Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282 DOI : 10.14710/jmr.v14i2.50555
EISSN: 2407-7690
https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr

Stabilitas Ekosistem Marikultur Udang Vannamei pada Komunitas Fitoplankton melalui Indeks Saprobik di Desa Kedongkelor, Kabupaten Pemalang

Fadil Apresia[1,3]*, dan Nazariano Rahman Wahyudi[2,3]
[1]Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
[2]Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
[3]Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, email : apresiafadilundip@gmail.com

ABSTRAK: Kolam marikultur yang mengalami akumulasi sisa pakan dari biota, seperti udang dibiarkan menumpuk sehingga berpotensi menjadi toksik akibat senyawa amonia dan nitrit yang tinggi, terutama jika tidak dilakukan pembersihan rutin serta pemberian probiotik guna menguatkan peran fitoplankton sebagai dekomposer. Kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak negatif, khususnya terhadap mahluk renik dan biota marikultur dalam perairan. Keanekaragaman fitoplankton adalah mahluk alami yang digunakan sebagai dekomposisi zat-zat organik tanpa menyebabkan kualitas air menurun. Penelitian ini untuk mengetahui suatu komunitas fitoplankton di tambak udang vannamei di Desa Kedongkelor dengan masa pemeliharaan yang sudah berjalan selama 1 bulan (30 hari). Penelitian ini menggunakan metode analisis data untuk mendukung indeks ekologi seperti: indeks keanekaragaman, keseragaman, dominansi dan saprobik. Hasil berdasarkan penelitian menunjukkan jenis fitoplankton memiliki kelimpahan yang berbeda berdasarkan presentase (%) yaitu Green Algae (GA) dengan 41,8, Bacillariophyceae dengan 23,7, Cyanophyceae dengan 29,3, Dinophyceae dengan 5,2. Kategori keanekaragaman fitoplankton tergolong rendah berdasarkan indeks diperoleh 1,22. Kategori keseragaman fitoplankton tergolong tinggi dan kategori dominansi fitoplankton tergolong tidak ada yang dominan. Kategori saprobik pada 4 kolam tergolong dalam pencemaran sedang (fase α-Mesosaprobik) dan berat (fase Polisaprobik).

Kata kunci: Marikultur; Fitoplankton; Saprobik

Assessing Ecosystem Stability in Vannamei Shrimp Mariculture Through Phytoplankton-Based Saprobic Index in Kedongkelor, Pemalang

ABSTRACT: *Mariculture Mariculture ponds that accumulate leftover feed from cultured organisms, such as shrimp, are often left unmanaged, leading to the potential buildup of toxic compounds, particularly ammonia and nitrite. This risk is exacerbated in the absence of regular cleaning and probiotic application, which otherwise support the role of phytoplankton as natural decomposers. Such conditions may have detrimental effects, especially on microfauna and cultured aquatic organisms. Phytoplankton diversity represents a natural mechanism for decomposing organic matter without compromising water quality. This study aims to assess the phytoplankton community structure in a vannamei shrimp pond located in Kedongkelor Village after one month (30 days) of cultivation. The study employed ecological index-based data analysis, including diversity, evenness, dominance, and saprobic indices. The findings revealed that phytoplankton abundance varied among groups, with the following relative percentages: Green Algae (GA) 41.8%, Bacillariophyceae 23.7%, Cyanophyceae 29.3%, and Dinophyceae 5.2%. The phytoplankton diversity index was categorized as low, with a value of 1.22. Evenness was classified as high, while dominance was negligible, indicating no single dominant group. Saprobic index analysis showed that water quality in the four ponds ranged from moderately polluted (α-Mesosaprobic phase) to heavily polluted (Polysaprobic phase).*

Keywords: *Mariculture; Fitoplankton; Saprobic*

Diterima : 10-04-2025 ; Diterbitkan : 29-05-2025

Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282

PENDAHULUAN

Marikultur udang biasanya dilakukan di kawasan yang dekat dengan muara sungai atau daerah estuari dekat dengan sumber air laut. Desa Kedongkelor, Pemalang Jawa Tengah, adalah salah satu wilayah marikultur udang vannamei menggunakan sistem semi-intensif. Kawasan terdiri atas 4 kolam marikultur udang. Sistem pengelolaan kualitas air di tambak ini memanfaatkan hubungan sinergis dengan menyeimbangkan kualitas air dan jumlah fitoplankton yang berkembang pada kolam.

