

ANALISA MODEL CAUSAL LOOP PEMANFAATAN KERAMBA BUDIDAYA IKAN ADAPTIF DAN POTENSI PENGEMBANGANNYA

Causal Loop Model Analysis of Adaptive Fish Cage Use and Their Development Potential

Heri Ariadi^{1*}, Hayati Soeprapto¹, Juita L. Sihombing¹, Wafiq Khairina¹

1 Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Pekalongan

*Korespondensi email : ariadi_heri@yahoo.com

(Received 28 Juli 2022; Accepted 2 November 2022)

ABSTRAK

Kegiatan budidaya akuakultur di wilayah pesisir sangat perlu untuk dikembangkan dengan pola yang lebih adaptif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan budidaya ikan keramba adaptif di kawasan pesisir yang terdampak banjir rob melalui analisa pemodelan causal loop. Penelitian ini dilakukan di keramba budidaya ikan adaptif dengan metode deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan nilai kualitas air yang meliputi pH 8.0, Oksigen terlarut 5.49 mg/L, Total Dissolved Solids 5.30 mg/L, amonia 0.01 mg/L, nitrit 0.11 mg/L, nitrat 0.20 mg/L, fosfat 0.01 mg/L, suhu 28.180C, dan salinitas 18 gr/L cukup sesuai dengan nilai baku mutu air untuk budidaya. Kemudian nilai survival rate 83%, biomassa ikan 125 kg, dan Feed Conversion Ratio 1.1 termasuk sangat menguntungkan. Selain itu, hasil pemodelan dinamis menunjukkan berat ikan maksimal yang dapat dipelihara adalah 150 gr dengan tingkat produktifitas maksimal per keramba 3.000 kg/keramba serta produksi per hektar sebanyak 300 ton/Ha. Sehingga sangat prospektif untuk dapat dikembangkan lebih intens lagi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil analisa causal loop menunjukkan bahwa kegiatan budidaya ikan keramba adaptif memiliki banyak manfaat pengembangan dan dinilai cukup prospektif untuk dapat dijalankan dalam skala yang lebih luas.

Kata Kunci: Air, Akuakultur, Daya Dukung, Pesisir, Produktifitas

ABSTRACT

Aquaculture cultivation activities in coastal areas must be developed with a more adaptive pattern. This research aims to analyze the use of adaptive cage fish farming in coastal areas affected by tidal floods through causal loop modelling analysis. This research was conducted in adaptive fish farming cages with a qualitative descriptive method. The results showed that the water quality values included pH 8.0, dissolved oxygen 5.49 mg/L, total dissolved solids 5.30 mg/L, ammonia 0.01 mg/L, nitrite 0.11 mg/L, nitrate 0.20 mg/L, phosphate 0.01 mg/L, the temperature of 28.180C, and a salinity of 18 g/L is sufficient according to the traditional values of water quality for cultivation. Then the survival rate is 83%, the fish biomass is 125 kg, and the Feed Conversion Ratio is 1.1, which is very profitable. In addition, dynamic modelling results show that the maximum fish weight can be reared at 150 grams, with a

maximum productivity level per cage of 3,000 kg/ cage and production per hectare of 300 tonnes/ha. So it is very prospective to be developed even more intensely. This study concludes that the results of the causal loop analysis show that adaptive cage aquaculture has many development benefits and is considered prospective enough to be implemented on a broader scale.

Keywords: Water, Aquaculture, Carrying Capacity, Coastal, Productivity

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir merupakan daerah produktif yang selama ini banyak dimanfaatkan sebagai zona pengelolaan sektor perikanan (Permatasari dan Ariadi, 2021). Sektor perikanan memiliki peran utama dan vital bagi pengelolaan wilayah pesisir di era saat ini (Weatherdon et al, 2016). Wilayah pesisir merupakan kawasan produktif yang perlu untuk terus dapat dikembangkan lebih baik lagi (Wafi dan Ariadi, 2022). Akan tetapi, dampak perubahan iklim global telah merubah kondisi biofisik lingkungan di wilayah pesisir (Ariadi dan Syakirin, 2022).

