

KAJIAN DAYA DUKUNG LINGKUNGAN DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME

ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY STUDY IN VANAME SHRIMP FARMING

ABSTRAK

Akuakultur atau budidaya perikanan berperan penting dalam produksi kebutuhan ikan sehingga berpotensi besar untuk terus dikembangkan. Salah satu biota unggulan dalam budidaya air payau adalah udang vaname. Seiring berkembangnya teknologi, udang vaname ditransformasikan ke teknologi intensif. Budidaya udang intensif menjadi kegiatan produktif guna meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat dan devisa negara. Di lain hal, penyakit sering kali menjadi persoalan serius dan ini disebabkan oleh lingkungan budidaya yang kurang mendukung kegiatan produksi. Apabila melampaui kapasitas daya dukung lingkungan, maka akan berefek pada berubahnya fungsi pada ekologis perairan. Arah dari tulisan ini adalah untuk menelaah kembali daya dukung lingkungan dalam mewujudkan budidaya udang vaname. Kajian ini menggunakan *literatur review* atau metode studi kepustakaan. Berdasarkan kajian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa daya dukung lingkungan pada tambak udang vaname yang optimal berefek positif pada peningkatan nilai produksi serta menghasilkan implementasi tambak yang berkelanjutan.

KATA KUNCI: Akuakultur; Daya Dukung Lingkungan; Tambak Berkelanjutan; Udang Vaname

ABSTRACT

Aquaculture or aquaculture plays an important role in the production of fish needs so that it has great potential to continue to be developed. One of the leading biota in brackish water cultivation is vaname shrimp. As technology develops, vaname shrimp is transformed into intensive technology. Intensive shrimp farming is a productive activity to increase people's economic income and state foreign exchange. On the other hand, disease is often a serious problem and this is caused by a cultivation environment that is not supportive of production activities. If it exceeds the carrying capacity of the environment, it will have an effect on changing functions in the ecology of the waters. The direction of this paper is to re-examine the carrying capacity of the environment in realizing vaname shrimp farming. This study uses literature review methods. Based on the studies conducted, it was concluded that the optimal environmental carrying capacity of vaname shrimp ponds has a positive effect on increasing production value and resulting in sustainable pond implementation.

KEYWORDS: *Aquaculture; Environmental Carrying Capacity; Sustainable Ponds; Vaname Shrimp*

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi negara kepulauan terbesar di dunia dengan kondisi geografis yang strategis (Putra, 2022a). Total luas perairannya termasuk perairan darat adalah 6,4 juta km², luasan perairan antar pulau 3,1 juta km², dan perairan umum daratan 138,5 ribu km² (BIG, 2018). Sekitar 4.876 spesies ikan laut dan darat mendiami perairan Indonesia (FishBase, 2019 in Kadarusman *et al.*, 2019). Salah satu sub sektor yang diharapkan dapat mewujudkan misi kesejahteraan bagi masyarakat kelautan dan perikanan adalah akuakultur (Hermawan *et al.*, 2017). Akuakultur atau budidaya perikanan juga berperan penting dalam produksi kebutuhan ikan, sehingga berpotensi besar untuk terus dikembangkan (Putra, 2022b).

Di satu sisi, potensi lahan akuakultur Indonesia yang luas (Putra *et al.*, 2022) terdiri dari budidaya laut 8,3 juta hektar, budidaya air payau 1,3 juta hektar, budidaya air tawar 525 ribu hektar, dan kombinasi minapadi 1,55 juta hektar (KKP, 2015). Seiring berkembangnya waktu, angka terbaru tahun 2018, potensi luas area budidaya laut adalah 12.123.383 hektar dengan pemanfaatan 2.7 persen (325.825 ha); budidaya air payau seluas 2.964.331 ha dengan pemanfaatan 21.9 persen (650.509 hektar); potensi di perairan umum daratan (sungai dan danau), dengan tingkat pemanfaatan 10.7 persen (302.130 ha); serta budidaya air tawar 2.830.540 hektar (KKP in Kadarusman *et al.*, 2019).

Salah satu biota unggulan dalam budidaya air payau adalah udang vaname (Fauzi *et al.*, 2022; Putra *et al.*, 2022), di mana saat ini menjadi andalan dan prioritas dalam pengembangan untuk meningkatkan perekonomian nasional (Putra, 2022c). Aplikasi budidayanya banyak diimplementasikan pada beberapa negara tropis, termasuk Indonesia (Ariadi *et al.*, 2019a). Di Indonesia sendiri sudah mulai dibudidayakan setelah banyaknya kegalalan pada produksi udang windu, yakni sekitar tahun 2001 (Putra, 2018 & Ariadi *et al.*, 2020). Produktivitas pada budidaya udang vaname semakin meningkatkan dibarengi dengan banyaknya lahan-lahan budidaya yang diproyeksikan untuk diremajakan (Trbojevic *et al.*, 2019). Produktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa aspek misalnya aspek teknik maupun non-teknis (Ariadi *et al.*, 2021a). Kedua aspek tersebut memiliki pengaruh yang berkaitan erat dalam peningkatan produktivitas, keuntungan panen, maupun daya dukung lingkungan pada setiap siklus produksi (Ariadi *et al.*, 2019b). Aspek yang

dimaksud, mencakup persoalan teknis: pola budidaya, biaya produksi, desain wadah produksi, maupun sarana dan prasarana yang digunakan (Ariadi, 2020), sedangkan non-teknis terkait kondisi kualitas air, parameter biofisik tanah, ekosistem stabil, serta pengendalian hama dan penyakit (Islam *et al.*, 2014 & Ariadi *et al.*, 2021b).

Seiring berkembangnya teknologi, udang vaname ditransformasikan ke teknologi intensif (Katili *et al.*, 2017). Budidaya udang intensif menjadi kegiatan produktif guna meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat dan devisa negara (Muqsith, 2015). Di lain hal, penyakit sering kali menjadi persoalan serius dan ini disebabkan oleh lingkungan budidaya yang kurang mendukung kegiatan produksi (Prayitno *et al.*, 2017). Persoalan tersebut juga erat kaitannya dengan banyaknya limbah organik tidak terkontrol yang langsung dibuang ke lingkungan perairan. Limbah organik yang dimaksud bisa dari feses, sisa pakan, maupun bahan-bahan terlarut (Anas *et al.*, 2015). Apabila melampaui kapasitas daya dukung lingkungan, maka akan berefek pada berubahnya fungsi pada ekologis perairan (Ekawati *et al.*, 2018).

Merujuk pada beberapa teori yang dituliskan sebelumnya, penulis mengambil satu rumusan bahwa untuk mengetahui keadaan dan kapasitas tambak dalam meningkatkan produksi yang produktif, maka analisis daya dukung lingkungan perlu dilaksanakan. Oleh karena itu, arah dari tulisan ini adalah untuk menelaah kembali daya dukung lingkungan dalam mewujudkan budidaya udang vaname.

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan *literatur review* atau metode studi kepustakaan. *Literatur review* adalah ikhtisar komprehensif terkait riset yang sebelumnya sudah dilaksanakan terkait bahasan tertentu untuk menunjukkan kepada pembaca terkait apa yang sudah dan yang belum diketahui mengenai bahasan tersebut, revidu penelitian terlaksana, atau untuk gagasan riset lanjutan (Kopot & Taw, 2002; Denney & Tewksbury, 2013; Mirzaqon & Purwoko, 2017). Metode kajian yang seperti ini bisa bersumber dari buku, jurnal, majalah, dokumentasi, dan internet. Zed (2008) menambahkan bahwa studi literatur melekat pada aktivitas ilmiah yang mencakup metode pengumpulan pustaka, membaca, mencatat, kompilasi, dan

mengelola tulisan. Khusus pada kajian ini, tulisan yang menjadi rujukan adalah karya yang telah dipublikasikan rata-rata pada 10 tahun terakhir.

HASIL DAN BAHASAN

Daya dukung (*carrying capacity*) akuakultur terdiri dari daya dukung fisik, produksi, lingkungan atau ekologi, dan sosial (McKindsey *et al.*, 2006; Bengtson, 2014; Smaal & Van Duren, 2018). Menurut Poernomo (1992) daya dukung lingkungan adalah nilai kualitas ekologi yang disebabkan oleh interaksi semua aspek dalam satu kesatuan ekosistem baik fisika, kimia, dan biologi. Penentuan daya dukung lingkungan pada tambak dengan sistem pembobotan yang merujuk pada teori Poernomo (1992) yang telah diimplementasikan di Gresik - Jawa Timur (Prasita, 2007), Aceh Utara - Nanggroe Aceh Darussalam (Yulianda, 2008), Karawang - Jawa Barat (Alifatri, 2017), dan di Lamongan - Jawa Timur (Rahayu, 2017).

Daya dukung lingkungan atau lahan budidaya tambak adalah satu basis pemikiran yang harus dikuasai lebih dahulu, sehingga pengelolaan sumber daya alam dan ekologi dilaksanakan terus-menerus (Mustafa & Tarunamulia, 2009). Daya dukung akuakultur merupakan tingkat kesesuaian ekologi yang dapat mawadahi kapasitas optimal dari limbah ekosistem akuakultur (Triyatmo *et al.*, 2018; Song *et al.*, 2019; Wafi *et al.*, 2021; Ariadi *et al.*, 2022). Ross *et al.*, (2013) menambahkan bahwa hal ini berdasarkan batasan kondisi lingkungan, sosial, dan ekonomi yang tidak menimbulkan perubahan dan efek negatif pada lingkungan sosial serta fungsi dan struktur sosial terkait. Selain itu, Stigebrandt (2011) & Neto *et al.*, (2016) menyampaikan bahwa definisi daya dukung sebagai biomassa optimal komoditas budidaya yang dukung tanpa melewati dampak maksimal yang didapatkan pada komoditas budidaya dan lingkungannya.

Daya dukung akuakultur akan semakin menurun sejalan dengan umur budidaya yang juga bertambah, karena limbah yang dihasilkan juga meningkat (Ariadi *et al.*, 2019b). Upaya agar tingkat daya dukung akuakultur tetap stabil adalah dengan aplikasi panen parsial saat udang sudah sampai pada usia ekonomis (Wafi *et al.*, 2020 & Ariadi *et al.*, 2021b). Daya dukung lingkungan harus diperhatikan dengan baik karena apabila pengelolaannya tidak tepat, akan

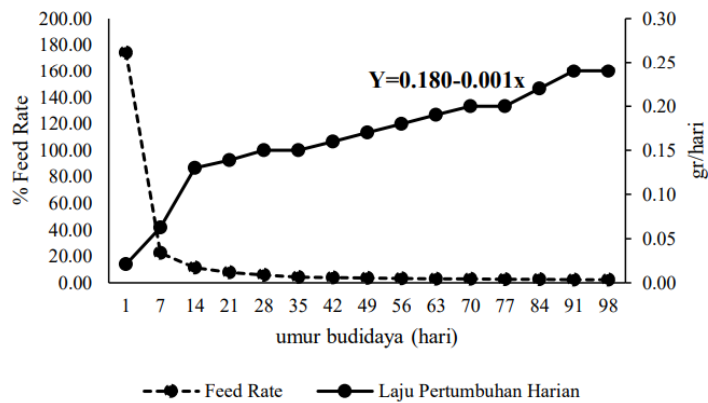
menimbulkan efek negatif hingga kompilasi persoalan lingkungan pada durasi waktu yang lama (Suparjo, 2008 & Susetyo & Santoso, 2016). Dapat dimaknai, bahwa daya dukung ini adalah bagian integral dari proses pengembangan, pemilihan lokasi, hingga implementasi praktik akuakultur yang tetap konsisten dalam keberlanjutan produksi (Ros *et al.*, 2013). Produksi akuakultur sendiri harus melihat bahwa evaluasi daya dukung untuk memastikan secara realistis terkait sumber daya alam yang digunakan (Mustafa *et al.*, 2020). Terdapat aspek lainnya yang berhubung erat pada daya dukung lingkungan, yakni faktor pembatas daya dukung. Faktor ini mencakup biotik dan abiotik yang membatasi daya dukung dan di lain hal digunakan untuk menetapkan pemanfaatan lahan guna mengembangkan daya dukung. Langkah pertama untuk dilakukannya identifikasi pada faktor pembatas guna menetapkan strategi dalam pengembangan kesesuaian dan daya dukung lahan (Moretto & Francis, 2017).