Akumulasi bahan organik dari sisa pakan udang di perairan tambak dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Proses dekomposisi sisa pakan menghasilkan ammonia-N, yang bersifat toksik dan dapat mengganggu kehidupan udang di tambak (Khanjani *et al*, 2022). Penurunan kualitas air secara langsung memengaruhi tingkat pertumbuhan udang dan keberhasilan proses budidaya. Selain itu, limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari dan merusak lingkungan sekitar, termasuk sungai, ekosistem mangrove, dan estuari yang menerima limpasan limbah tambak (Andrade et al., 2021). Keberadaan fitoplankton di tambak udang berperan penting karena bersinergi dengan bakteri dalam proses penguraian bahan organik (Nisar *et al.*, 2022) Fitoplankton mampu membentuk senyawa organik kompleks dari bahan anorganik sederhana, sedangkan bakteri mengurai bahan organik melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Khanjani *et al.*, 2023). Produk akhir berupa gas nitrogen dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan glukosa dan oksigen. Glukosa dan oksigen yang dihasilkan menjadi sumber nutrisi bagi bakteri, sementara oksigen juga digunakan oleh udang untuk respirasi, yang mendukung kelangsungan hidup mereka (Pimentel *et al.*, 2025).

Struktur komunitas fitoplankton di tambak memiliki fungsi penting dalam memproduksi bahan organik yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber nutrisi (Prates *et al.*, 2023). Beragam jenis fitoplankton memiliki peran yang berbeda, sehingga penting untuk mempelajari struktur komunitas fitoplankton di tambak udang vannamei selama masa pemeliharaan 30 hari di Desa Kedongkelor, Pemalang Jawa Tengah.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian ada pada koordinat 6° 51’ 50,31” LS dan 109° 20’ 25,39” BT (Gambar 1). Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa sampel air yang diambil dari 4 kolam marikultur udang dengan sistem semi-intensif di Desa Kedongkelor, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah. Pada saat pengambilan sampel, masa pemeliharaan telah berlangsung selama 30 hari. Sampel fitoplankton dikumpulkan kolam dari tiga titik berbeda di dalam kolam, yaitu sisi kolam, sudut kolam, dan bagian tengah kolam menggunakan botol air ukuran 600ml yang sudah dimodifikasi dikumpulkan pada 1 ember (Gambar 2).

Identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium. Pengamatan menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX21 dengan pembesaran 10x10, sementara identifikasi fitoplankton didasarkan pada gambar dan deskripsi morfologi yang merujuk pada buku Illustrations of The Marine Plankton karya Yamanji (1979). Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan beberapa indeks ekologi, yakni indeks kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, dan indeks saprobik.