Dampak perubahan iklim pada wilayah pesisir diantaranya berdampak pada terjadinya banjir rob dan alih fungsi lahan akibat luapan air dari peningkatan permukaan air laut. Perubahan iklim berpotensi memberikan dampak pada segala sektor kehidupan, seperti melelehnya es di kutub selatan dan peningkatan tinggi permukaan air laut (Syah, 2012). Masyarakat di wilayah pesisir secara reflek telah melakukan adaptasi dalam hal pemanfaatan lahan dan sumberdaya yang ada (Mussadun et al, 2016). Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan lahan yang terendam akibat dampak limpasan banjir rob secara masif menjadi lokasi kegiatan budidaya ikan (Ariadi dan Syakirin, 2022). Tetapi, dampak perubahan iklim yang berlangsung secara masif dan dinamis ternyata juga berpengaruh terhadap kegagalan dalam melakukan budidaya.

Dampak perubahan iklim dan sistem budidaya ikan yang kurang tepat telah membuat kegiatan budidaya di wilayah pesisir sangat beresiko mengalami kegagalan (Viavattene et al, 2018). Maka dari itu, diperlukan suatu konsep budidaya ikan yang bersifat adaptif dan dapat diterapkan secara menyeluruh di kawasan pesisir yang beresiko terdampak bencana banjir rob. Salah satu konsep budidaya ikan yang adaptif adalah dengan menggunakan model budidaya keramba jaring apung dengan komoditas ikan yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat (Prakasa et al, 2021). Sehingga diharapkan dari konsep ini masyarakat di wilayah pesisir tetap dapat memanfaatkan lahan bekas limpasan banjir rob untuk kegiatan yang produktif (Saleh, 2019).

Selain pemanfaatan wilayah pesisir melalui kegiatan budidaya keramba adaptif juga perlu dilakukan analisa pengembangan usaha. Analisa pengembangan usaha sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan kegiatan di masa mendatang (Wafi et al, 2021). Sehingga, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan budidaya ikan keramba adaptif di kawasan pesisir yang terdampak banjir rob melalui analisa pemodelan causal loop.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Bandengan dan Desa Jeruksari Pekalongan pada bulan Juli-Agustus 2022 atau selama 90 hari masa budidaya ikan dengan menggunakan keramba budidaya ikan adaptif.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan yaitu P1 tanpa filter, P2 bioball, pasir, arang, P3 zeolit, pasir, arang dan P4 kerikil, pasir, arang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah : pH meter, DO meter, TDS meter, test kit NH₃, NO₂, NO₃, PO₄, dan refraktometer, timbangan, jaring, dan beaker glass. Untuk bahan penelitian yang digunakan diantaranya adalah : tissue, aquades, dan air.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pengambilan data sampel secara purposive sampling. Adapun data penelitian yang diteliti adalah parameter kualitas air di lokasi budidaya dan performa produksi panen ikan hasil kegiatan budidaya ikan keramba adaptif. Untuk parameter kualitas air yang diamati adalah parameter pH, oksigen terlarut, total dissolved solids, amonia, nitrit, nitrat, fosfat, suhu, dan salinitas. Parameter performa produksi panen yang diamati adalah parameter survival rate, biomassa panen, dan nilai Feed Conversion Ratio pakan. Selanjutnya data dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kemudian dilakukan analisa lanjutan melalui model causal loop dengan bantuan software Stella ver 9.02

HASIL

Parameter Kualitas Air

Nilai parameter kualitas air pada keramba budidaya ikan adaptif dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Tabel data parameter kualitas air

No.	Parameter	Nilai	Baku Mutu*
1.	pH	8.0 ± 0.24	7.5-8.5
2.	Oksigen terlarut	5.49 ± 0.73 mg/L	>4 mg/L
3.	Total Dissolved Solids	5.30 ± 1.62mg/L	< 5 mg/L
4.	Amonia	0.01 ± 0.15 mg/L	< 0.5 mg/L
5.	Nitrit	0.11± 0.57 mg/L	< 1.0 mg/L
6.	Nitrat	0.20 ± 0.22mg/L	< 1.0 mg/L
7.	Fosfat	0.01 ± 0.70 mg/L	< 0.5 mg/L
8.	Suhu	28.18 ± 2.840C	25-310C
9.	Salinitas	18 ± 0.19 gr/L	15-30 gr/L