Menurut Kamlasi (2008), nilai daya dukung menjadi faktor utama dalam menjadi siklus produksi akuakultur dalam durasi waktu yang panjang. Informasi terkait daya dukung pada suatu kawasan perairan sangat berperan dalam pengembangan dan pengelolaan akuakultur (Anrosana & Gemaputri, 2017). Beberapa efek positif yang ditimbulkan dari daya dukung akuakultur yang masih stabil di antaranya: performa pertumbuhan udang yang optimal (Song *et al.*, 2019; Wafi *et al.*, 2021; Ariadi *et al.*, 2022) dan produktivitas panen yang meningkat (Kasnir *et al.*, 2022). Daya dukung lingkungan juga menjadi aspek yang harus diperhatikan selain aspek ekonomi dan kesesuaian lahan untuk menentukan potensi pengembangan tambak di suatu kawasan, guna mendapatkan produksi yang berkelanjutan dan lingkungan yang tetap terjaga baik (Muqsith, 2015).

Pada satu studi, metode pembobotan dapat dipakai dalam penentuan daya dukung lingkungan budidaya (Suparjo, 2008). Namun, ditemukan pada referensi yang lain, bahwa dalam penentuan daya dukung pada lingkungan budidaya dapat dilakukan pada 3 metode, yakni pembobotan (*weighting*), penilaian (*scoring*), dan *nutrient loading* (Sutrisno & Ambarwulan, 2003). Riset yang dilakukan oleh Suparjo di tahun 2018, bahwa tahapan yang diaplikasikan pembobotan dari setiap aspek kemudian dilanjutkan dengan penentuan kategori daya dukung yang telah ditetapkan berdasarkan perhitungan simulasi data.

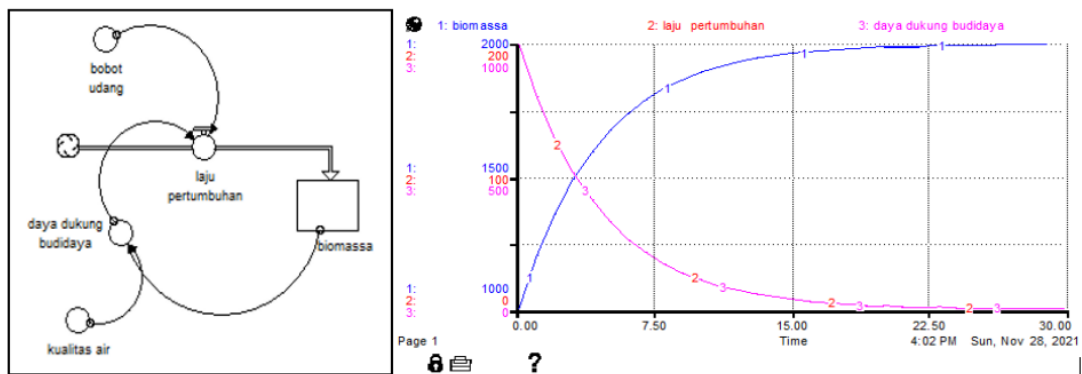
Lebih lanjut, pada riset yang lain misalnya yang dilakukan oleh Mustafa & Tarunamulia (2009), analisis daya dukung tambak yang didasarkan pada kuantitas air, di mana hasilnya adalah daya dukung lingkungan yang baik menghasilkan usaha tambak yang berkelanjutan. Di tahun sebelumnya, Roque d'Orbcastel *et al.* (2008) juga melakukan riset di Denmark, kuantitas / volume air alami yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk merumuskan jumlah pakan optimal dalam skala tahunan yang dapat diaplikasikan guna menetapkan daya dukung lahan akuakultur. Kuantitas air pada bagian riset dari penentuan daya dukung lingkungan tambak ini juga telah dilakukan sebelumnya di beberapa lokasi, misalnya di Subang – Jawa Barat (Widigdo & Pariwono, 2003), Teluk Jakarta dan Serang – Banten (Sitorus 2005 *in* Prasita, 2007), Dumai – Riau (Prianto *et al.*, 2006), dan di Gresik – Jawa Timur (Prasita, 2007).

Penelitian selanjutnya, oleh Ariadi *et al.* (2022), didapatkan hasil kualitas air pada budidaya udang vaname: salinitas 17 ppt (± 6.50), pH 8,2 (± 0.15), DO 5,87 mg/L (± 0.51), bahan organik 93.48 mg/L (± 17.02), suhu perairan 28,59⁰C (± 1.19), dan kecerahan 36 cm (± 24.75). Nilai-nilai tersebut telah sesuai dengan standar baku mutu untuk usaha budidaya udang vaname. Hubungan tingkat laju pertumbuhan udang vaname dengan aplikasi *prosentase feeding programme* saat siklus produksi berlangsung menghasilkan jalur yang berbeda, terjadi hubungan tidak searah pada laju pertumbuhan udang vaname dengan program pakan tersebut (Gambar 1). Hubungan tidak searah dimaksud telah digrafikan dengan persamaan $Y=0.180-0.001x$ (setiap 1% feed rate yang naik, maka laju pertumbuhan harian juga naik 0,001 gr/hari). Laju ini juga akan terus meningkat dan agregatif sejalan dengan usia siklus produksi. Namun di satu sisi juga menimbulkan efek pada beban limbah yang dihasilkan, sebagaimana pernyataan dari Paena *et al.*, (2020).



Gambar 1. Hubungan *feed rate* dan laju pertumbuhan harian udang vaname (Sumber: Ariadi *et al.*, 2022)
 Figure 1. Relationship of feed rate and daily growth rate of vaname shrimp (Source: Ariadi *et al.*, 2022)

Kemudian, masih pada studi yang sama dilakukan analisis permodelan dinamis yang digambarkan pada pola *causal loop* (Gambar 2). Merujuk pada gambar di bawah ini, kenaikan biomassa komoditas udang vaname tentu dipengaruhi oleh daya dukung lingkungan dan performa laju pertumbuhan, di mana *trend* fluktuasi yang tidak searah pada siklus produksi.



Gambar 2. Kiri: *causal loop model*; kanan: simulasi model antara biomassa, laju pertumbuhan udang, dan *carrying capacity* (Sumber: Ariadi *et al.*, 2022)
 Figure 2. Left: *causal loop model*; right: model simulation between biomass, shrimp growth rate, and *carrying capacity* (Source: Ariadi *et al.*, 2022)

Ikhtisar dari gambar di atas, bahwa laju pertumbuhan harian udang vaname dan daya dukung budidaya akan menurun sejalan dengan bertambahnya usia pada siklus produksi. Menurut Muchtar *et al.* (2021), kondisi yang seperti ini karena

terdapat peningkatan input budidaya yang menyebabkan menurunnya daya dukung lingkungan dan performa harian pada pertumbuhan udang vaname. Tingkat daya dukung yang masih optimal tentu akan berpengaruh pada pertumbuhan normal udang vaname, begitu halnya dengan kondisi sebaliknya (Song *et al.*, 2019 & Wafi *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Daya dukung lingkungan pada tambak udang vaname yang optimal berefek positif pada peningkatan nilai produksi serta menghasilkan implementasi tambak yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifatri, L. O., Hariyadi, S. & Susanto, H. A. (2017). Analisis Daya Dukung Lahan untuk Pengembangan Budidaya Kerapu di Perairan Tambak Kecamatan Cilebar, Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22 (1) : 52-66. DOI: <https://doi.org/10.18343/jipi.22.1.52>
- Anas, P., Sudinno, D. & Jubaedah, I. (2015). Daya Dukung Perairan Untuk Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif dalam Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Pematang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9 (2) : 29-46. DOI: <https://doi.org/10.33378/jppik.v9i2.61>
- Anrosana, I. A. & Gemaputri, A. A. (2017). Kajian Daya Dukung (*Carrying Capacity*) Lingkungan Perairan Pantai Pasir Putih Situbondo bagi Pengembangan Usaha Karamba Jaring Apung. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 17 (2) : 73-79. DOI: <https://doi.org/10.25047/jii.v17i2.546>
- Ariadi, H. (2020). Oksigen Terlarut dan Siklus Ilmiah pada Tambak Intensif. Bogor : *Guepedia*.
- Ariadi, H., Fadjar, M. & Mahmudi, M. (2019a). Financial Feasibility Analysis of Shrimp Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Culture in Intensive Aquaculture System with Low Salinity. *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*, 7 (1): 95-108. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2019.007.01.08>
- Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. & Supriatna. (2019b). The Relationships Between Water Quality Parameters and the Growth Rate of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Ponds. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12 (6) : 2.103-2.116.
- Ariadi, H., Madusari, B. D. & Mardhiyana, D. (2022). Analisis Pengaruh Daya Dukung Lingkungan Budidaya Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname

- (*Litopenaeus vannamei*). *EnviroScienteeae*, 18 (1) : 29-37. DOI: <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12976>
- Ariadi, H., Syakirin, M. B., Pranggono, H., Soeprapto, H. & Mulya, N. A. (2021a). Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pola Intensif di PT. Menjangan Mas Nusantara, Banten. *Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 9 (2) : 240-249. DOI: <https://doi.org/10.35800/akulturasi.v9i2.36918>
- Ariadi, H., Wafi, A. & Supriatna. (2020). Water Quality Relationship with FCR Value in Intensive Shrimp Culture of Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11 (1) : 44-50. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i1.653>
- Ariadi, H., Wafi, A., Musa, M. & Supriatna. (2021b). Keterkaitan Hubungan Parameter Kualitas Air pada Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 12(1): 18-27. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.781>
- Bengtson, D. A. (2014). Aquaculture Carrying Capacity and Water Quality in Indonesian Lakes and Reservoirs - A New Project. *Aquacultura Indonesiana*, 15 (2) : 46-50.
- BIG. (2018). Rujukan Nasional Data Kewilayahan Indonesia. Jakarta: *Badan Informasi Geospasial dan Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL*.
- Denney, A. S. & Tewksbury, R. (2012). How to Write a Literature Review. *Journal of Criminal Justice Education*. 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10511253.2012.730617>
- Ekawaty, R., Yonariza, Ekaputra, E. G. & Arbain, A. (2018). Telaahan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan dalam Pengelolaan Kawasan Daerah Aliran Sungai di Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2 (2) : 30-40. DOI: <http://doi.org/10.32530/jaast.v2i2.42>
- Fauzi, M., Kristiani, M. G. E., Rukmono, J. & Putra, A. (2022). Kajian Teknis dan Analisis Finansial Pembenihan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT Esaputlii Prakarsa Utama (Benur Kita) Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. *Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 4 (1) : 281-286. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marlin.V3.I2.2022.281-286>
- Hermawan, A., Amanah, S. & Fatchiya, A. (2017). Partisipasi Pembudidaya Ikan dalam Kelompok Usaha Akuakultur di Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan*, 13 (1) : 1-13. DOI: <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v13i1.12903>
- Islam, G. M. N., Yew, T. S. & Noh, K. M. (2014). Technical Efficiency Analysis of Shrimp Farming in Peninsular Malaysia: A Stochastic Frontier Production Function Approach. *Trends in Applied Sciences Research*, 9 (2) : 103-112.