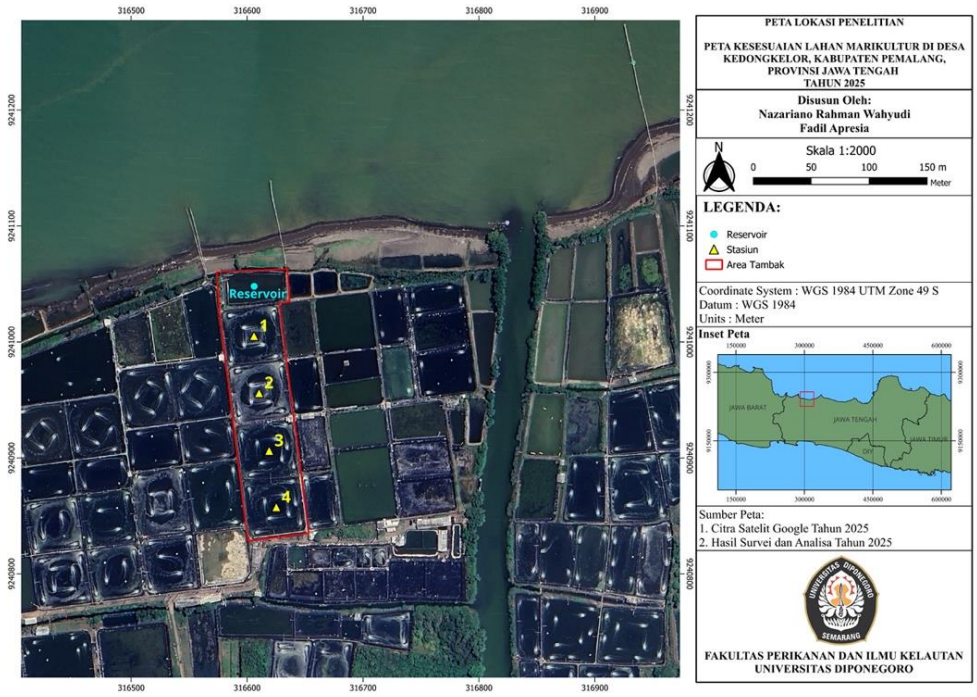
Indeks saprobik adalah metode penilaian kualitas perairan berdasarkan keberadaan dan kelimpahan organisme bioindikator, seperti fitoplankton dan zooplankton yang mendominasi dan mencerminkan tingkat pencemaran serta proses dekomposisi bahan organik di suatu ekosistem perairan. Indeks saprobik digunakan untuk mengkategorikan perairan berdasarkan tingkat pencemarannya, mulai dari kondisi oligotrofik (bersih) hingga polisaprobik (tercemar berat).Identifikasi tingkat pencemaran berdasarkan komposisi komunitas mikroorganisme di suatu perairan. Semakin tinggi indeks saprobik, semakin tinggi tingkat pencemaran organik yang terjadi. Menurut Basmi (2000) nilai indeks saprobik berkisar antara 0 hingga 3,5, dengan kategori sebagai berikut: 1) Oligosaprobik (0 – 1,0): Pencemaran ringan, proses dekomposisi berjalan efisien, dan kadar oksigen terlarut (DO) tinggi. 2) β-Mesosaprobik (1,0 – 2,0): Pencemaran sedang, terdapat

Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282

penguraian bahan organik yang aktif dengankeseimbangan antara produksi oksigen oleh fitoplankton dan konsumsi oleh bakteri. 3) α-Mesosaprobik (2,0 – 2,5): Pencemaran tinggi dengan tingginya jumlah bahan organik dan bakteri heterotrof. 4) Polisaprobik (2,5 – 3,5): Pencemaran sangat tinggi dengan dominasi mikroorganisme anaerob dan rendahnya kadar oksigen terlarut.

$$S = \frac{\sum(si\ x\ hi)}{\sum hi}$$

Keterangan : s_i = nilai saprobik dari organisme ke-i; h_i = kelimpahan organisme ke-i



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Gambar 2. Sampling Air dan Fitoplankton

Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengungkapkan keanekaragaman komunitas fitoplankton serta hasil analisis indeks saprobik pada 4 kolam budidaya udang vannamei dengan luasan 1600m^2 per kolam dengan dilapisi HDPE dengan ketebalan 0,5 yang berlokasi di Desa Kedongkelor, Pemalang, Jawa Tengah. Struktur komunitas fitoplankton selama masa pemeliharaan 30 hari di tambak udang vannamei wilayah tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Fitoplankton yang teridentifikasi selama penelitian berasal dari beberapa kelas utama, yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, dan Chlorophyta. Kelas Bacillariophyceae menunjukkan distribusi yang merata di seluruh 4 kolam tambak, yang kemungkinan besar berasal dari pakan alami yang terbawa dalam kantong-kantong benih kemudian tercampur ke dalam tambak ketika proses aklimatisasi (penyesuaian biota terhadap lingkungan baru). Sistem manajemen kualitas air yang diterapkan memastikan distribusi yang konsisten dengan melakukan sterilisasi pada kolam pengolahan sebelum air dialirkan ke setiap unit tambak. Kualitas air juga diukur selama marikultur berjalan untuk menjaga kondisi biota marikultur (Gambar 3). Proses ini bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang lebih stabil bagi komunitas fitoplankton (Firmansyah and Tenriawaruwaty, 2021).

Kehadiran Cyanobacteria (Blue-Green Algae) dan Dinoflagellata di kolam marikultur diduga berasal dari air laut yang sebelumnya dipompa dan dialirkan hingga masuk ke kolam tandon. Dalam kurun waktu pemeliharaan selama 30 hari, sistem sirkulasi air laut diterapkan tanpa melalui tahapan sterilisasi, melainkan hanya melewati proses pengendapan sebagai bentuk perlakuan awal.

