. sama dengan *blooming* jenis plankton dinoflagellata lainnya yakni berlangsung secara musiman (Garate-Lizarraga dkk., 2019).

Menurut hasil penelitian Ariadi dkk., (2019), kondisi kualitas air tambak sangat mempengaruhi tingkat dinamika plankton jenis dinoflagellata. Plankton jenis *Prorocentrum* sp. akan melimpah di perairan umum pada saat kondisi-kondisi tertentu (Ariadi dan Puspitasari., 2021). *Prorocentrum* sp. cenderung mudah *blooming* ketika musim panas (Garate-Lizarraga dkk., 2019). Tingkat dominansi plankton jenis *Prorocentrum* sp. masih jarang ditemukan pada kegiatan budidaya udang pola intensif.

PT. Menjangan Mas Nusantara merupakan salah satu tambak udang intensif yang memiliki siklus budidaya produktif. Tambak yang produktif memiliki tingkat produktivitas panen yang cukup stabil (Wafi dkk., 2021). Tambak di PT. Menjangan Mas Nusantara berjumlah total 38 kolam yang terbagi kedalam 3 blok. Siklus budidaya udang di PT. Menjangan Mas Nusantara berlangsung secara bergilir dari satu blok ke blok lainnya. Dinamika plankton genus dinoflagellata di tambak PT. Menjangan Mas Nusantara cukup dominan dari setiap siklus budidaya yang sudah dilakukan. Oleh karena itu, cukup menarik untuk dapat mengkaji secara ilmiah keberadaan plankton jenis *Prorocentrum* sp. di tambak ini.

Berdasarkan informasi dari berbagai literatur diatas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan serta dinamika plankton genus *Prorocentrum* sp. selama masa budidaya udang vaname (*L. vannamei*) di tambak intensif.

METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 11 April-24 Juni 2017 di tambak PT. Menjangan Mas Nusantara Pandeglang, Banten. *Pengamatan* penelitian dilakukan selama berlangsungnya siklus operasional budidaya udang vaname (*L. vannamei*) pola intensif berjalan.

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode desain causal *ex-post facto* pada tambak udang pola intensif. Jumlah tambak pengamatan yang digunakan sebanyak 4 kolam dengan ukuran masing-masing 3.200 m² dan densitas tebar 120 ekor/m². Variabel penelitian yang diamati adalah parameter kualitas air meliputi pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan, fosfat, nitrit, TAN (*Total Amonia Nitrogen*), dan kelimpahan plankton genus *Prorocentrum* sp.

Analisa data

Pengambilan sampel pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan dilakukan setiap hari selama dua kali (pagi dan siang). Sedangkan parameter fosfat, nitrit, TAN (*Total Amonia Nitrogen*), dan kelimpahan *Prorocentrum* sp. dilaksanakan setiap 7 hari sekali pada pukul 11 siang. Sampel pH air diukur dengan menggunakan pH ecotest®, suhu dan oksigen terlarut diukur dengan DO Meter type YSI550i, salinitas air diamati menggunakan hand refractometer merk ATAGO Master Brix 20M, sedangkan kecerahan diukur menggunakan secchi disk. Untuk parameter fosfat, nitrit dan TAN dilakukan analisis menggunakan metode *spektrofotometri* pada spektrofotometer UV-Vis 752N. Jumlah kelimpahan dinoflagellata dan plankton genus *Prorocentrum* sp. diukur dengan menggunakan Haemocytometer NEUBAUER pada mikroskop Olympus CX22. Selanjutnya, data dianalisis dengan menggunakan software Microsoft Excel dan SPSS Ver. 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas air