- Kadarusman, Rachmawati, R., Setyawidati, N. A. R., Sektiana, S. P., Tapilatu, R. F., Albasri, H., Nurdin, E., Saputra, R. S. H., Noviendri, D. & Nursid, M. in Widjaja & Kadarusman (edr) (2019). *Sumber Daya Hayati Maritim*, Buku Seri 2 Buku Besar Maritim Indonesia. Jakarta: *Amafrad Press*. 390 Pg.
- Kamlasi, Y. (2008). Kajian Ekologis dan Biologi untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. [Tesis]. *Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor* : 80 pg.
- Kasnir, M., Harlina., Rustam., Jayadi, & Jabbar, F. B. A. (2020). Sustainability of Vannamei in Intensive Ponds in Tegal City, Central Java Province. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10 (2) : 147-154. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i2.18565>
- Katili, V. R. A., Adrianto, L. & Yonvitner. (2017). Evaluasi Emergy Pengembangan Sistem Budidaya Udang Supra Intensif di Kawasan Pesisir Mamboro, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (2) : 138-147.
- KKP. (2015). Performance Report (LAKIP) of the Ministry of Marine Affairs and Fisheries 2014. In: MMAF (ed.). Jakarta: *MMAF*.
- Kopot, R. and Taw, N. (2002). Efficiency of Pacific White Shrimp, Current Issues in Indonesia. *Global Aquaculture Advocate* : 40-41.
- McKindsey, C.W., Thetmeyer, H., Landry, T. & Silvert, W. (2006). Review of Recent Carrying Capacity Models for Bivalve Culture and Recommendations for Research and Management. *Aquaculture*, 261 (2) : 451-462. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.044>
- Mirzaqon, T. A. & Purwoko, B. (2017). Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori dan Praktik Konseling Expressive Writing. *Jurnal BK Unesa*, 8 (1) : 1-8.
- Moretto, L. & Francis, C. M. (2017). What Factors Limit Bat Abundance and Diversity in Temperate, North American Urban Environments. *Journal of Urban Ecology*, 3 (1) : 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/jue/jux016>
- Muchtar., Farkan, M., and Mulyono, M. (2021). Productivity of Vannamei Shrimp Cultivation (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Ponds in Tegal City, Central Java Province. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10 (2) : 147-154. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i2.18565>
- Mustafa, A. & Tarunamulia. (2009). Analisis Daya Dukung Lahan Tambak Berdasarkan pada Kuantitas Air Perairan di Sekitar Kecamatan Balusu Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4 (3) : 395-406. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.4.3.2009.395-406>

- Mustafa, A., Hasnawi, Ratnawati, E. & Asaad, A. I. J. (2020). Penentuan Daya Dukung Lingkungan dan Faktor Pembatasnya di Tambak Kecamatan Tabalar dan Biatan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Segara*, 16 (1) : 47-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v16i1.7983>
- Neto, R. M., Nocko, H. R. & Ostrensky, A. (2016). Carrying Capacity and Potential Environmental Impact of Fish Farming in the Cascade Reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Aquaculture Research* : 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/are.13169>
- Paena, M., Syamsuddin, R., Rani, C. & Tandipayuk, H. (2020). Estimasi Beban Limbah Organik dari Tambak Udang Superintensif yang Terbuang di Perairan Teluk Labuange. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2) : 507-516. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.27738>
- Poernomo, A. (1992). Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan. Seri Pengembangan Hasil Penelitian No. PHP/KAN/PATEK/004/1992. Jakarta: *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 40 pg.
- Prasita, V. D. (2007). Analisis Daya Dukung Lingkungan dan Optimalisasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir untuk Pertambakan di Kabupaten Gresik. *Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*. 147 pg.
- Prayitno, S. B., Haditomo, A. H. C., Desrina & Sarjito. (2017). Prinsip-Prinsip Diagnosa dan Manajemen Kesehatan Ikan. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 61 pg.
- Prianto, E., Purwanto, J., & Subandar, A. 2006. Alokasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kota Dumai untuk Pengembangan Tambak Udang Melalui Aplikasi Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1 (3) : 349-359. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.1.3.2006.349-358>
- Putra, A. (2018). Pendekatan *Kaizen* dan *Fishbone Analysis* pada Usaha Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT Intraco Agroindustry, Provinsi Sumatera Utara. *Integration Program Sekolah Tinggi Perikanan*. 80 pg.
- Putra, A. (2022a). Supporting the Aquaculture of the World's Largest Archipelago (Indonesia). *Aquaculture Magazine*, 48 (5) : 42-44.
- Putra, A. (2022b). *Blue Economy* dalam Akuakultur Indonesia. *TROBOS Aqua*. 117 (X) : 54-55.
- Putra, A. (2022c). Peluang Besar Indonesia Jadi Pemain Utama Udang Dunia. *TROBOS Aqua*. 119 (X) : 66-67.
- Putra, A., Finasthi, D., Putri, S. Y. A. & Aini, S. (2022). Komoditas Akuakultur Ekonomis Penting di Indonesia. *Warta Iktiologi*, 6 (3) : 23-28.

- Rahayu, A. P. (2017). Daya Dukung Lahan Tambak Budidaya Ikan Kerapu (*Ephinepelus* spp.) di Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Grouper*, 18 (1) : 13-19. DOI: <https://doi.org/10.30736/grouper.v8i1.20>
- Roque d'Orbcastel, E., J.-P. Blancheton, T. Boujard, J. Aubin, Y. Moutounet, C. Przybyla & A. Belaud. (2008). Comparison of Two Methods for Evaluating Waste of A Flow through Trout Farm. *Aquaculture*, 274 (1) : 72-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.053>
- Ross, L. G., Telfer, T. C., Falconer, L., Soto, D. & Aguilar-Manjarrez, J. (2013). Site Selection and Carrying Capacities for Inland and Coastal Aquaculture. *FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6-8 December 2010*. Rome: FAO.
- Smaal, A. C. & Van Duren, L. A. (2018). Bivalve Aquaculture Carrying Capacity: Concepts and Assessment Tools. In: Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K. & Strand, Ø. (eds.), *Goods and Services of Marine Bivalves*. Cham: Springer : 451-483.
- Song, X., Pang, S., Guo, P., Sun, Y. (2019). Evaluation of Carrying Capacity for Shrimp Pond Culture with Integrated Bioremediation Techniques. *Aquaculture Research*, 51 (2) : 761-769. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14426>
- Stigebrandt, A. (2011). Carrying Capacity: General Principles of Model Construction. *Aquaculture Research*, 42 : 41-50. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02674.x>
- Suparjo, M. N. (2008). Daya Dukung Lingkungan Perairan Tambak Desa Mororejo Kabupaten Kendal. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4 (1) : 50-55. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijfst.4.1.50-55>
- Susetyo, A. D. & Santoso, E. B. (2016). Kesesuaian Lahan Perikanan Tambak Berdasarkan Faktor-Faktor Daya Dukung Fisik di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 5 (1) : 18-22. DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.11177>
- Sutrisno, D. & Ambarwulan, W. (2003). Kajian Daya Dukung Lingkungan untuk Usaha Budidaya Udang di Delta Sungai Mahakam. Bogor: *BAKOSURTANAL*.
- Trbojevic, I. S., Predojevic, D. D., SinzarSekulic, J. B., Nikolic, N. V., Jovanovic, I. M. & Subakov-Simic, G. V. (2019). Charophytes of Gornje Podunavlje Ponds: Revitalization Process Aspect. *Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke*, 136 : 123-131. DOI: <https://doi.org/10.2298/ZMSPN1936123T>
- Triyatmo, B., Rustadi, & Priyono, S. B. (2018). Characteristics and Environmental Carrying Capacities of Coastal Area in Yogyakarta Special Region for

Aquaculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 139, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/139/1/012007>

Wafi, A., Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. & Supriatna. (2020). Model Simulasi Panen Parsial pada Pengelolaan Budidaya Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11 (2) : 118-126. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i2.928>

Wafi, A., Ariadi, H., Khumaidi, A. & Muqsith, A. (2021). Pemetaan Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Banyuputih, Situbondo Berdasarkan Indikator Kimia Air. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 12 (2) : 160-169. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i2.1346>

Widigdo, B. & J. Pariwono. 2003. Daya Dukung Perairan di Pantai Utara Jawa Barat untuk Budidaya Udang (Studi Kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta, dan Serang). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 10 (1) : 10-17.

Yulianda, F. (2008). Kajian Kesesuaian dan Daya Dukung Lingkungan Tambak Berbasis Spasial di Wilayah Pesisir Kabupaten Aceh Utara, Pantai Timur Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15 (2) : 157-163. DOI: <https://doi.org/>

Zed, M. (2003). Metode Penelitian Kepustakaan. Jakarta : *Yayasan Obor Indonesia*.

**KAJIAN DAYA DUKUNG LINGKUNGAN
DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME**
***ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY STUDY
IN VANAME SHRIMP FARMING***

Commented [ms1]: Sesuaikan dengan template jurnal

ABSTRAK

Akuakultur atau budidaya perikanan berperan penting dalam produksi kebutuhan ikan sehingga berpotensi besar untuk terus dikembangkan. Salah satu biota unggulan dalam budidaya air payau adalah udang vaname. Seiring berkembangnya teknologi, udang vaname ditransformasikan ke teknologi intensif. Budidaya udang intensif menjadi kegiatan produktif guna meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat dan devisa negara. Di lain hal, penyakit sering kali menjadi persoalan serius dan ini disebabkan oleh lingkungan budidaya yang kurang mendukung kegiatan produksi. Apabila melampaui kapasitas daya dukung lingkungan, maka akan berefek pada berubahnya fungsi pada ekologis perairan. Arah dari tulisan ini adalah untuk menelaah kembali daya dukung lingkungan dalam mewujudkan budidaya udang vaname. Kajian ini menggunakan *literatur review* atau metode studi kepustakaan. Berdasarkan kajian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa daya dukung lingkungan pada tambak udang vaname yang optimal berefek positif pada peningkatan nilai produksi serta menghasilkan implementasi tambak yang berkelanjutan.

KATA KUNCI: Akuakultur; Daya Dukung Lingkungan; Tambak Berkelanjutan; Udang Vaname

ABSTRACT

Aquaculture or aquaculture plays an important role in the production of fish needs so that it has great potential to continue to be developed. One of the leading biota in brackish water cultivation is vaname shrimp. As technology develops, vaname shrimp is transformed into intensive technology. Intensive shrimp farming is a productive activity to increase people's economic income and state foreign exchange. On the other hand, disease is often a serious problem and this is caused by a cultivation environment that is not supportive of production activities. If it exceeds the carrying capacity of the environment, it will have an effect on changing functions in the ecology of the waters. The direction of this paper is to re-examine the carrying capacity of the environment in realizing vaname shrimp farming. This study uses literature review methods. Based on the studies conducted, it was concluded that the optimal environmental carrying capacity of vaname shrimp ponds has a positive effect on increasing production value and resulting in sustainable pond implementation.

KEYWORDS: *Aquaculture; Environmental Carrying Capacity; Sustainable Ponds; Vaname Shrimp*

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi negara kepulauan terbesar di dunia dengan kondisi geografis yang strategis (Putra, 2022a). Total luas perairannya termasuk perairan darat adalah 6,4 juta km², luasan perairan antar pulau 3,1 juta km², dan perairan umum daratan 138,5 ribu km² (BIG, 2018). Sekitar 4.876 spesies ikan laut dan darat mendiami perairan Indonesia (FishBase, 2019 in Kadarusman *et al.*, 2019). Salah satu sub sektor yang diharapkan dapat mewujudkan misi kesejahteraan bagi masyarakat kelautan dan perikanan adalah akuakultur (Hermawan *et al.*, 2017). Akuakultur atau budidaya perikanan juga berperan penting dalam produksi kebutuhan ikan, sehingga berpotensi besar untuk terus dikembangkan (Putra, 2022b).