Peningkatan kelimpahan Cyanobacteria (Blue-Green Algae) dan Dinoflagellata dalam media budidaya dapat berpotensi memberikan dampak negatif terhadap keberlanjutan aktivitas budidaya. Kedua kelas fitoplankton ini diketahui dapat menghasilkan toksin berbahaya dalam jumlah yang signifikan. Menurut Masithah (2022) menyatakan jenis Cyanobacteria dapat memproduksi racun seperti PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*), NSP (*Neurotoxic Shellfish Poisoning*), dan DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*), racun tersebut menyebabkan bau tidak sedap di lingkungan marikultur.

Fitoplankton merupakan organisme yang dapat mencegah toksin masuk kedalam tubuh biota marikultur. Kelimpahan fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae lebih tinggi dibandingkan dengan Cyanophyceae dan Dinophyceae. Bacillariophyceae tidak hanya berfungsi sebagai pakan alami, tetapi juga memiliki kemampuan beradaptasi dengan perubahan kualitas air yang fluktuatif. Boyd (1990) juga mengungkapkan bahwa kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae berperan penting sebagai pakan alami dan penambah oksigen dalam kolom perairan.

Tingkat keanekaragaman fitoplankton yang teridentifikasi dalam studi ini tergolong rendah. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Odum (1971) yang menyebutkan bahwa nilai indeks keanekaragaman di bawah 0,60 menunjukkan kategori rendah. Rendahnya nilai ini kemungkinan besar disebabkan oleh fase awal budidaya serta masih terbatasnya unsur hara seperti nitrat dan fosfat yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan fitoplankton secara optimal (Rabobank, 2022).

Selama masa pemeliharaan udang vannamei yang berlangsung selama 30 hari, tingkat keseragaman komunitas fitoplankton terpantau berada pada kategori rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Odum (1993), yang menjelaskan bahwa nilai indeks keseragaman <1 menunjukkan kondisi ekosistem perairan yang kurang merata dalam distribusi spesies. Keseragaman yang rendah mencerminkan kualitas air yang belum optimal dalam menunjang pertumbuhan serta reproduksi fitoplankton. Menurut Villarreal (2023) menyebutkan bahwa rentang suhu 20–35°C dan salinitas 27–32 ppt merupakan kondisi ideal untuk mendukung perkembangan fitoplankton.

Selama masa pemeliharaan, komunitas fitoplankton tidak menunjukkan adanya spesies yang secara mencolok mendominasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Odum (1993) yang menyatakan bahwa nilai indeks dominansi <1 atau mendekati 0 mengindikasikan tidak adanya dominasi oleh satu jenis organisme tertentu dalam ekosistem perairan. Parameter kualitas air seperti pH, turut memengaruhi pola dominansi fitoplankton (Catalani *et al.*, 2023).

Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282

Pengukuran indeks saprobitas dalam kegiatan budidaya udang vannamei bertujuan untuk mengevaluasi tingkat pencemaran perairan atau aktivitas dekomposisi material organik oleh mikroorganisme, khususnya bakteri, yang memiliki keterkaitan erat dengan dinamika komunitas fitoplankton (Bagaskara *et al*., 2020). Menurut Basmi, (2000) menyatakan bahwa nilai indeks saprobitas dalam rentang 0 hingga 1 dikategorikan sebagai fase β-mesosaprobik atau oligosaprobik, yang menggambarkan kondisi pencemaran ringan, proses penguraian organik yang optimal, kadar oksigen terlarut (DO) yang relatif tinggi, serta populasi bakteri yang masih rendah. Sebaliknya, apabila nilai indeks berada antara 1,0 hingga 2,0, maka kondisi perairan tergolong mengalami pencemaran sedang. Sementara itu, nilai indeks yang melebihi angka 2,0 mencerminkan adanya pencemaran berat, ditandai dengan tingginya konsentrasi bakteri, peningkatan intensitas dekomposisi, dan pembentukan senyawa nitrat yang masih dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton.