Nilai parameter kualitas air selama kegiatan operasional budidaya intensif berlangsung dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai parameter kualitas air secara keseluruhan masih sesuai dengan ambang batas baku mutu kualitas air menurut Ma dkk., (2010). Berdasarkan riwayat data (Tabel 1.), yang menjadi catatan dari nilai-nilai parameter kualitas air adalah tingkat fluktuasi pH yang tinggi dari 4 kolam yang ada. Fluktuasi nilai pH dimungkinkan karena nilai alkalinitas yang rendah dari sekitar perairan budidaya (Whangchai dkk., 2004). Tambak intensif dengan tingkat padat tebar yang tinggi sangat memungkinkan terjadi gejala parameter pH dan oksigen terlarut yang ekstrim (Ritvo dkk., 2003). Hal ini

disebabkan tingkat kebutuhan konsumsi oksigen yang berlimpah serta produksi CO₂ hasil respirasi udang yang semakin meningkat akibat dari padatnya populasi udang di tambak. Sehingga nilai pH perairan tambak akan terus berfluktuasi seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan udang (Yu dkk., 2020).

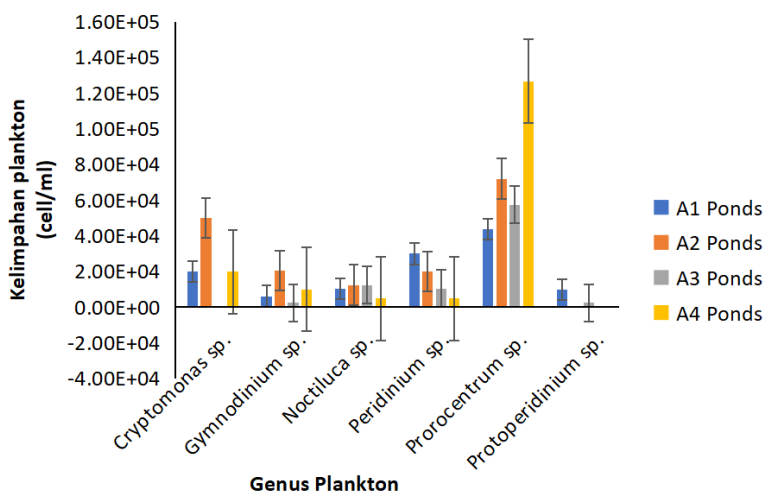
Tabel 1. Parameter kualitas air di tambak penelitian

Parameter	A1	A2	A3	A4
pH air	8,0 ± 0,26 (7,5-8,6)	8,0 ± 0,24 (7,4-8,8)	8,0 ± 0,29 (7,5-8,9)	8,0 ± 0,27 (7,5-8,6)
Suhu	29,98 ± 0,79 (28,10-32,00)	29,86 ± 0,75 (28,20-31,60)	29,91 ± 0,75 (28,00-31,80)	30,02 ± 0,79 (28,10-31,80)
Oksigen terlarut	5,24 ± 0,43 (4,26-6,19)	5,32 ± 0,43 (4,15-6,24)	5,31 ± 0,41 (4,18-6,28)	5,31 ± 0,48 (4,09-6,39)
Salinitas	28 ± 1,99 (23-30)	28 ± 2,25 (23-31)	28 ± 2,10 (23-30)	28 ± 1,94 (24-31)
Kecerahan	52 ± 21,40 (30-120)	51 ± 22,12 (30-120)	50 ± 23,64 (25-120)	51 ± 25,56 (25-120)
Fosfat	0,380 ± 0,26 (0,013-0,779)	0,199 ± 0,14 (0,031-0,456)	0,273 ± 0,23 (0,004-0,682)	0,399 ± 0,24 (0,142-0,753)
Nitrit	0,092 ± 0,06 (0,023-0,181)	0,059 ± 0,04 (0,005-0,127)	0,098 ± 0,08 (0,029-0,283)	0,093 ± 0,05 (0,021-0,165)
TAN	0,084 ± 0,08 (0,010-0,178)	0,063 ± 0,06 (0,012-0,182)	0,043 ± 0,06 (0,000-0,150)	0,068 ± 0,07 (0,000-0,220)
TOM	87,15 ± 13,91 (66,91-104,91)	85,19 ± 14,12 (63,94-102,38)	85,36 ± 15,16 (60,67-106,18)	82,42 ± 18,64 (48,03-104,39)
Kelimpahan Plankton	2,83E+05 ± 97,10 (7,25E+04-4,30E+05)	2,20E+05 ± 116,11 (8,00E+04-4,90E+05)	1,90E+05 ± 104,93 (6,00E+04-4,40E+05)	2,62E+05 ± 156,63 (8,00E+04-5,90E+05)