*Ariadi et al., (2021)

Parameter Produksi Budidaya

Nilai parameter produksi selama siklus budidaya keramba ikan adaptif dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

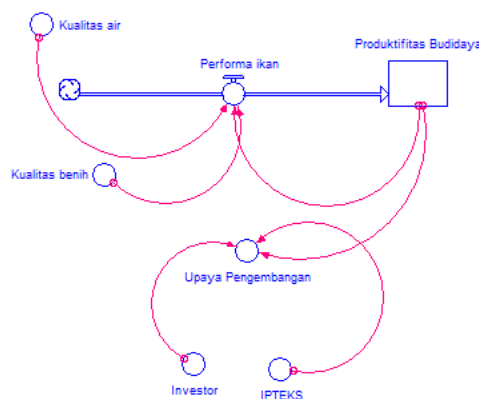
Tabel 2. Tabel indikator produksi budidaya ikan keramba adaptif

No.	Parameter	Nilai
1.	Survival Rate	83%
2.	Biomassa panen	125 kg
3.	Feed Conversion Ratio	1.1

Model Causal Loop

Deskripsi model causal loop analisa data dapat dilihat pada Gambar 1. Causal loop models adalah suatu model deskripsi yang menggambarkan suatu bentuk sistem dalam analisa pemodelan dinamis. Model dinamis yang digambarkan menggunakan causal loop ini dapat digunakan sebagai alat analisa estimatif kebutuhan sumberdaya atau pemanfaatan sumberdaya kedepan secara bijak. Sistem pemodelan dinamis merupakan suatu alat analisa yang berguna untuk peramalan suatu kejadian ataupun estimasi kemungkinan kejadian-kejadian yang bakal terjadi di waktu mendatang berdasarkan data estimatif yang dinamis (Ariadi et al, 2019).

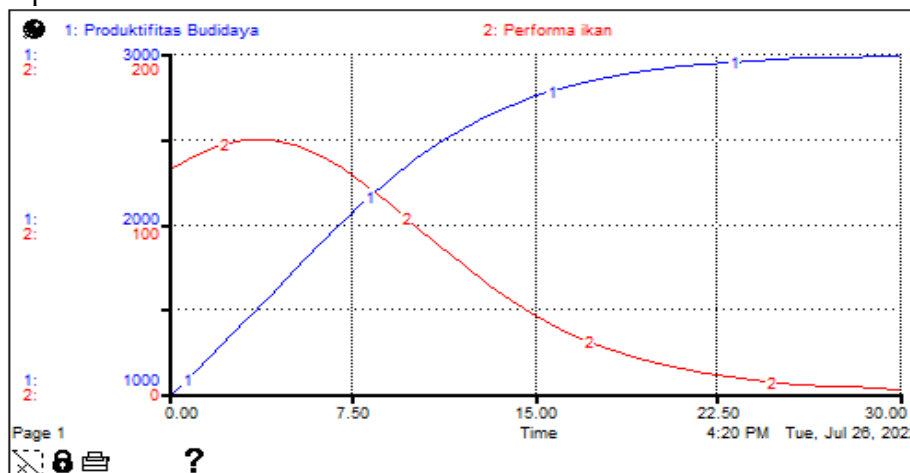
Model causal loop dapat digambarkan berdasarkan kajian teori terkait ataupun logika lapangan yang dituangkan dalam bentuk model deskriptif. Model causal loop yang dibuat dalam sebuah analisa adalah bentuk representasi obyek yang diteliti sehingga dapat memudahkan peneliti dalam melakukan estimasi analisa (Nugroho et al, 2019).