Hasil pengukuran indeks saprobitas (Tabel 2.) pada keempat kolam budidaya menunjukkan bahwa seluruh kolam berada dalam kisaran nilai antara 1,7 hingga 2,5. Berdasarkan klasifikasi Basmi, (2000) nilai indeks saprobitas antara 1,7 hingga 2,5 termasuk dalam fase α-mesosaprobik dan polisaprobik, yang mencerminkan tingkat pencemaran sedang hingga berat. Kondisi ini menandakan bahwa aktivitas dekomposisi bahan organik berlangsung intensif, dengan jumlah bakteri dekomposer tinggi dan konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang mulai menurun. Keberadaan fitoplankton dalam fase ini masih cukup beragam, namun cenderung didominasi oleh jenis-jenis yang toleran terhadap kondisi limbah organik (Hu *et al.*, 2022).

Nilai tertinggi terdapat pada kolam 4 dengan indeks 2,5, yang menunjukkan kondisi mendekati fase polisaprobik, yaitu tingkat pencemaran berat. Sementara itu, kolam 3 mencatatkan nilai terendah sebesar 1,7, meskipun masih dalam kategori pencemaran sedang. Variasi antar kolam ini menunjukkan adanya perbedaan dalam manajemen tambak, seperti kepadatan tebar, pemberian (Villarreal, 2023) pakan, dan sirkulasi air. Ketidakseimbangan tersebut berpotensi mengganggu stabilitas komunitas fitoplankton sebagai indikator biologis, serta dapat berdampak pada penurunan produktivitas udang vannamei (Huang *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pemantauan rutin terhadap indeks saprobitas sangat penting sebagai pendekatan bioindikator untuk menjaga keberlanjutan sistem marikultur di wilayah pesisir seperti Desa Kedongkelor.

Tabel 1. Nilai Kelimpahan (sel/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi

Genus	Kolam			
	1	2	3	4
Green Algae (GA)				
Chlorella	21,74	18,62	13,05	24,33
Closterium	0	0	0	0
Bacillariophyceae				
Chaetoceros	12,37	13,44	2,56	2,47
Amphora	0	0	0	0
Cyanophyceae				
Oscillatoria	15,24	0	7,22	3,02
Anabaenopsis	0	5,87	0	0
Dinophyceae				
Gymnodinium	0	0	0	0
Gyorodinium	2,63	7,40	3,27	0
Kelimpahan (K)	51,98	45,33	26,10	29,82
Keanekaragaman (H')	1,22	1,29	1,19	0,60
Keseragaman (E)	0,88	0,93	0,86	0,55
Dominansi (D)	0,32	0,30	0,35	0,68

Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282

Tabel 2. Hasil Perhitungan Indeks Saprobik

Kolam	Hasil Indeks Saprobik	Kategori Pencemaran
1	1,8	Tercemar sedang (α-Mesosaprobik)
2	2,0	Tercemar sedang (α-Mesosaprobik)
3	1,7	Tercemar sedang (α-Mesosaprobik)
4	2,5	Tercemar berat (Polisaprobik)

Keterangan : Kolam 1, 2 dan 3 menunjukkan tercemar sedang dengan kategori α-Mesosaprobik**.** Ini menunjukkan adanya peningkatan bahan organik, DO mulai menurun kemungkinan eutrofikasi akibat pertumbuhan Cyanophyceae seperti *Oscillatoria* yang bisa menjadi indikator pencemaran. Kolam 4 berada dalam kategori **tercemar berat** dengan kategori Polisaprobik, yang berarti ada peningkatan bahan organik tinggi, DO rendah, bakteri tinggi dan bisa berdampak negatif terhadap biota seperti udang dan fitoplankton. Nilai Saprobic Index (SI), seperti nilai 2,5 pada kolam ke-4 dalam tabel biasanya dihitung berdasarkan komposisi dan kelimpahan organisme bioindikator yaitu *Chlorella sp* di suatu badan air.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan bahwa komunitas fitoplankton di tambak udang vannamei di Desa Kedongkelor memiliki keanekaragaman yang rendah, dengan Bacillariophyceae mendominasi dibandingkan Cyanophyceae dan Dinophyceae. Kehadiran Cyanobacteria dan Dinoflagellata, yang kemungkinan berasal dari air laut yang tidak disterilisasi, berpotensi menimbulkan risiko akibat kemampuannya menghasilkan toksin berbahaya. Analisis indeks saprobik menunjukkan tingkat pencemaran ringan hingga berat, yang mengindikasikan adanya dekomposisi bahan organik dan potensi eutrofikasi. Strategi pengelolaan air yang tepat, termasuk peningkatan filtrasi dan regulasi nutrisi, sangat penting untuk menjaga lingkungan budidaya yang stabil dan produktif.