Kelimpahan *Dinoflagellata*

Kelimpahan plankton genus *Dinoflagellata* berkisar antara 2.500-127.000 cell/ml (Gambar 1.). Dari nilai rata-rata tersebut, tingkat dominansi spesies tertinggi perairan tambak penelitian didominasi oleh jenis *Prorocentrum* sp. *Prorocentrum* sp. merupakan jenis plankton dinoflagellata dengan sifat kosmopolitan (Nascimento dkk., 2017). *Prorocentrum* sp. tersebar luas di berbagai perairan dunia, baik di kawasan subtropis ataupun tropis (Nishimura dkk., 2020). Kelimpahan *Prorocentrum* sp. pada tambak penelitian tergolong cukup tinggi dan fluktuatif.

Kelimpahan plankton *Prorocentrum* sp. yang dominan dibandingkan genus lainnya disebabkan oleh kondisi fluktuasi suhu yang stabil sepanjang masa budidaya. Tingkat kelimpahan *Prorocentrum* sp. yang masih memiliki implikasi khusus terhadap daya hantar suhu di perairan (Lopez-Rosales dkk., 2014). Jenis plankton dengan sifat kosmopolitan cenderung lebih eksis dibanding jenis plankton lain ketika suhu perairan relatif stabil. Suhu merupakan faktor kunci bagi migrasi dan pertumbuhan plankton kosmopolit, selain tingkat produktivitas perairan yang subur (Siagian dkk., 2019). Tingkat produktivitas primer unsur hara di perairan alami juga secara langsung sangat dipengaruhi oleh intensitas suhu dari paparan cahaya sinar matahari (Yulianto dkk., 2014).



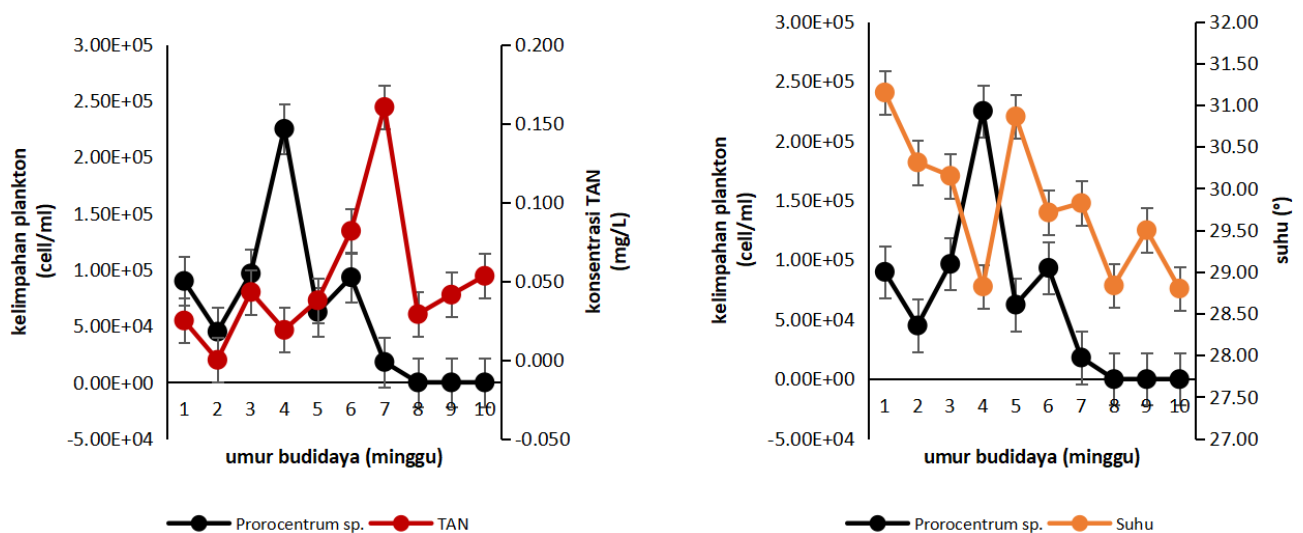
Gambar 1. Kelimpahan plankton jenis *Dinoflagellata*