Gambar 1. Model Causal Loop

Analisa Produktifitas Budidaya

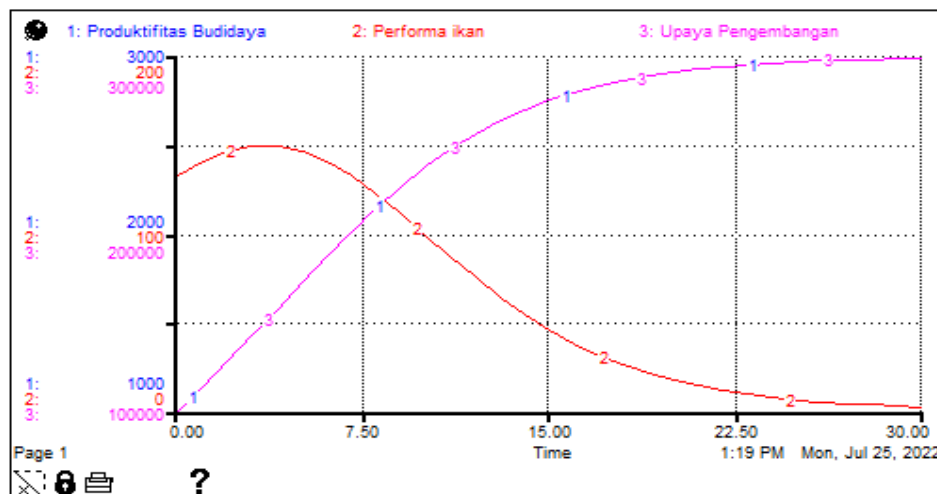
Hasil analisa pemodelan dinamis tingkat produktifitas budidaya ikan di keramba adaptif dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Analisa tingkat produktifitas budidaya ikan di keramba adaptif

Analisa Pengembangan Budidaya

Hasil analisa pemodelan dinamis mengenai upaya pengembangan budidaya ikan di keramba adaptif dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Analisa tingkat pengembangan budidaya ikan di keramba adaptif

PEMBAHASAN

Kualitas air dalam ekosistem budidaya akuakultur merupakan faktor terpenting yang harus diperhatikan kondisinya. Parameter kualitas air sangat berperan penting dalam kegiatan budidaya perairan secara umum (Ariadi *et al.*, 2020). Kelayakan kualitas air akan sangat menentukan tingkat keberhasilan budidaya dan produktifitas budidaya akuakultur secara menyeluruh (Ariadi *et al.*, 2019). Kondisi kualitas air pada lokasi budidaya keramba adaptif di tempat penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Kualitas air pada lokasi budidaya keramba adaptif cenderung cukup stabil sepanjang siklus budidaya berlangsung. Kondisi air yang stabil sepanjang siklus budidaya berlangsung akan mempengaruhi kondisi kultivan yang juga lebih baik (Ariadi, 2019). Kondisi sebaliknya akan terjadi pada kolam budidaya yang memiliki kondisi kualitas air buruk. Kultivan budidaya akan mengalami proses adaptasi fisiologis yang sangat dinamis sehingga biota akan mengalami kondisi abnormal (Renitasari dan Musa, 2020).

Begitu pentingnya parameter kualitas air membuat para pembudidaya untuk lebih cermat dalam menjaga kondisi air di lingkungan budidaya (Ariadi dan Puspitasari, 2021). Kondisi ekosistem perairan budidaya yang dinamis memberikan dampak terhadap ketahanan kultivan yang dibudidayakan (Supriatna *et al.*, 2020). Penggunaan standar operasional budidaya yang sesuai serta pengelolaan teknis budidaya yang baik akan mendukung keberhasilan siklus budidaya ikan yang diharapkan.

Tingkat produksi budidaya akuakultur sangat erat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada, baik itu yang bersifat biotik maupun yang abiotik. Faktor-faktor budidaya seperti kondisi kualitas air, pengelolaan pakan, densitas padat tebar, dan perlakuan selama siklus budidaya berlangsung memberikan andil yang besar dalam kesuksesan budidaya akuakultur (Andriyanto *et al.*, 2014). Produksi budidaya yang produktif memberikan tingkat keuntungan finansial dan nilai sensitifitas bisnis yang tinggi dari kegiatan suatu usaha tersebut (Muqsih *et al.*, 2021). Nilai indikator produksi budidaya pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa indikator produksi budidaya di lokasi penelitian masih cukup bagus dan produktif. Tingkat dukungan usaha yang mencukupi serta sistem pengelolaan operasional budidaya yang baik akan sangat mempengaruhi tingkat produksi budidaya (Hermawan, 2017). Metode dan teknologi budidaya yang digunakan selama siklus produksi berlangsung juga berperan penting dalam menentukan tingkat produktifitas panen (Davis *et al.*, 2021). Sehingga keberadaan faktor teknis dan non-

teknis kegiatan budidaya harus sangat diperhatikan untuk dapat menghasilkan siklus budidaya yang baik.