Di satu sisi, potensi lahan akuakultur Indonesia yang luas (Putra *et al.*, 2022) terdiri dari budidaya laut 8,3 juta hektar, budidaya air payau 1,3 juta hektar, budidaya air tawar 525 ribu hektar, dan kombinasi minapadi 1,55 juta hektar (KKP, 2015). Seiring berkembangnya waktu, angka terbaru tahun 2018, potensi luas area budidaya laut adalah 12.123.383 hektar dengan pemanfaatan 2.7 persen (325.825 ha); budidaya air payau seluas 2.964.331 ha dengan pemanfaatan 21.9 persen (650.509 hektar); potensi di perairan umum daratan (sungai dan danau), dengan tingkat pemanfaatan 10.7 persen (302.130 ha); serta budidaya air tawar 2.830.540 hektar (KKP in Kadarusman *et al.*, 2019).

Salah satu biota unggulan dalam budidaya air payau adalah udang vaname (Fauzi *et al.*, 2022; Putra *et al.*, 2022), di mana saat ini menjadi andalan dan prioritas dalam pengembangan untuk meningkatkan perekonomian nasional (Putra, 2022c). Aplikasi budidayanya banyak diimplementasikan pada beberapa negara tropis, termasuk Indonesia (Ariadi *et al.*, 2019a). Di Indonesia sendiri sudah mulai dibudidayakan setelah banyaknya kegagalan pada produksi udang windu, yakni sekitar tahun 2001 (Putra, 2018 & Ariadi *et al.*, 2020). Produktivitas pada budidaya udang vaname semakin meningkatkan dibarengi dengan banyaknya lahan-lahan budidaya yang diproyeksikan untuk diremajakan (Trbojevic *et al.*, 2019). Produktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa aspek misalnya aspek teknik maupun non-teknis (Ariadi *et al.*, 2021a). Kedua aspek tersebut memiliki pengaruh yang berkaitan erat dalam peningkatan produktivitas, keuntungan panen, maupun daya dukung lingkungan pada setiap siklus produksi (Ariadi *et al.*, 2019b). Aspek yang

dimaksud, mencakup persoalan teknis: pola budidaya, biaya produksi, desain wadah produksi, maupun sarana dan prasarana yang digunakan (Ariadi, 2020), sedangkan non-teknis terkait kondisi kualitas air, parameter biofisik tanah, ekosistem stabil, serta pengendalian hama dan penyakit (Islam *et al.*, 2014 & Ariadi *et al.*, 2021b).

Merujuk pada beberapa teori yang dituliskan sebelumnya, penulis mengambil satu rumusan bahwa untuk mengetahui keadaan dan kapasitas tambak dalam meningkatkan produksi yang produktif, maka analisis daya dukung lingkungan perlu dilaksanakan. Oleh karena itu, arah dari tulisan ini adalah untuk menelaah kembali daya dukung lingkungan dalam mewujudkan budidaya udang vaname.

Commented [ms2]: Tambahkan literatur terkait lingkungan budidaya udang vaname

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan *literatur review* atau metode studi kepustakaan. *Literatur review* adalah ikhtisar komprehensif terkait riset yang sebelumnya sudah dilaksanakan terkait bahasan tertentu untuk menunjukkan kepada pembaca terkait apa yang sudah dan yang belum diketahui mengenai bahasan tersebut, revidi penelitian terlaksana, atau untuk gagasan riset lanjutan (Kopot & Taw, 2002; Denney & Tewksbury, 2013; Mirzaqon & Purwoko, 2017). Metode kajian yang seperti ini bisa bersumber dari buku, jurnal, majalah, dokumentasi, dan internet. Zed (2008) menambahkan bahwa studi literatur melekat pada aktivitas ilmiah yang mencakup metode pengumpulan pustaka, membaca, mencatat, kompilasi, dan mengelola tulisan. Khusus pada kajian ini, tulisan yang menjadi rujukan adalah karya yang telah dipublikasikan rata-rata pada 10 tahun terakhir.

HASIL DAN BAHASAN

Daya dukung (*carrying capacity*) akuakultur terdiri dari daya dukung fisik, produksi, lingkungan atau ekologi, dan sosial (McKindsey *et al.*, 2006; Bengtson, 2014; Smaal & Van Duren, 2018). Menurut Poernomo (1992) daya dukung lingkungan adalah nilai kualitas ekologi yang disebabkan oleh interaksi semua aspek dalam satu kesatuan ekosistem baik fisika, kimia, dan biologi. Penentuan daya dukung lingkungan pada tambak dengan sistem pembobotan yang merujuk pada teori Poernomo (1992) yang telah diimplementasikan di Gresik - Jawa Timur

(Prasita, 2007), Aceh Utara - Nanggroe Aceh Darussalam (Yulianda, 2008), Karawang - Jawa Barat (Alifatri, 2017), dan di Lamongan - Jawa Timur (Rahayu, 2017).

Daya dukung lingkungan atau lahan budidaya tambak adalah satu basis pemikiran yang harus dikuasai lebih dahulu, sehingga pengelolaan sumber daya alam dan ekologi dilaksanakan terus-menerus (Mustafa & Tarunamulia, 2009). Daya dukung akuakultur merupakan tingkat kesesuaian ekologi yang dapat mewadahi kapasitas optimal dari limbah ekosistem akuakultur (Triyatmo *et al.*, 2018; Song *et al.*, 2019; Wafi *et al.*, 2021; Ariadi *et al.*, 2022). Ross *et al.*, (2013) menambahkan bahwa hal ini berdasarkan batasan kondisi lingkungan, sosial, dan ekonomi yang tidak menimbulkan perubahan dan efek negatif pada lingkungan sosial serta fungsi dan struktur sosial terkait. Selain itu, Stigebrandt (2011) & Neto *et al.*, (2016) menyampaikan bahwa definisi daya dukung sebagai biomassa optimal komoditas budidaya yang dukung tanpa melewati dampak maksimal yang didapatkan pada komoditas budidaya dan lingkungannya.

Daya dukung akuakultur akan semakin menurun sejalan dengan umur budidaya yang juga bertambah, karena limbah yang dihasilkan juga meningkat (Ariadi *et al.*, 2019b). Upaya agar tingkat daya dukung akuakultur tetap stabil adalah dengan aplikasi panen parsial saat udang sudah sampai pada usia ekonomis (Wafi *et al.*, 2020 & Ariadi *et al.*, 2021b). Daya dukung lingkungan harus diperhatikan dengan baik karena apabila pengelolaannya tidak tepat, akan menimbulkan efek negatif hingga kompilasi persoalan lingkungan pada durasi waktu yang lama (Suparjo, 2008 & Susetyo & Santoso, 2016). Dapat dimaknai, bahwa daya dukung ini adalah bagian integral dari proses pengembangan, pemilihan lokasi, hingga implementasi praktik akuakultur yang tetap konsisten dalam keberlanjutan produksi (Ros *et al.*, 2013). Produksi akuakultur sendiri harus melihat bahwa evaluasi daya dukung untuk memastikan secara realistis terkait sumber daya alam yang digunakan (Mustafa *et al.*, 2020). Terdapat aspek lainnya yang berhubung erat pada daya dukung lingkungan, yakni faktor pembatas daya dukung. Faktor ini mencakup biotik dan abiotik yang membatasi daya dukung dan di lain hal digunakan untuk menetapkan pemanfaatan lahan guna mengembangkan daya dukung. Langkah pertama untuk dilakukannya identifikasi pada faktor

pembatas guna menetapkan startegi dalam pengembangan kesesuaian dan daya dukung lahan (Moretto & Francis, 2017).

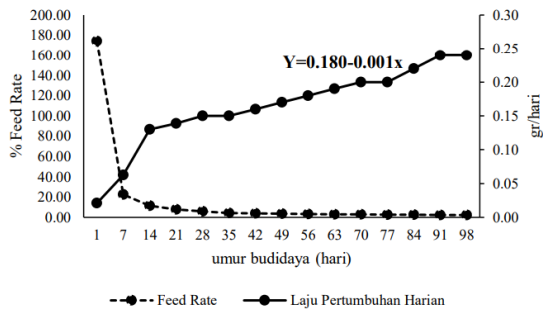
Pada satu studi, metode pembobotan dapat dipakai dalam penentuan daya dukung lingkungan budidaya (Suparjo, 2008). Namun, ditemukan pada referensi yang lain, bahwa dalam penentuan daya dukung pada lingkungan budidaya dapat dilakukan pada 3 metode, yakni pembobotan (*weighting*), penilaian (*scoring*), dan *nutrient loading* (Sutrisno & Ambarwulan, 2003). Riset yang dilakukan oleh Suparjo di tahun 2018, bahwa tahapan yang diaplikasikan pembobotan dari setiap aspek kemudian dilanjutkan dengan penentuan kategori daya dukung yang telah ditetapkan berdasarkan perhitungan simulasi data.

Lebih lanjut, pada riset yang lain misalnya yang dilakukan oleh Mustafa & Tarunamulia (2009), analisis daya dukung tambak yang didasarkan pada kuantitas air, di mana hasilnya adalah daya dukung lingkungan yang baik menghasilkan usaha tambak yang berkelanjutan. Di tahun sebelumnya, Roque d'Orbcastel *et al.* (2008) juga melakukan riset di Denmark, kuantitas / volume air alami yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk merumuskan jumlah pakan optimal dalam skala tahunan yang dapat diaplikasikan guna menetapkan daya dukung lahan akuakultur. Kuantitas air pada bagian riset dari penentuan daya dukung lingkungan tambak ini juga telah dilakukan sebelumnya di beberapa lokasi, misalnya di Subang – Jawa Barat (Widigdo & Pariwono, 2003), Teluk Jakarta dan Serang – Banten (Sitorus 2005 in Prasita, 2007), Dumai – Riau (Prianto *et al.*, 2006), dan di Gresik – Jawa Timur (Prasita, 2007).

Penelitian selanjutnya, oleh Ariadi *et al.* (2022), didapatkan hasil kualitas air pada budidaya udang vaname: salinitas 17 ppt (± 6.50), pH 8,2 (± 0.15), DO 5,87 mg/L (± 0.51), bahan organik 93.48 mg/L (± 17.02), suhu perairan 28,59°C (± 1.19), dan kecerahan 36 cm (± 24.75). Nilai-nilai tersebut telah sesuai dengan standar baku mutu untuk usaha budidaya udang vaname. Hubungan tingkat laju pertumbuhan udang vaname dengan aplikasi *prosentase feeding programme* saat siklus produksi berlangsung menghasilkan jalur yang berbeda, terjadi hubungan tidak searah pada laju pertumbuhan udang vaname dengan program pakan tersebut (Gambar 1). Hubungan tidak searah dimaksud telah digrafikan dengan persamaan $Y=0.180-0.001x$ (setiap 1% feed rate yang naik, maka laju pertumbuhan harian juga naik

Commented [ms3]: Tambahkan literatur review terkait peranan lingkungan sebagai daya dukung dalam budidaya

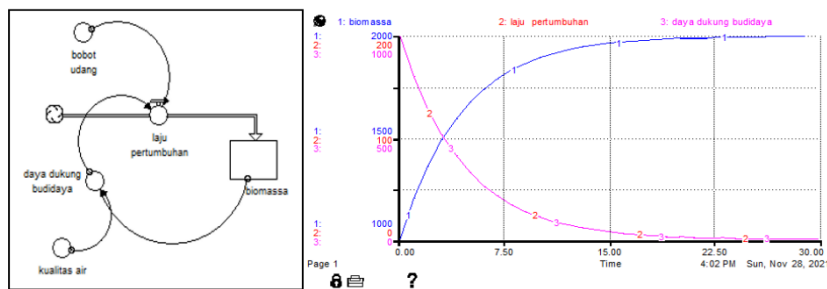
0,001 gr/hari). Laju ini juga akan terus meningkat dan agregatif sejalan dengan usia siklus produksi. Namun di satu sisi juga menimbulkan efek pada beban limbah yang dihasilkan, sebagaimana pernyataan dari Paena *et al.*, (2020).