Dinoflagellata adalah satu dari beberapa jenis plankton yang bersifat mudah *blooming* pada beberapa kondisi perairan. Adanya limpasan limbah antropogenik dan dinamika perubahan kondisi kualitas air tambak akan memicu dinoflagellata untuk *blooming* (Ariadi dan Mujtahidah, 2022). Keberadaan dinoflagellata yang dinamis di perairan akan menentukan tingkat *grazing* dan proses rantai makanan di ekosistem tambak (Ariadi dkk., 2022). Beberapa jenis dinoflagellata yang cukup mendukung keseimbangan ekosistem tambak adalah jenis *Cryptomonas* sp.

Kelimpahan *Prorocentrum* sp.

Tingkat kelimpahan plankton *Prorocentrum* sp. memiliki tren fluktuasi yang kontraktif dengan parameter TAN (Total Ammonia Nitrogen) dan juga parameter suhu. Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson, hubungan kontraktif antara kelimpahan *Prorocentrum* sp. dengan fluktuasi nilai TAN perairan dinilai memiliki nilai signifikansi sebesar 74.8 (Tabel 2.), artinya kelarutan parameter TAN di perairan tambak akan berpengaruh nyata sebesar 74,8% terhadap kelimpahan plankton genus *Prorocentrum* sp. Konsentrasi kelarutan parameter TAN, fosfat, TOM, dan salinitas akan sangat menentukan tingkat produktivitas primer pada perairan budidaya udang intensif (Pantjara dkk., 2015). Pada ekosistem tambak intensif, kelarutan parameter TAN sangat erat berhubungan terhadap tingkat efektivitas laju pertumbuhan mikroorganisme perairan seperti bakteri dan plankton (Ariadi dkk., 2019).

Suhu perairan di lokasi tambak penelitian yang cenderung hangat (29.86°C - 30.02°C) memicu intensnya tingkat dominansi *Prorocentrum* sp. dibandingkan jenis plankton lainnya. Kondisi suhu perairan yang hangat akan merangsang pertumbuhan *Prorocentrum* sp di perairan tambak (Lopez-Rosales dkk., 2014). Tingkat dominansi plankton jenis dinoflagellata lainnya cenderung fluktuatif mengikuti dinamika kondisi lingkungan perairan dan proses *grazing* di ekosistem perairan (Ariadi dkk., 2021). Kelimpahan *Prorocentrum* sp. juga berhubungan erat dengan kelimpahan unsur hara dan dinamika faktor fisika-kimia air di ekosistem perairan tambak (Nascimento dkk., 2017).



Gambar 2. Hubungan kelimpahan *Prorocentrum* sp. terhadap TAN (kiri) dan suhu (kanan)

Sedangkan hubungan kelimpahan *Prorocentrum* sp. terhadap parameter suhu, berdasarkan hasil uji korelasi Pearson didapatkan nilai signifikansi sebesar 83.3 (Tabel 2.), yang artinya parameter suhu memiliki pengaruh nyata terhadap kelimpahan plankton genus *Prorocentrum* sp. sebesar 83.3% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Suhu adalah parameter lingkungan yang memiliki implikasi luas terhadap pertumbuhan plankton di perairan (Sparrow dkk., 2017). Laju pertumbuhan dan rantai *predator prey* pada ekosistem mikro pada perairan secara umum dikendalikan oleh tingkat intensitas cahaya dan suhu (Baek dkk., 2010). Keberadaan plankton sebagai produsen primer sangat mempengaruhi dinamika siklus ekologi perairan (Zhao dkk., 2020).