Analisa model causal loop digunakan analisa sistem pemodelan dinamis menggunakan bantuan software Stella ver 9.02. Adapun gambar causal loop model dapat dilihat pada Gambar 1. Pembuatan model causal loop disesuaikan dengan tujuan penelitian dan teori ilmiah yang berlaku, sehingga akan didapatkan suatu analisa model yang komprehensif. Analisa pemodelan dinamis digunakan dalam analisa simulasi atau prediksi dari suatu studi kasus dan pemecahan permasalahan di lapang (Kurniawan, 2018).

Berdasarkan causal loop model diatas dapat disebutkan bahwa tingkat produktifitas budidaya sangat dipengaruhi oleh kondisi kultivan budidaya dan keadaan lingkungan serta performa benih ketika akan ditebar (Gambar 1.). Model causal loop dapat digunakan untuk analisa multi sektor (akuakultur, ekonomi, teknis, dan ekologi) dalam satu model yang terintegrasi (Joffre *et al*, 2018). Kemudian dari tingkat produktifitas budidaya yang diketahui kita dapat melakukan proyeksi pengembangan usaha yang didukung oleh faktor lain seperti ketersediaan investor dan perkembangan ilmu pengetahuan yang cepat. Sektor akuakultur dinilai sebagai salah satu sektor penting di masa depan guna untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat dunia (Ariadi, 2020).

Berdasarkan hasil analisa causal loop nantinya dapat dilakukan hasil analisa multi parameter dari indikator yang ada di causal loop. Hasil komparasi antara tingkat produktifitas budidaya dan performa ikan di keramba dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan tampilan Gambar 2 dapat diinterpretasikan bahwa performa kondisi ikan akan mengalami dinamika fluktuasi yang dinamis. Kebutuhan nutrisi, kondisi lingkungan, dan adanya stressor adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi performa ikan yang dibudidayakan (Supriyanto dan Dhramayantho, 2021). Ikan memiliki sifat yang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan dan adanya stressor yang masuk (Ariadi *et al*, 2019). Artinya berdasarkan analisa pemodelan dinamis diatas, walaupun performa ikan bersifat fluktuatif tetapi secara umum tingkat produktifitas budidaya ikan di keramba adaptif masih cukup progresif. Profil kondisi lingkungan yang sesuai dan daya dukung budidaya yang masih ideal merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat produktifitas ikan tetap dapat stabil (Osmundsen *et al*, 2020). Sehingga tingkat kelayakan usaha secara teknis dan finansial juga cenderung stabil selama umur teknis usaha masih memungkinkan (Ariadi *et al*, 2021).

Analisa pengembangan usaha juga didasarkan apada analisa pemodelan dinamis. Adapun hasil simulasi tingkat pengembangan usaha berdasarkan analisa pemodelan dinamis dapat dilihat pada Gambar 3. Tingkat pengembangan usaha mengikuti alur perkembangan tingkat produktifitas budidaya ikan. Artinya dari hasil pemodelan dinamis ini dapat diinterpretasikan bahwa ikan yang dibudidaya di media keramba adaptif dapat mencapai berat maksimal 150 gr dengan tingkat produktifitas budidaya per kolam keramba sebanyak 3.000 kg/keramba. Sehingga jika disimulasikan, dalam 1 Ha lahan budidaya dapat dihasilkan produksi maksimal 300 ton/Ha. Model budidaya yang sesuai dan cocok dengan kondisi lingkungan serta komoditas budidaya akan sangat mendukung peningkatan produktifitas budidaya secara menyeluruh (Luna *et al*, 2020).

Tingkat produksi budidaya akuakultur memiliki tingkat pertumbuhan yang sangat cepat dan berkontribusi dalam pemenuhan rantai produksi pangan dunia (Gutierrez *et al*, 2020). Tingkat kelayakan usaha dari beberapa hasil penelitian juga menyebutkan bahwa kegiatan budidaya akuakultur memiliki nilai profitabilitas yang cukup tinggi dibandingkan unit kegiatan agrobisnis sejenis (Wafi *et al*, 2021). Sehingga unit usaha ini cukup potensial untuk dapat dikembangkan lebih intens lagi.