Gambar 1. Hubungan *feed rate* dan laju pertumbuhan harian udang vaname (Sumber: Ariadi *et al.*, 2022)

Figure 1. Relationship of *feed rate* and daily growth rate of vaname shrimp (Source: Ariadi *et al.*, 2022)

Kemudian, masih pada studi yang sama dilakukan analisis permodelan dinamis yang digambarkan pada pola *causal loop* (Gambar 2). Merujuk pada gambar di bawah ini, kenaikan biomassa komoditas udang vaname tentu dipengaruhi oleh daya dukung lingkungan dan performa laju pertumbuhan, di mana *trend* fluktuasi yang tidak searah pada siklus produksi.



Gambar 2. Kiri: *causal loop model*; kanan: simulasi model antara biomassa, laju pertumbuhan udang, dan *carrying capacity* (Sumber: Ariadi *et al.*, 2022)

Figure 2. Left: *causal loop model*; right: *model simulation between biomass, shrimp growth rate, and carrying capacity* (Source: Ariadi *et al.*, 2022)

Ikhtisar dari gambar di atas, bahwa laju pertumbuhan harian udang vaname dan daya dukung budidaya akan menurun sejalan dengan bertambahnya usia pada siklus produksi. Menurut Muchtar *et al.* (2021), kondisi yang seperti ini karena terdapat peningkatan input budidaya yang menyebabkan menurunnya daya dukung lingkungan dan performa harian pada pertumbuhan udang vaname. Tingkat daya dukung yang masih optimal tentu akan berpengaruh pada pertumbuhan normal udang vaname, begitu halnya dengan kondisi sebaliknya (Song *et al.*, 2019 & Wafi *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Daya dukung lingkungan pada tambak udang vaname yang optimal berefek positif pada peningkatan nilai produksi serta menghasilkan implementasi tambak yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifatri, L. O., Hariyadi, S. & Susanto, H. A. (2017). Analisis Daya Dukung Lahan untuk Pengembangan Budidaya Kerapu di Perairan Tambak Kecamatan Cilebar, Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22 (1) : 52-66. DOI: <https://doi.org/10.18343/jipi.22.1.52>
- Anas, P., Sudinno, D. & Jubaedah, I. (2015). Daya Dukung Perairan Untuk Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif dalam Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Pematang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9 (2) : 29-46. DOI: <https://doi.org/10.33378/jppik.v9i2.61>
- Anrosana, I. A. & Gemaputri, A. A. (2017). Kajian Daya Dukung (*Carrying Capacity*) Lingkungan Perairan Pantai Pasir Putih Situbondo bagi Pengembangan Usaha Karamba Jaring Apung. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 17 (2) : 73-79. DOI: <https://doi.org/10.25047/jii.v17i2.546>
- Ariadi, H. (2020). Oksigen Terlarut dan Siklus Ilmiah pada Tambak Intensif. Bogor : *Guepedia*.
- Ariadi, H., Fadjar, M. & Mahmudi, M. (2019a). Financial Feasibility Analysis of Shrimp Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Culture in Intensive Aquaculture System with Low Salinity. *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*, 7 (1): 95-108. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2019.007.01.08>
- Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. & Supriatna. (2019b). The Relationships Between Water Quality Parameters and the Growth Rate of White Shrimp

(*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Ponds. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12 (6) : 2.103-2.116.

- Ariadi, H., Madusari, B. D. & Mardhiyana, D. (2022). Analisis Pengaruh Daya Dukung Lingkungan Budidaya Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *EnviroScienteeae*, 18 (1) : 29-37. DOI: <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12976>
- Ariadi, H., Syakirin, M. B., Pranggono, H., Soeprapto, H. & Mulya, N. A. (2021a). Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pola Intensif di PT. Menjangan Mas Nusantara, Banten. *Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 9 (2) : 240-249. DOI: <https://doi.org/10.35800/akulturasi.v9i2.36918>
- Ariadi, H., Wafi, A. & Supriatna. (2020). Water Quality Relationship with FCR Value in Intensive Shrimp Culture of Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11 (1) : 44-50. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i1.653>
- Ariadi, H., Wafi, A., Musa, M. & Supriatna. (2021b). Keterkaitan Hubungan Parameter Kualitas Air pada Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 12(1): 18-27. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.781>
- Bengtson, D. A. (2014). Aquaculture Carrying Capacity and Water Quality in Indonesian Lakes and Reservoirs - A New Project. *Aquacultura Indonesiana*, 15 (2) : 46-50.
- BIG. (2018). Rujukan Nasional Data Kewilayahan Indonesia. Jakarta: *Badan Informasi Geospasial dan Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL*.
- Denney, A. S. & Tewksbury, R. (2012). How to Write a Literature Review. *Journal of Criminal Justice Education*. 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10511253.2012.730617>
- Ekawaty, R., Yonariza, Ekaputra, E. G. & Arbain, A. (2018). Telaahan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan dalam Pengelolaan Kawasan Daerah Aliran Sungai di Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2 (2) : 30-40. DOI: <http://doi.org/10.32530/jaast.v2i2.42>
- Fauzi, M., Kristiani, M. G. E., Rukmono, J. & Putra, A. (2022). Kajian Teknis dan Analisis Finansial Pembenuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT Esaputlii Prakarsa Utama (Benur Kita) Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. *Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 4 (1) : 281-286. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marlin.V3.I2.2022.281-286>
- Hermawan, A., Amanah, S. & Fatchiya, A. (2017). Partisipasi Pembudidaya Ikan dalam Kelompok Usaha Akuakultur di Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat.

Jurnal Penyuluhan, 13 (1) : 1-13. DOI:
<https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v13i1.12903>

- Islam, G. M. N., Yew, T. S. & Noh, K. M. (2014). Technical Efficiency Analysis of Shrimp Farming in Peninsular Malaysia: A Stochastic Frontier Production Function Approach. *Trends in Applied Sciences Research*, 9 (2) : 103-112.
- Kadariusman, Rachmawati, R., Setyawidati, N. A. R., Sektiana, S. P., Tapilatu, R. F., Albasri, H., Nurdin, E., Saputra, R. S. H., Noviendri, D. & Nursid, M. in Widjaja & Kadariusman (edr) (2019). Sumber Daya Hayati Maritim, Buku Seri 2 Buku Besar Maritim Indonesia. Jakarta: *Amafrad Press*. 390 Pg.
- Kamlasi, Y. (2008). Kajian Ekologis dan Biologi untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. [Tesis]. *Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor* : 80 pg.
- Kasnir, M., Harlina., Rustam., Jayadi, & Jabbar, F. B. A. (2020). Sustainability of Vannamei in Intensive Ponds in Tegal City, Central Java Province. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10 (2) : 147-154. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i2.18565>
- Katili, V. R. A., Adrianto, L. & Yonvitner. (2017). Evaluasi Emeryg Pengembangan Sistem Budidaya Udang Supra Intensif di Kawasan Pesisir Mamboro, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (2) : 138-147.
- KKP. (2015). Performance Report (LAKIP) of the Ministry of Marine Affairs and Fisheries 2014. In: MMAF (ed.). Jakarta: *MMAF*.
- Kopot, R. and Taw, N. (2002). Efficiency of Pacific White Shrimp, Current Issues in Indonesia. *Global Aquaculture Advocate* : 40-41.
- McKindsey, C.W., Thetmeyer, H., Landry, T. & Silvert, W. (2006). Review of Recent Carrying Capacity Models for Bivalve Culture and Recommendations for Research and Management. *Aquaculture*, 261 (2) : 451-462. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.044>
- Mirzaqon, T. A. & Purwoko, B. (2017). Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori dan Praktik Konseling Expressive Writing. *Jurnal BK Unesa*, 8 (1) : 1-8.
- Moretto, L. & Francis, C. M. (2017). What Factors Limit Bat Abundance and Diversity in Temperate, North American Urban Environments. *Journal of Urban Ecology*, 3 (1) : 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/jue/jux016>
- Muchtar., Farkan, M., and Mulyono, M. (2021). Productivity of Vannamei Shrimp Cultivation (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Ponds in Tegal City, Central Java Province. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10 (2) : 147-154. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i2.18565>

- Mustafa, A. & Tarunamulia. (2009). Analisis Daya Dukung Lahan Tambak Berdasarkan pada Kuantitas Air Perairan di Sekitar Kecamatan Balusu Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4 (3) : 395-406. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.4.3.2009.395-406>
- Mustafa, A., Hasnawi, Ratnawati, E. & Asaad, A. I. J. (2020). Penentuan Daya Dukung Lingkungan dan Faktor Pembatasnya di Tambak Kecamatan Tabalar dan Biatan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Segara*, 16 (1) : 47-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v16i1.7983>
- Neto, R. M., Nocko, H. R. & Ostrensky, A. (2016). Carrying Capacity and Potential Environmental Impact of Fish Farming in the Cascade Reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Aquaculture Research* : 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/are.13169>
- Paena, M., Syamsuddin, R., Rani, C. & Tandipayuk, H. (2020). Estimasi Beban Limbah Organik dari Tambak Udang Superintensif yang Terbuang di Perairan Teluk Labuange. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2) : 507-516. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.27738>
- Poernomo, A. (1992). Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan. Seri Pengembangan Hasil Penelitian No. PHP/KAN/PATEK/004/1992. Jakarta: *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 40 pg.
- Prasita, V. D. (2007). Analisis Daya Dukung Lingkungan dan Optimalisasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir untuk Pertambakan di Kabupaten Gresik. *Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*. 147 pg.
- Prayitno, S. B., Haditomo, A. H. C., Desrina & Sarjito. (2017). Prinsip-Prinsip Diagnosa dan Manajemen Kesehatan Ikan. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 61 pg.
- Prianto, E., Purwanto, J., & Subandar, A. 2006. Alokasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kota Dumai untuk Pengembangan Tambak Udang Melalui Aplikasi Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1 (3) : 349-359. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.1.3.2006.349-358>
- Putra, A. (2018). Pendekatan *Kaizen* dan *Fishbone Analysis* pada Usaha Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT Intraco Agroindustry, Provinsi Sumatera Utara. *Integration Program Sekolah Tinggi Perikanan*. 80 pg.
- Putra, A. (2022a). Supporting the Aquaculture of the World's Largest Archipelago (Indonesia). *Aquaculture Magazine*, 48 (5) : 42-44.
- Putra, A. (2022b). *Blue Economy* dalam Akuakultur Indonesia. *TROBOS Aqua*. 117 (X) : 54-55.
- Putra, A. (2022c). Peluang Besar Indonesia Jadi Pemain Utama Udang Dunia. *TROBOS Aqua*. 119 (X) : 66-67.