Tabel 2. Hasil uji korelasi pearson kelimpahan *Prorocentrum* sp terhadap TAN dan suhu

No.	Test	Prorocentrum sp.	TAN	Suhu
	Correlation Pearson	1	74,8	83,3
1.	Sig. (2-tailed)		0,426	0,964
	N	10	10	10

Kondisi parameter kualitas air selama masa budidaya berlangsung masih cukup bagus dan stabil dengan rentang fluktuasi yang normal. Kondisi parameter kualitas air yang stabil dikarenakan siklus budidaya berlangsung pada musim panas. Selama musim panas, intensitas sinar matahari yang stabil membuat berbagai aktivitas biokimia pada ekosistem

tanah maupun perairan berjalan secara optimal (You dkk., 2021). Stabilitas dan fluktuasi kualitas air ini secara berantai akan berdampak juga terhadap kelimpahan plankton pada ekosistem perairan tambak. Keberadaan plankton parameter produktivitas perairan memainkan peranan penting terhadap kondisi ekosistem alami di perairan tambak (Zhao dkk., 2020). Plankton sangat dikehendaki untuk tumbuh di perairan tambak sebagai pakan alami bagi udang yang dibudidayakan (Huang dkk., 2020).

Dinoflagellata adalah salah satu genus plankton yang tidak dikehendaki untuk tumbuh dominan pada ekosistem perairan tambak. *Blooming* dinoflagellata pada perairan akan mengeluarkan senyawa toksik yang berbahaya bagi kehidupan organisme akuatik (Cusick and Widder dkk., 2020). Salah satu genus dinoflagellata yang dihindari supaya tidak *blooming* di perairan tambak adalah genus *Prorocentrum* sp. *Prorocentrum* sp. adalah harmful algae yang memproduksi senyawa toxic dinophysis toxins (DTXs) dan asam okadaic (OA) yang sangat berbahaya bagi kehidupan udang (Neves dkk., 2017). Kenaikan beban nutrisi dan suhu sepanjang waktu membuat beberapa jenis plankton harmful algae mudah mengalami *blooming* (Graneli dkk., 2011). *Prorocentrum* sp. adalah plankton yang bersifat kosmopolit terhadap fluktuasi kadar unsur hara di perairan (Sparrow dkk., 2017). Studi lain juga memperkuat bahwa *Prorocentrum* sp. bersama *Heterocapsa* sp. adalah jenis plankton yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu perairan untuk melakukan *blooming* (de Souza dkk., 2014).

KESIMPULAN

Dinamika kelimpahan plankton genus *Prorocentrum* sp. selama masa budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berfluktuasi secara dinamis mengikuti tren kelarutan kadar TAN (*Total Amonia Nitrogen*) dan suhu perairan pada ekosistem tambak, karena TAN dan suhu merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan plankton di perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak PT. Menjangan Mas Nusantara atas fasilitasi kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo-Gonzalez, A., Siqueiros Beltrones, D.A., & Lizarraga, I.G. (2010). Dinoflagellates in shrimp culture ponds under typical production conditions. *Cicimar Oceanides*, 25(1), 83-88.
- Ariadi, H., Fadjar, M., & Mahmudi, M. (2019). The relationships between water quality parameters and the growth rate of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive ponds. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12(6), 2103-2116
- Ariadi, H., Mahmudi, M., & Fadjar, M. (2019). Correlation between density of vibrio bacteria with *Oscillatoria* sp. Abundance on Intensive *Litopenaeus vannamei* Shrimp Ponds. *Research Journal of Life Science*, 6(2), 114-129.
- Ariadi, H., & Puspitasari, M.N. (2021). perbandingan pola kelayakan ekologis dan finansial usaha pada kegiatan budidaya udang vaname (*L. vannamei*). *Fish Scientiae*, 11(2), 125-138.
- Ariadi, H., Wafi, A., & Madusari, B.D. (2021). *Dinamika oksigen terlarut (studi kasus pada budidaya udang)*. Penerbit ADAB. Indramayu.
- Ariadi, H., Madusari, B.D., & Mardhiyana, D. (2022). Analisis pengaruh daya dukung lingkungan budidaya terhadap laju pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*). *EnviroScienteeae*, 18(1), 29-37.
- Ariadi, H., & Mujtahidah, T. (2022). Analisis pemodelan dinamis kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname. *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset akuakultur*, 16(4), 255-262.
- Baek, S.H., You, K., Katano, T., & Shin, K. (2010). Effects of temperature, salinity, and prey organisms on the growth of three *Pfiesteria*-like heterotrophic dinoflagellates. *Plankton and Benthos Research*, 5(1), 31-38.
- Burford, M. (1997). Phytoplankton dynamics in shrimp ponds. *Aquaculture Research*, 28, 351-360.
- Cusick, K.D., & Widder, E.A. (2020). Bioluminescence and toxicity as driving factors in harmful algal blooms: Ecological functions and genetic variability. *Harmful Algae*, 98, 101850.
- de Souza, K.B., Jephson, T., Hasper, T.B., & Carlsson, P. (2014). Species-specific dinoflagellate vertical distribution in temperature-stratified waters. *Marine Biology*, 161, 1725-1734.
- Fahrur, M., Makmur, M., & Rachmansyah, R. (2012). Dinamika kualitas air dan hubungan kelimpahan plankton dengan kualitas air di tambak Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros. In *Prosiding FORUM INOVASI TEKNOLOGI AKUAKULTUR* (pp. 881-894).
- Garate-Lizarraga, I., Gonzalez-Armas, R., Verdugo-Diaz, G., Okolodkov, Y.B., Perez-Cruz, B., & Diaz-Ortiz, J.A. (2019). Seasonality of the dinoflagellate *Amphidinium* cf. *carterae* (Dinophyceae: Amphidinales) in Bahía de la Paz, Gulf of California. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 532-541.
- Graneli, E., Vidayathna, N.K., Funari, E., Cumarantunga, P.R.T., & Scenati, R. (2011). Can increases in temperature stimulate blooms of the toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata*?. *Harmful Algae*, 10(2), 165-172.