Secara keseluruhan, kegiatan budidaya ikan menggunakan media keramba adaptif ini cukup produktif dan sangat potensial untuk dapat dikembangkan. Tingkat daya dukung

lingkungan yang sesuai yang diiringi dengan sistem budidaya yang tepat merupakan faktor pendorong kegiatan budidaya dapat berlangsung sukses (Mayerle *et al*, 2020). Sehingga dari adanya analisa studi kasus ini diharapkan ada upaya pengembangan konsep budidaya ikan adaptif yang jauh lebih baik lagi. Konsep budidaya ikan yang bersifat adaptif saat ini sangat intens untuk dikembangkan sebagai jawaban dari dampak perubahan iklim yang terjadi (Galappaththi *et al*, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa causal loop dapat ditunjukkan bahwa kegiatan budidaya ikan keramba adaptif memiliki banyak manfaat pengembangan dan dinilai cukup prospektif untuk dapat dijalankan dalam skala yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pekalongan melalui program hibah penelitian dosen muda Batch 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, F., Efani A., Riniwati, H.R. (2014). Analisis Faktor-Faktor Produksi Usaha Pembesaran Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) di Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur; Pendekatan Fungsi Cobb-Douglass. *Jurnal ECSOFiM* 1(1), 82-96.
- Ariadi, H. (2019). *Konsep Pengelolaan Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) Pola Intensif Berdasarkan Tingkat Konsumsi Oksigen Terlarut*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ariadi, H. (2020). *Oksigen Terlarut dan Siklus Ilmiah Pada Tambak Intensif*. Bogor: Penerbit ADAB.
- Ariadi, H., dan Puspitasari, M.N. (2021). Perbandingan Pola Kelayakan Ekologis Dan Finansial Usaha Pada Kegiatan Budidaya Udang Vaname (*L. vannamei*). *Fish Scientiae* 11(2), 125-138.
- Ariadi, H., dan Syakirin, M.B. (2022). Pembuatan Keramba Floating Cage Pada Daerah Rawan Banjir Rob Di Pesisir Pekalongan. *PENA ABDIMAS* 2, 8-13.
- Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. (2019). Financial feasibility analysis of shrimp vannamei (*Litopenaeus vannamei*) culture in intensive aquaculture system with low salinity. *ECSOFiM (Economic and Social of Fisheries and Marine Journal)*, 7 (01), 95-108.
- Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M., Supriatna. (2019). The relationships between water quality parameters and the growth rate of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive ponds. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation* 12(6), 2103-2116.
- Ariadi, H., 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.
- Ariadi, H., Syakirin, M.B., Pranggono, H., Soeprapto, H., Mulya, N.A. (2021). Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Udang Vaname (*L. vannamei*) POLA Intensif Di PT. Menjangan Mas Nusantara, Banten. *AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan* 9(2), 240-249.