- Putra, A., Finasthi, D., Putri, S. Y. A. & Aini, S. (2022). Komoditas Akuakultur Ekonomis Penting di Indonesia. *Warta Iktiologi*, 6 (3) : 23-28.
- Rahayu, A. P. (2017). Daya Dukung Lahan Tambak Budidaya Ikan Kerapu (*Ephinepelus* spp.) di Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Grouper*, 18 (1) : 13-19. DOI: <https://doi.org/10.30736/grouper.v8i1.20>
- Roque d'Orbcastel, E., J.-P. Blancheton, T. Boujard, J. Aubin, Y. Moutounet, C. Przybyla & A. Belaud. (2008). Comparison of Two Methods for Evaluating Waste of A Flow through Trout Farm. *Aquaculture*, 274 (1) : 72-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.053>
- Ross, L. G., Telfer, T. C., Falconer, L., Soto, D. & Aguilar-Manjarrez, J. (2013). Site Selection and Carrying Capacities for Inland and Coastal Aquaculture. *FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6-8 December 2010*. Rome: FAO.
- Smaal, A. C. & Van Duren, L. A. (2018). Bivalve Aquaculture Carrying Capacity: Concepts and Assessment Tools. In: Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K. & Strand, Ø. (eds.), *Goods and Services of Marine Bivalves*. Cham: Springer : 451-483.
- Song, X., Pang, S., Guo, P., Sun, Y. (2019). Evaluation of Carrying Capacity for Shrimp Pond Culture with Integrated Bioremediation Techniques. *Aquaculture Research*, 51 (2) : 761-769. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14426>
- Stigebrandt, A. (2011). Carrying Capacity: General Principles of Model Construction. *Aquaculture Research*, 42 : 41-50. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02674.x>
- Suparjo, M. N. (2008). Daya Dukung Lingkungan Perairan Tambak Desa Mororejo Kabupaten Kendal. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4 (1) : 50-55. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijfst.4.1.50-55>
- Susetyo, A. D. & Santoso, E. B. (2016). Kesesuaian Lahan Perikanan Tambak Berdasarkan Faktor-Faktor Daya Dukung Fisik di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 5 (1) : 18-22. DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.11177>
- Sutrisno, D. & Ambarwulan, W. (2003). Kajian Daya Dukung Lingkungan untuk Usaha Budidaya Udang di Delta Sungai Mahakam. Bogor: BAKOSURTANAL.
- Trbojevic, I. S., Predojevic, D. D., SinzarSekulic, J. B., Nikolic, N. V., Jovanovic, I. M. & Subakov-Simic, G. V. (2019). Charophytes of Gornje Podunavlje Ponds: Revitalization Process Aspect. *Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke*, 136 : 123-131. DOI: <https://doi.org/10.2298/ZMSPN1936123T>

- Triyatmo, B., Rustadi, & Priyono, S. B. (2018). Characteristics and Environmental Carrying Capacities of Coastal Area in Yogyakarta Special Region for Aquaculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 139, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/139/1/012007>
- Wafi, A., Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. & Supriatna. (2020). Model Simulasi Panen Parsial pada Pengelolaan Budidaya Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11 (2) : 118-126. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i2.928>
- Wafi, A., Ariadi, H., Khumaidi, A. & Muqsith, A. (2021). Pemetaan Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Banyuputih, Situbondo Berdasarkan Indikator Kimia Air. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 12 (2) : 160-169. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i2.1346>
- Widigdo, B. & J. Pariwono. 2003. Daya Dukung Perairan di Pantai Utara Jawa Barat untuk Budidaya Udang (Studi Kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta, dan Serang). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 10 (1) : 10-17.
- Yulianda, F. (2008). Kajian Kesesuaian dan Daya Dukung Lingkungan Tambak Berbasis Spasial di Wilayah Pesisir Kabupaten Aceh Utara, Pantai Timur Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15 (2) : 157-163. DOI: <https://doi.org/>
- Zed, M. (2003). Metode Penelitian Kepustakaan. Jakarta : *Yayasan Obor Indonesia*.

**KAJIAN DAYA DUKUNG LINGKUNGAN DALAM BUDIDAYA UDANG
VANAME**

**ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY STUDY IN VANAME SHRIMP
FARMING**

Muhammad Hery Riyadi Alauddin¹, Angkasa Putra¹

Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jl. AUP No.1, Jakarta Selatan, DKI Jakarta,
12520

E – Mail : heryal72@gmail.com

ABSTRAK

Akuakultur atau budidaya perikanan berperan penting dalam produksi kebutuhan ikan sehingga berpotensi besar untuk terus dikembangkan. Salah satu biota unggul dalam budidaya air payau adalah udang vaname. Seiring berkembangnya teknologi, udang vaname ditransformasikan ke teknologi intensif. Budidaya udang intensif menjadi kegiatan produktif guna meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat dan devisa negara. Di lain hal, penyakit sering kali menjadi persoalan serius dan ini disebabkan oleh lingkungan budidaya yang kurang mendukung kegiatan produksi. Apabila melampaui kapasitas daya dukung lingkungan, maka akan berefek pada berubahnya fungsi pada ekologis perairan. Arah dari tulisan ini adalah untuk menelaah kembali daya dukung lingkungan dalam mewujudkan budidaya udang vaname. Kajian ini menggunakan *literatur review* atau metode studi kepustakaan. Berdasarkan kajian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa daya dukung lingkungan pada tambak udang vaname yang optimal berefek positif pada peningkatan nilai produksi serta menghasilkan implementasi tambak yang berkelanjutan.

KATA KUNCI: Akuakultur; Daya Dukung Lingkungan; Tambak Berkelanjutan; Udang Vaname

ABSTRACT

Aquaculture or aquaculture plays an important role in the production of fish needs so that it has great potential to continue to be developed. One of the leading biota in brackish water cultivation is vaname shrimp. As technology develops, vaname shrimp is transformed into intensive technology. Intensive shrimp farming is a productive activity to increase people's economic income and state foreign exchange. On the other hand, disease is often a serious problem and this is caused by a cultivation environment that is not supportive of production activities. If it exceeds the carrying capacity of the environment, it will have an effect on changing functions in the ecology of the waters. The direction of this paper is to re-examine the carrying capacity of the environment in realizing vaname shrimp farming. This study uses literature review methods. Based on the studies conducted, it was concluded that the optimal environmental carrying capacity of vaname shrimp

Commented [ms1]: Sesuaikan dengan template jurnal

Commented [MHRA2R1]: Sudah diperbaiki sesuai Template Jurnal

ponds has a positive effect on increasing production value and resulting in sustainable pond implementation.

KEYWORDS: *Aquaculture; Environmental Carrying Capacity; Sustainable Ponds; Vaname Shrimp*

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi negara kepulauan terbesar di dunia dengan kondisi geografis yang strategis (Putra, 2022a). Total luas perairannya termasuk perairan darat adalah 6,4 juta km², luasan perairan antar pulau 3,1 juta km², dan perairan umum daratan 138,5 ribu km² (BIG, 2018). Sekitar 4.876 spesies ikan laut dan darat mendiami perairan Indonesia (FishBase, 2019 in Kadarusman *et al.*, 2019). Salah satu sub sektor yang diharapkan dapat mewujudkan misi kesejahteraan bagi masyarakat kelautan dan perikanan adalah akuakultur (Hermawan *et al.*, 2017). Akuakultur atau budidaya perikanan juga berperan penting dalam produksi kebutuhan ikan, sehingga berpotensi besar untuk terus dikembangkan (Putra, 2022b).

Di satu sisi, potensi lahan akuakultur Indonesia yang luas (Putra *et al.*, 2022) terdiri dari budidaya laut 8,3 juta hektar, budidaya air payau 1,3 juta hektar, budidaya air tawar 525 ribu hektar, dan kombinasi minapadi 1,55 juta hektar (KKP, 2015). Seiring berkembangnya waktu, angka terbaru tahun 2018, potensi luas area budidaya laut adalah 12.123.383 hektar dengan pemanfaatan 2,7 persen (325.825 ha); budidaya air payau seluas 2.964.331 ha dengan pemanfaatan 21,9 persen (650.509 hektar); potensi di perairan umum daratan (sungai dan danau), dengan tingkat pemanfaatan 10,7 persen (302.130 ha); serta budidaya air tawar 2.830.540 hektar (KKP in Kadarusman *et al.*, 2019).

Salah satu biota unggulan dalam budidaya air payau adalah udang vaname (Fauzi *et al.*, 2022; Putra *et al.*, 2022), di mana saat ini menjadi andalan dan prioritas dalam pengembangan untuk meningkatkan perekonomian nasional (Putra, 2022c). Aplikasi budidayanya banyak diimplementasikan pada beberapa negara tropis, termasuk Indonesia (Ariadi *et al.*, 2019a). Di Indonesia sendiri sudah mulai dibudidayakan setelah banyaknya kegalalan pada produksi udang windu, yakni sekitar tahun 2001 (Putra, 2018 & Ariadi *et al.*, 2020). Produktivitas pada budidaya udang vaname semakin meningkatkan dibarengi dengan banyaknya lahan-lahan

budidaya yang diproyeksikan untuk diremajakan (Trbojevic *et al.*, 2019). Produktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa aspek misalnya aspek teknik maupun non-teknis (Ariadi *et al.*, 2021a). Kedua aspek tersebut memiliki pengaruh yang berkaitan erat dalam peningkatan produktivitas, keuntungan panen, maupun daya dukung lingkungan pada setiap siklus produksi (Ariadi *et al.*, 2019b). Aspek yang dimaksud, mencakup persoalan teknis: pola budidaya, biaya produksi, desain wadah produksi, maupun sarana dan prasarana yang digunakan (Ariadi, 2020), sedangkan non-teknis terkait kondisi kualitas air, parameter biofisik tanah, ekosistem stabil, serta pengendalian hama dan penyakit (Islam *et al.*, 2014 & Ariadi *et al.*, 2021b).

Seiring berkembangnya teknologi, udang vaname ditranformasikan ke teknologi intensif (Katili *et al.*, 2017). Budidaya udang intensif menjadi kegiatan produktif guna meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat dan devisa negara (Muqsith, 2015). Di lain hal, penyakit sering kali menjadi persoalan serius dan ini disebabkan oleh lingkungan budidaya yang kurang mendukung kegiatan produksi (Prayitno *et al.*, 2017). Persoalan tersebut juga erat kaitannya dengan banyaknya limbah organik tidak terkontrol yang langsung dibuang ke lingkungan perairan. Limbah organik yang dimaksud bisa dari feses, sisa pakan, maupun bahan-bahan terlarut (Anas *et al.*, 2015). Apabila melampaui kapasitas daya dukung lingkungan, maka akan berefek pada berubahnya fungsi pada ekologis perairan (Ekawati *et al.*, 2018).

Merujuk pada beberapa teori yang dituliskan sebelumnya, penulis mengambil satu rumusan bahwa untuk mengetahui keadaan dan kapasitas tambak dalam meningkatkan produksi yang produktif, maka analisis daya dukung lingkungan perlu dilaksanakan. Oleh karena itu, arah dari tulisan ini adalah untuk menelaah kembali daya dukung lingkungan dalam mewujudkan budidaya udang vaname.

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan *literatur review* atau metode studi kepustakaan. *Literatur review* adalah ikhtisar komprehensif terkait riset yang sebelumnya sudah dilaksanakan terkait bahasan tertentu untuk menunjukkan kepada pembaca terkait apa yang sudah dan yang belum diketahui mengenai bahasan tersebut, reuiu

Commented [ms3]: Tambahkan literatur terkait lingkungan budidaya udang vaname

Commented [MHRA4R3]: Sudah di perbaiki dan ditambahkan dengan literatur terkait lingkungan budidaya udang vaname

penelitian terlaksana, atau untuk gagasan riset lanjutan (Kopot & Taw, 2002; Denney & Tewksbury, 2013; Mirzaqon & Purwoko, 2017). Metode kajian yang seperti ini bisa bersumber dari buku, jurnal, majalah, dokumentasi, dan internet. Zed (2008) menambahkan bahwa studi literatur melekat pada aktivitas ilmiah yang mencakup metode pengumpulan pustaka, membaca, mencatat, kompilasi, dan mengelola tulisan. Khusus pada kajian ini, tulisan yang menjadi rujukan adalah karya yang telah dipublikasikan rata-rata pada 10 tahun terakhir.