- Huang, Q., Olenin, S., Li, L., Sun, S., & De Troch, M. (2020). Meiobenthos as food for farmed shrimps in the earthen ponds: Implications for sustainable feeding. *Aquaculture*, *521*, 735094.
- Lemonnier, H., Lantoine, F., Courteis, C., Guillebault, D., Nezan, E., Chomerat, N., Escoubeyrou, K., Galinie, C., Blockmans, B., & Laugier, T. (2016). Dynamics of phytoplankton communities in eutrophying tropical shrimp ponds affected by vibriosis. *Marine Pollution Bulletin*, *110*, 449-459.
- Leung, P.T.Y., Yan, M., Lam, V.T.T., Yiu, S.K.F., Chen, C.Y., Murray, J.S., Harwood, D.T., Rhodes, L.L., Lam, P.K.S., & Wai, T.C. (2018). Phylogeny, morphology and toxicity of benthic dinoflagellates of the genus *Fukuyoa* (Goniodomataceae, Dinophyceae) from a subtropical reef ecosystem in the South China Sea. *Harmful Algae*, *74*, 78-97.
- Lim, Z.F., Luo, Z., Lee, L.K., Hii, K.S., Teng, S.T., Chan, L.L., Chomerat, N., Krock, B., Gu, H., Lim, P.T., & Leaw, C.P. (2019). Taxonomy and toxicity of *Prorocentrum* from Perhentian Islands (Malaysia), with a description of a non-toxigenic species *Prorocentrum malayense* sp. nov. *Harmful Algae*, *83*, 95-108.
- Lopez-Rosales, L., Gallardo-Rodriguez, J.J., Sanchez-Miron, A., Ceron-Garcia, M.D.C., Belarbi, E.H., Garcia_camacho, F., & Molina-Grima, E. (2014). Simultaneous effect of temperature and irradiance on growth and okadaic acid production from the marine dinoflagellate *Prorocentrum belizeanum*. *Toxins*, *6*, 229-253.
- Moreira-Gonzalez, A.R., Fernandes, L.F., Uchida, H., Uesugi, A., Suzuki, T., Chomerat, N., Bilien, G., Pereira, T.A., & Mafra Jr, L.L. (2019). Morphology, growth, toxin production, and toxicity of cultured marine benthic dinoflagellates from Brazil and Cuba. *Journal of Applied Phycology*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01855-0>.
- Nascimento, S.M., Mendes, M.C.Q., Menezes, M., Rodrigues, F., Alves-de-Souza, C., Branco, S., Riobo, P., Franco, J., Nunes, J.M.C., Huk, M., Morris, S., & Fraga, S. (2017). Morphology and phylogeny of *Prorocentrum caipirignum* sp. nov. (Dinophyceae), a new tropical toxic benthic dinoflagellate. *Harmful Algae*, *70*, 73-89.
- Neves, R.A.F., Fernandes, T., dos Santos, L.N., & Nascimento, S.M. (2017). Toxicity of benthic dinoflagellates on grazing, behavior and survival of the brine shrimp *Artemia salina*. *PLoS ONE*, *12*(4), 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175168>
- Nishimura, T., Uchida, H., Noguchi, R., Oikawa, H., Suzuki, T., Funaki, H., Ihara, C., Hagino, K., Arimitsu, S., Tanii, Y., Abe, S., Hashimoto, K., Mimura, K., Tanaka, K., Yanagida, I., & Adachi, M. (2020). Abundance of the benthic dinoflagellate *Prorocentrum* and the diversity, distribution, and diarrhetic shellfish toxin production of *Prorocentrum lima* complex and *P. caipirignum* in Japan. *Harmful Algae*, *96*, 101687.