- Davis, R., Abebe, A., Boyd, C.E., McNevin, A. (2021). Exploring the relationship between production intensity and land use: A meta-analytic approach with shrimp aquaculture. *Journal of Environmental Management* 300, 113719.
- Galappaththi, E.K., Ichien, S.T., Hyman, A.A., Aubrac, C.J., Ford, J.D. (2020). Climate change adaptation in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 1-17.
- Gutierrez, E., Lozano, S., Guillen, J. (2020). Efficiency data analysis in EU aquaculture production. *Aquaculture* 520, 734962.
- Hermawan, A. (2017). Kapasitas dan Kinerja Pengelolaan Usaha Akuakultur Anggota Kelompok Pembudidaya Ikan di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan* 11(3), 160-176.
- Joffre, O.M., Klerkx, L., Khoa, TN.D. (2018). Aquaculture innovation system analysis of transition to sustainable intensification in shrimp farming. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 1-11.
- Kurniawan, F. (2018). Implementasi Model Simulasi Sistem Dinamis Terhadap Analisis Kemacetan Lalu Lintas Dikawasan Pintu Masuk Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 20(1), 1-8.
- Luna, M., Llorente, I., Cobo, A. (2020). Aquaculture production optimisation in multi-cage farms subject to commercial and operational constraints. *Biosystems Engineering* 196, 29-45.
- Mayerle, R., Niederndorfer, K.R., Jaramillo, J.M.F., Runte, K.H. (2020). Hydrodynamic method for estimating production carrying capacity of coastal finfish cage aquaculture in Southeast Asia. *Aquacultural Engineering* 88, 102038.
- Muqsith, A., Ariadi, H., Wafi, A. (2021). Financial feasibility analysis and business sensitivity level on intensive aquaculture of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *ECOSOFiM (Economic and Social of Fisheries and Marine Journal)* 8(2), 268-279.
- Mussadun., Jannata, P.F., Islamiyah, F.W.P. (2016). Upaya Adaptasi Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) dalam Menghadapi Bencana Banjir Rob (Studi Kasus: Kampung Tambak Lorok, Kota Semarang). *Ruang* 2(4), 331-340.
- Nugroho, A., Uehara, T., Herwangi, Y. (2019). Interpreting Daly's Sustainability Criteria for Assessing the Sustainability of Marine Protected Areas: A System Dynamics Approach. *Sustainability* 11, 1-27.
- Osmundsen, T.J., Amundsen, V.S., Alexander, K.A., Asche, F., Bailey, J., Findstad, B., Olsen, M.S., Hernandez, K., Salgado, H. (2020). The operationalisation of sustainability: Sustainable aquaculture production as defined by certification schemes. *Global Environmental Change* 60, 102025.
- Permatasari dan Ariadi. (2021). Studi Analisis Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Udang Vaname (*L. vannamei*) Di Tambak Pesisir Kota Pekalongan. *AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan* 9(2), 284-290
- Prakasa, R.E., Perbani, N.M.R.R.C. (2021). Penentuan Daerah Potensial Budidaya Ikan Kerapu Menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA) Offshore (Studi kasus: Perairan Bali Utara). *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* 20, 1-13.
- Renitasari, D.P., dan Musa, M. (2020). Teknik Pengelolaan Kualitas Air Pada Budidaya Intensif Udang Vanamei (*Litopenaeus vanammei*) Dengan Metode Hybrid System. *Jurnal Salamata* 2(1), 7-12
- Saleh, N.A. (2019). Pemanfaatan Sumber Daya Hayati Perairan: Prospektif Budi Daya Rumput Laut Di Wilayah Pesisir Kabupaten Bantaeng (Studi Kasus Desa Bonto Jai, Kecamatan Bissapu). *Pangadereng* 5(1), 103-115.

- Supriatna., Mahmudi, M., Musa, M., Kusriani. (2020). Model pH Dan Hubungannya Dengan Parameter Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Banyuwangi Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research* 4(3), 368-374.
- Supriyanto., dan Dhramayantho, L. (2021). Performa Pertumbuhan Ikan Sepatung, *Pristolepis grootii* Asal Sumatera Selatan. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur* 19(1), 7-10.
- Syah, A.F. (2012). Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Bangkalan Terhadap Dampak Banjir Rob Akibat Perubahan Iklim. *Jurnal KELAUTAN* 5(2), 167-174.
- Viavattene, C., Jimenez, J.A., Ferreira, O., Priest, S., Owen, D., McCall, R. (2018). Selecting coastal hotspots to storm impacts at the regional scale: a Coastal Risk Assessment Framework. *Coastal Engineering* 134, 33-47.
- Wafi, A dan Ariadi, H. (2022). *Budidaya Rumput Laut Di Wilayah Pesisir*. Indramayu: Penerbit ADAB.
- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., Madusari, B.D. (2021). Business feasibility of intensive vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with non-partial system. *ECSOFiM (Economic and Social of Fisheries and Marine Journal)* 8(2), 226-238.
- Weatherdon, L.V., Magnan, A.K., Rogers, A.D., Sumaila, U.R., Cheung, W.W.L. (2016). Observed and Projected Impacts of Climate Change on Marine Fisheries, Aquaculture, Coastal Tourism, and Human Health: An Update. *Frontiersin Marine Science* 3(48), 1-21
- Zheng, L., Xie, S., Zhuang, Z., Liu, Y., Tian, L., & Niu, J. (2021). Effects of yeast and yeast extract on growth performance, antioxidant ability and intestinal microbiota of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 530. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735941>.