HASIL DAN BAHASAN

Daya dukung (*carrying capacity*) akuakultur terdiri dari daya dukung fisik, produksi, lingkungan atau ekologi, dan sosial (McKindsey *et al.*, 2006; Bengtson, 2014; Smaal & Van Duren, 2018). Menurut Poernomo (1992) daya dukung lingkungan adalah nilai kualitas ekologi yang disebabkan oleh interaksi semua aspek dalam satu kesatuan ekosistem baik fisika, kimia, dan biologi. Penentuan daya dukung lingkungan pada tambak dengan sistem pembobotan yang merujuk pada teori Poernomo (1992) yang telah diimplementasikan di Gresik - Jawa Timur (Prasita, 2007), Aceh Utara - Nanggroe Aceh Darussalam (Yulianda, 2008), Karawang - Jawa Barat (Alifatri, 2017), dan di Lamongan - Jawa Timur (Rahayu, 2017).

Daya dukung lingkungan atau lahan budidaya tambak adalah satu basis pemikiran yang harus dikuasai lebih dahulu, sehingga pengelolaan sumber daya alam dan ekologi dilaksanakan terus-menerus (Mustafa & Tarunamulia, 2009). Daya dukung akuakultur merupakan tingkat kesesuaian ekologi yang dapat mewadahi kapasitas optimal dari limbah ekosistem akuakultur (Triyatmo *et al.*, 2018; Song *et al.*, 2019; Wafi *et al.*, 2021; Ariadi *et al.*, 2022). Ross *et al.*, (2013) menambahkan bahwa hal ini berdasarkan batasan kondisi lingkungan, sosial, dan ekonomi yang tidak menimbulkan perubahan dan efek negatif pada lingkungan sosial serta fungsi dan struktur sosial terkait. Selain itu, Stigebrandt (2011) & Neto *et al.*, (2016) menyampaikan bahwa definisi daya dukung sebagai biomassa optimal komoditas budidaya yang dukung tanpa melewati dampak maksimal yang didapatkan pada komoditas budidaya dan lingkungannya.

Daya dukung akuakultur akan semakin menurun sejalan dengan umur budidaya yang juga bertambah, karena limbah yang dihasilkan juga meningkat (Ariadi *et al.*, 2019b). Upaya agar tingkat daya dukung akuakultur tetap stabil adalah dengan aplikasi panen parsial saat udang sudah sampai pada usia ekonomis (Wafi *et al.*, 2020 & Ariadi *et al.*, 2021b). Daya dukung lingkungan harus diperhatikan dengan baik karena apabila pengelolaannya tidak tepat, akan menimbulkan efek negatif hingga kompilasi persoalan lingkungan pada durasi waktu yang lama (Suparjo, 2008 & Susetyo & Santoso, 2016). Dapat dimaknai, bahwa daya dukung ini adalah bagian integral dari proses pengembangan, pemilihan lokasi, hingga implementasi praktik akuakultur yang tetap konsisten dalam keberlanjutan produksi (Ros *et al.*, 2013). Produksi akuakultur sendiri harus melihat bahwa evaluasi daya dukung untuk memastikan secara realistis terkait sumber daya alam yang digunakan (Mustafa *et al.*, 2020). Terdapat aspek lainnya yang berhubung erat pada daya dukung lingkungan, yakni faktor pembatas daya dukung. Faktor ini mencakup biotik dan abiotik yang membatasi daya dukung dan di lain hal digunakan untuk menetapkan pemanfaatan lahan guna mengembangkan daya dukung. Langkah pertama untuk dilakukannya identifikasi pada faktor pembatas guna menetapkan strategi dalam pengembangan kesesuaian dan daya dukung lahan (Moretto & Francis, 2017).

Menurut Kamlasi (2008), nilai daya dukung menjadi faktor utama dalam menjadi siklus produksi akuakultur dalam durasi waktu yang panjang. Informasi terkait daya dukung pada suatu kawasan perairan sangat berperan dalam pengembangan dan pengelolaan akuakultur (Anrosana & Gemaputri, 2017). Beberapa efek positif yang ditimbulkan dari daya dukung akuakultur yang masih stabil di antaranya: performa pertumbuhan udang yang optimal (Song *et al.*, 2019; Wafi *et al.*, 2021; Ariadi *et al.*, 2022) dan produktivitas panen yang meningkat (Kasnir *et al.*, 2022). Daya dukung lingkungan juga menjadi aspek yang harus diperhatikan selain aspek ekonomi dan kesesuaian lahan untuk menentukan potensi pengembangan tambak di suatu kawasan, guna mendapatkan produksi yang berkelanjutan dan lingkungan yang tetap terjaga baik (Muqsith, 2015).

Commented [ms5]: Tambahkan literatur review terkait perairan lingkungan sebagai daya dukung dalam budidaya

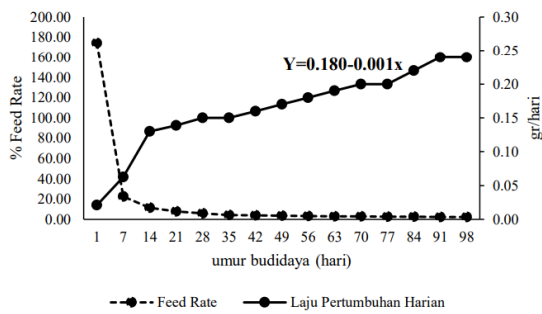
Commented [MHRA6R5]: Sudah direvisi dan ditambahkan literatur terkait perairan lingkungan sebagai daya dukung dalam budidaya

Pada satu studi, metode pembobotan dapat dipakai dalam penentuan daya dukung lingkungan budidaya (Suparjo, 2008). Namun, ditemukan pada referensi yang lain, bahwa dalam penentuan daya dukung pada lingkungan budidaya dapat dilakukan pada 3 metode, yakni pembobotan (*weighting*), penilaian (*scoring*), dan *nutrient loading* (Sutrisno & Ambarwulan, 2003). Riset yang dilakukan oleh Suparjo di tahun 2018, bahwa tahapan yang diaplikasikan pembobotan dari setiap aspek kemudian dilanjutkan dengan penentuan kategori daya dukung yang telah ditetapkan berdasarkan perhitungan simulasi data.

Lebih lanjut, pada riset yang lain misalnya yang dilakukan oleh Mustafa & Tarunamulia (2009), analisis daya dukung tambak yang didasarkan pada kuantitas air, di mana hasilnya adalah daya dukung lingkungan yang baik menghasilkan usaha tambak yang berkelanjutan. Di tahun sebelumnya, Roque d'Orbcastel *et al.* (2008) juga melakukan riset di Denmark, kuantitas / volume air alami yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk merumuskan jumlah pakan optimal dalam skala tahunan yang dapat diaplikasikan guna menetapkan daya dukung lahan akuakultur. Kuantitas air pada bagian riset dari penentuan daya dukung lingkungan tambak ini juga telah dilakukan sebelumnya di beberapa lokasi, misalnya di Subang – Jawa Barat (Widigdo & Pariwono, 2003), Teluk Jakarta dan Serang – Banten (Sitorus 2005 in Prasita, 2007), Dumai – Riau (Prianto *et al.*, 2006), dan di Gresik – Jawa Timur (Prasita, 2007).

Penelitian selanjutnya, oleh Ariadi *et al.* (2022), didapatkan hasil kualitas air pada budidaya udang vaname: salinitas 17 ppt (± 6.50), pH 8,2 (± 0.15), DO 5,87 mg/L (± 0.51), bahan organik 93.48 mg/L (± 17.02), suhu perairan 28,59°C (± 1.19), dan kecerahan 36 cm (± 24.75). Nilai-nilai tersebut telah sesuai dengan standar baku mutu untuk usaha budidaya udang vaname. Hubungan tingkat laju pertumbuhan udang vaname dengan aplikasi *prosentase feeding programme* saat siklus produksi berlangsung menghasilkan jalur yang berbeda, terjadi hubungan tidak searah pada laju pertumbuhan udang vaname dengan program pakan tersebut (Gambar 1). Hubungan tidak searah dimaksud telah digrafikan dengan persamaan $Y=0.180-0.001x$ (setiap 1% feed rate yang naik, maka laju pertumbuhan harian juga naik 0,001 gr/hari). Laju ini juga akan terus meningkat dan agregatif sejalan dengan usia

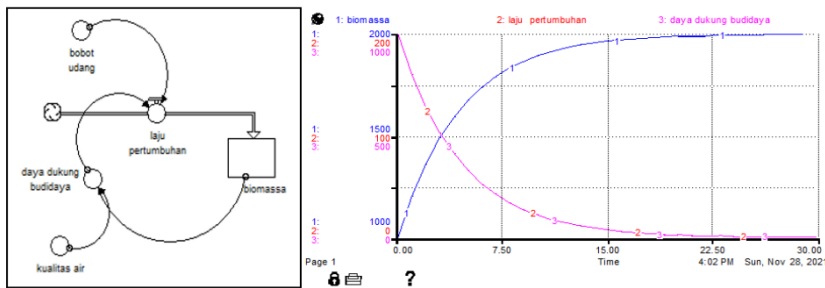
siklus produksi. Namun di satu sisi juga menimbulkan efek pada beban limbah yang dihasilkan, sebagaimana pernyataan dari Paena *et al.*, (2020).



Gambar 1. Hubungan *feed rate* dan laju pertumbuhan harian udang vaname (Sumber: Ariadi *et al.*, 2022)

Figure 1. Relationship of feed rate and daily growth rate of vaname shrimp (Source: Ariadi *et al.*, 2022)

Kemudian, masih pada studi yang sama dilakukan analisis permodelan dinamis yang digambarkan pada pola *causal loop* (Gambar 2). Merujuk pada gambar di bawah ini, kenaikan biomassa komoditas udang vaname tentu dipengaruhi oleh daya dukung lingkungan dan performa laju pertumbuhan, di mana *trend* fluktuasi yang tidak searah pada siklus produksi.



Gambar 2. Kiri: *causal loop model*; kanan: simulasi model antara biomassa, laju pertumbuhan udang, dan *carrying capacity* (Sumber: Ariadi *et al.*, 2022)

Figure 2. Left: *causal loop model*; right: model simulation between biomass, shrimp growth rate, and *carrying capacity* (Source: Ariadi *et al.*, 2022)

Ikhtisar dari gambar di atas, bahwa laju pertumbuhan harian udang vaname dan daya dukung budidaya akan menurun sejalan dengan bertambahnya usia pada siklus produksi. Menurut Muchtar *et al.* (2021), kondisi yang seperti ini karena terdapat peningkatan input budidaya yang menyebabkan menurunnya daya dukung lingkungan dan performa harian pada pertumbuhan udang vaname. Tingkat daya dukung yang masih optimal tentu akan berpengaruh pada pertumbuhan normal udang vaname, begitu halnya dengan kondisi sebaliknya (Song *et al.*, 2019 & Wafi *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Daya dukung lingkungan pada tambak udang vaname yang optimal berefek positif pada peningkatan nilai produksi serta menghasilkan implementasi tambak yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifatri, L. O., Hariyadi, S. & Susanto, H. A. (2017). Analisis Daya Dukung Lahan untuk Pengembangan Budidaya Kerapu di Perairan Tambak Kecamatan Cilebar, Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22 (1) : 52-66. DOI: <https://doi.org/10.18343/jipi.22.1.52>
- Anas, P., Sudinno, D. & Jubaedah, I. (2015). Daya Dukung Perairan Untuk Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif dalam Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Pematang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9 (2) : 29-46. DOI: <https://doi.org/10.33378/jppik.v9i2.61>
- Anrosana, I. A. & Gemaputri, A. A. (2017). Kajian Daya Dukung (*Carrying Capacity*) Lingkungan Perairan Pantai Pasir Putih Situbondo bagi Pengembangan Usaha Karamba Jaring Apung. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 17 (2) : 73-79. DOI: <https://doi.org/10.25047/jii.v17i2.546>
- Ariadi, H. (2020). Oksigen Terlarut dan Siklus Ilmiah pada Tambak Intensif. Bogor : *Guepedia*.
- Ariadi, H., Fadjar, M. & Mahmudi, M. (2019a). Financial Feasibility Analysis of Shrimp Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Culture in Intensive Aquaculture System with Low Salinity. *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*, 7 (1): 95-108. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2019.007.01.08>
- Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. & Supriatna. (2019b). The Relationships Between Water Quality Parameters and the Growth Rate of White Shrimp

(*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Ponds. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12 (6) : 2.103-2.116.