- Pantjara, B., Syafaat, M.N., & Kristanto, A.H. (2015). Effect of dynamical water quality on shrimp culture in the integrated multi trophic aquaculture (IMTA). *Indonesian Aquaculture Journal*, *10*(1), 81-90.
- Ritvo, G., Dassa, O., & Kochba, M. (2003). Salinity and pH effect on the colloidal properties of suspended particles in super intensive aquaculture systems. *Aquaculture*, *218*, 379 – 386. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00652-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00652-X)
- Siagian, J., Arthana, I.W., & Pebriani, D.A.A. (2019). Tingkat kesuburan muara tukad aya, jembrana bali berdasarkan kelimpahan plankton dan ketersediaan nutrien. *Current Trends in Aquatic Science*, *2*(2), 72-78.
- Sparrow, L., Momigliano, P., Russ, G.R., & Heimann, K. (2017). Effects of temperature, salinity and composition of the dinoflagellate assemblage on the growth of *Gambierdiscus carpenteri* isolated from the Great Barrier Reef. *Harmful Algae*, *65*, 52-60.
- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., Mahmudi, M., & Fadjar, M. (2021). Oxygen consumption of *litopenaeus vannamei* in intensive ponds based on the dynamic modeling system. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, *10*(1), 17-24.
- Whangchai, N., Migo, V.P., Alfafara, C.G., Young, H.K., Nomura, N., & Matsumura, M. (2004). Strategies for alkalinity and pH control for ozonated shrimp pond water. *Aquacultural Engineering*, *30*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2002.11.001>
- You, S., Liu, H., Li, Z., Zhou, Y., Zhou, H., Zheng, W., Gao, Y., Li, J., & Zhang, X. (2021). Soil environment and spectra properties coregulate tomato growth, fruit quality, and yield in different colored biodegradable paper mulching during the summer season. *Scientia Horticulturae*, *275*, 109632.
- Yu, Q., Xie, J., Huang, M., Chen, C., Qian, D., Qin, J.G., Chen, L., Jia, Y., & Li, E. (2020). Growth and health responses to a long-term pH stress in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Reports*, *16*, 100280.
- Yulianto, D., Muskananfolo, M.R., & Purnomo, P.W. (2014). Tingkat produktivitas primer dan kelimpahan fitoplankton berdasarkan waktu yang berbeda di perairan Pulau Panjang, Jepara. *Diponegoro Journal Of Maquares*, *3*(4), 195-200.
- Zhao, Q., Liu, S., & Niu-X. (2020). Effect of water temperature on the dynamic behavior of phytoplankton–zooplankton model. *Applied Mathematics and Computation*, *378*, 125211.