DAFTAR PUSTAKA

Andrade, D.R.J.V., dos Santos, E.P., de Almeida Costa, G.K., da Silva Campos, C.V.F., da Silva, S.M.B.C., Gálvez, A.O. & Brito, L.O., 2021. Effect of different frequencies of the addition of Brachionus plicatilis on the performance of Litopenaeus vannamei in a nursery biofloc system with rice bran (anaerobic and aerobic) as an organic carbon source. *Aquaculture*, 540: p.736669.

Bagaskara, W.B., Ario, R. & Riniatsih, I., 2020. Kualitas Perairan di tinjau dari Distribusi Fitoplankton serta Indeks Saprobik di Pantai Marina Semarang Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3): 333-342.

Basmi, J., 2000. Planktonologi: plankton sebagai bioindikator kualitas perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Catalani, K., Wasielesky, W., Zuñiga, R., de Souza, M.S. & Foes, G., 2023. Comparison between biofloc technology system and aquamimicry in the cultivation of Litopenaeus vannamei in lined ponds in Southern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, p.*49*. DOI: 10.20950/1678-2305/bip.2023.49.e787

Firmansyah, M., Tenriawaruwaty, A. & Hastuti, H., 2021. Studi Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Bandeng (Chanos chanos Forsskal) Di Tambak Kelurahan Samataring Kecamatan Sinjai Timur. *Tarjih Fisheries And Aquatic Studies*, 1(1): 014-024.

Hu, X., Hu, M., Zhu, Y., Wang, G., Xue, B. & Shrestha, S., 2022. Phytoplankton community variation and ecological health assessment for impounded lakes along the eastern route of China's South-to-North Water Diversion Project. *Journal of Environmental Management*, 318: p.115561.

Huang, C., Luo, Y., Zeng, G., Zhang, P., Peng, R., Jiang, X. & Jiang, M., 2022. Effect of adding microalgae to whiteleg shrimp culture on water quality, shrimp development and yield. *Aquaculture Reports*, *22*: p.100916.

Journal of Marine Research Vol 14, No. 2 Mei 2025, pp. 277-282

Khanjani, M.H., da Silva, L.O.B., Fóes, G.K., do Nascimento Vieira, F., Poli, M.A., Santos, M. & Emerenciano, M.G.C., 2023. Synbiotics and aquamimicry as alternative microbial-based approaches in intensive shrimp farming and biofloc: Novel disruptive techniques or complementary management tools? A scientific-based overview. *Aquaculture*, 567: p.739273. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.739273.

Masithah, E.D., 2023. Plankton:Manfaat, Bahaya & Bagaimana Mendapatkannya. Airlangga University Press.

Nisar, U., Peng, D., Mu, Y. & Sun, Y., 2022. A solution for sustainable utilization of aquaculture waste: a comprehensive review of biofloc technology and aquamimicry. *Frontiers in Nutrition*, 8: p.791738. DOI: 10.3389/fnut.2021.791738.

Pimentel, O.A.L.F., de Oliveira, V.Q., de Andrade, R.J.V., de Oliveira, C.Y.B., dos Santos, E.P., Pereira, A.M.L., Brito, L.O. & Gálvez, A.O., 2023. Plankton community in Penaeus vannamei nurseries with synbiotic system under different frequencies of adjustment on Ca: Mg: K ratio in low salinity water. *Aquaculture and Fisheries*, 10(2): 289–297. DOI: 10.1016/j.aaf.2023.09.003.

Prates, E., Holanda, M., Pedrosa, V.F., Monserrat, J.M. & Wasielesky, W., 2023. Compensatory growth and energy reserves changes in the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared in different temperatures and under feed restriction in biofloc technology system (BFT). *Aquaculture*, 562: p.738821.

Rabobank. 2022. Farmed shrimp production forecast by Gorjan Nikolik. In: Global Outlook for Aquaculture – GOAL, 21st ed. Seattle.

Villarreal, H., 2023. Shrimp farming advances, challenges, and opportunities. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(5): p.1092. DOI: 10.1111/jwas.13027