- Ariadi, H., Madusari, B. D. & Mardhiyana, D. (2022). Analisis Pengaruh Daya Dukung Lingkungan Budidaya Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *EnviroScienteeae*, 18 (1) : 29-37. DOI: <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12976>
- Ariadi, H., Syakirin, M. B., Pranggono, H., Soeprapto, H. & Mulya, N. A. (2021a). Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pola Intensif di PT. Menjangan Mas Nusantara, Banten. *Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 9 (2) : 240-249. DOI: <https://doi.org/10.35800/akulturasi.v9i2.36918>
- Ariadi, H., Wafi, A. & Supriatna. (2020). Water Quality Relationship with FCR Value in Intensive Shrimp Culture of Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11 (1) : 44-50. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i1.653>
- Ariadi, H., Wafi, A., Musa, M. & Supriatna. (2021b). Keterkaitan Hubungan Parameter Kualitas Air pada Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 12(1): 18-27. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.781>
- Bengtson, D. A. (2014). Aquaculture Carrying Capacity and Water Quality in Indonesian Lakes and Reservoirs - A New Project. *Aquacultura Indonesiana*, 15 (2) : 46-50.
- BIG. (2018). Rujukan Nasional Data Kewilayahan Indonesia. Jakarta: *Badan Informasi Geospasial dan Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL*.
- Denney, A. S. & Tewksbury, R. (2012). How to Write a Literature Review. *Journal of Criminal Justice Education*. 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10511253.2012.730617>
- Ekawaty, R., Yonariza, Ekaputra, E. G. & Arbain, A. (2018). Telaahan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan dalam Pengelolaan Kawasan Daerah Aliran Sungai di Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2 (2) : 30-40. DOI: <http://doi.org/10.32530/jaast.v2i2.42>
- Fauzi, M., Kristiani, M. G. E., Rukmono, J. & Putra, A. (2022). Kajian Teknis dan Analisis Finansial Pembenuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT Esaputlii Prakarsa Utama (Benur Kita) Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. *Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 4 (1) : 281-286. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marlin.V3.I2.2022.281-286>
- Hermawan, A., Amanah, S. & Fatchiya, A. (2017). Partisipasi Pembudidaya Ikan dalam Kelompok Usaha Akuakultur di Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat.

Jurnal Penyuluhan, 13 (1) : 1-13. DOI:
<https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v13i1.12903>

- Islam, G. M. N., Yew, T. S. & Noh, K. M. (2014). Technical Efficiency Analysis of Shrimp Farming in Peninsular Malaysia: A Stochastic Frontier Production Function Approach. *Trends in Applied Sciences Research*, 9 (2) : 103-112.
- Kadariusman, Rachmawati, R., Setyawidati, N. A. R., Sektiana, S. P., Tapilatu, R. F., Albasri, H., Nurdin, E., Saputra, R. S. H., Noviendri, D. & Nursid, M. in Widjaja & Kadariusman (edr) (2019). Sumber Daya Hayati Maritim, Buku Seri 2 Buku Besar Maritim Indonesia. Jakarta: *Amafrad Press*. 390 Pg.
- Kamlasi, Y. (2008). Kajian Ekologis dan Biologi untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. [Tesis]. *Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor* : 80 pg.
- Kasnir, M., Harlina., Rustam., Jayadi, & Jabbar, F. B. A. (2020). Sustainability of Vannamei in Intensive Ponds in Tegal City, Central Java Province. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10 (2) : 147-154. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i2.18565>
- Katili, V. R. A., Adrianto, L. & Yonvitner. (2017). Evaluasi Emeryy Pengembangan Sistem Budidaya Udang Supra Intensif di Kawasan Pesisir Mamboro, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (2) : 138-147.
- KKP. (2015). Performance Report (LAKIP) of the Ministry of Marine Affairs and Fisheries 2014. In: MMAF (ed.). Jakarta: *MMAF*.
- Kopot, R. and Taw, N. (2002). Efficiency of Pacific White Shrimp, Current Issues in Indonesia. *Global Aquaculture Advocate* : 40-41.
- McKindsey, C.W., Thetmeyer, H., Landry, T. & Silvert, W. (2006). Review of Recent Carrying Capacity Models for Bivalve Culture and Recommendations for Research and Management. *Aquaculture*, 261 (2) : 451-462. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.044>
- Mirzaqon, T. A. & Purwoko, B. (2017). Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori dan Praktik Konseling Expressive Writing. *Jurnal BK Unesa*, 8 (1) : 1-8.
- Moretto, L. & Francis, C. M. (2017). What Factors Limit Bat Abundance and Diversity in Temperate, North American Urban Environments. *Journal of Urban Ecology*, 3 (1) : 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/jue/jux016>
- Muchtar., Farkan, M., and Mulyono, M. (2021). Productivity of Vannamei Shrimp Cultivation (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Ponds in Tegal City, Central Java Province. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10 (2) : 147-154. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i2.18565>

- Mustafa, A. & Tarunamulia. (2009). Analisis Daya Dukung Lahan Tambak Berdasarkan pada Kuantitas Air Perairan di Sekitar Kecamatan Balusu Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4 (3) : 395-406. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.4.3.2009.395-406>
- Mustafa, A., Hasnawi, Ratnawati, E. & Asaad, A. I. J. (2020). Penentuan Daya Dukung Lingkungan dan Faktor Pembatasnya di Tambak Kecamatan Tabalar dan Biatan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Segara*, 16 (1) : 47-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v16i1.7983>
- Neto, R. M., Nocko, H. R. & Ostrensky, A. (2016). Carrying Capacity and Potential Environmental Impact of Fish Farming in the Cascade Reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Aquaculture Research* : 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/are.13169>
- Paena, M., Syamsuddin, R., Rani, C. & Tandipayuk, H. (2020). Estimasi Beban Limbah Organik dari Tambak Udang Superintensif yang Terbuang di Perairan Teluk Labuange. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2) : 507-516. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.27738>
- Poernomo, A. (1992). Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan. Seri Pengembangan Hasil Penelitian No. PHP/KAN/PATEK/004/1992. Jakarta: *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 40 pg.
- Prasita, V. D. (2007). Analisis Daya Dukung Lingkungan dan Optimalisasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir untuk Pertambakan di Kabupaten Gresik. *Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*. 147 pg.
- Prayitno, S. B., Haditomo, A. H. C., Desrina & Sarjito. (2017). Prinsip-Prinsip Diagnosa dan Manajemen Kesehatan Ikan. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 61 pg.
- Prianto, E., Purwanto, J., & Subandar, A. 2006. Alokasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kota Dumai untuk Pengembangan Tambak Udang Melalui Aplikasi Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1 (3) : 349-359. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.1.3.2006.349-358>
- Putra, A. (2018). Pendekatan *Kaizen* dan *Fishbone Analysis* pada Usaha Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT Intraco Agroindustry, Provinsi Sumatera Utara. *Integration Program Sekolah Tinggi Perikanan*. 80 pg.
- Putra, A. (2022a). Supporting the Aquaculture of the World's Largest Archipelago (Indonesia). *Aquaculture Magazine*, 48 (5) : 42-44.
- Putra, A. (2022b). *Blue Economy* dalam Akuakultur Indonesia. *TROBOS Aqua*. 117 (X) : 54-55.
- Putra, A. (2022c). Peluang Besar Indonesia Jadi Pemain Utama Udang Dunia. *TROBOS Aqua*. 119 (X) : 66-67.

- Putra, A., Finasthi, D., Putri, S. Y. A. & Aini, S. (2022). Komoditas Akuakultur Ekonomis Penting di Indonesia. *Warta Iktiologi*, 6 (3) : 23-28.
- Rahayu, A. P. (2017). Daya Dukung Lahan Tambak Budidaya Ikan Kerapu (*Ephinepelus* spp.) di Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Grouper*, 18 (1) : 13-19. DOI: <https://doi.org/10.30736/grouper.v8i1.20>
- Roque d'Orbcastel, E., J.-P. Blancheton, T. Boujard, J. Aubin, Y. Moutounet, C. Przybyla & A. Belaud. (2008). Comparison of Two Methods for Evaluating Waste of A Flow through Trout Farm. *Aquaculture*, 274 (1) : 72-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.053>
- Ross, L. G., Telfer, T. C., Falconer, L., Soto, D. & Aguilar-Manjarrez, J. (2013). Site Selection and Carrying Capacities for Inland and Coastal Aquaculture. *FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6-8 December 2010*. Rome: FAO.
- Smaal, A. C. & Van Duren, L. A. (2018). Bivalve Aquaculture Carrying Capacity: Concepts and Assessment Tools. In: Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K. & Strand, Ø. (eds.), *Goods and Services of Marine Bivalves*. Cham: Springer : 451-483.
- Song, X., Pang, S., Guo, P., Sun, Y. (2019). Evaluation of Carrying Capacity for Shrimp Pond Culture with Integrated Bioremediation Techniques. *Aquaculture Research*, 51 (2) : 761-769. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14426>
- Stigebrandt, A. (2011). Carrying Capacity: General Principles of Model Construction. *Aquaculture Research*, 42 : 41-50. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02674.x>
- Suparjo, M. N. (2008). Daya Dukung Lingkungan Perairan Tambak Desa Mororejo Kabupaten Kendal. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4 (1) : 50-55. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijfst.4.1.50-55>
- Susetyo, A. D. & Santoso, E. B. (2016). Kesesuaian Lahan Perikanan Tambak Berdasarkan Faktor-Faktor Daya Dukung Fisik di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 5 (1) : 18-22. DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.11177>
- Sutrisno, D. & Ambarwulan, W. (2003). Kajian Daya Dukung Lingkungan untuk Usaha Budidaya Udang di Delta Sungai Mahakam. Bogor: BAKOSURTANAL.
- Trbojevic, I. S., Predojevic, D. D., SinzarSekulic, J. B., Nikolic, N. V., Jovanovic, I. M. & Subakov-Simic, G. V. (2019). Charophytes of Gornje Podunavlje Ponds: Revitalization Process Aspect. *Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke*, 136 : 123-131. DOI: <https://doi.org/10.2298/ZMSPN1936123T>

- Triyatmo, B., Rustadi, & Priyono, S. B. (2018). Characteristics and Environmental Carrying Capacities of Coastal Area in Yogyakarta Special Region for Aquaculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 139, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/139/1/012007>
- Wafi, A., Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. & Supriatna. (2020). Model Simulasi Panen Parsial pada Pengelolaan Budidaya Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11 (2) : 118-126. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i2.928>
- Wafi, A., Ariadi, H., Khumaidi, A. & Muqsith, A. (2021). Pemetaan Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut di Kecamatan Banyuputih, Situbondo Berdasarkan Indikator Kimia Air. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 12 (2) : 160-169. DOI: <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i2.1346>
- Widigdo, B. & J. Pariwono. 2003. Daya Dukung Perairan di Pantai Utara Jawa Barat untuk Budidaya Udang (Studi Kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta, dan Serang). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 10 (1) : 10-17.
- Yulianda, F. (2008). Kajian Kesesuaian dan Daya Dukung Lingkungan Tambak Berbasis Spasial di Wilayah Pesisir Kabupaten Aceh Utara, Pantai Timur Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15 (2) : 157-163. DOI: <https://doi.org/>
- Zed, M. (2003). Metode Penelitian Kepustakaan. Jakarta : *Yayasan Obor Indonesia*.