

POLA PEMODELAN DINAMIS ANTARA BIOMASSA UDANG, JUMLAH PAKAN, DAN BAHAN ORGANIK PADA EKOSISTEM TAMBAK

Dynamic Modeling Patterns Between Shrimp Biomass, Feed Amount and Organic Matter In Pond Ecosystems

Abdul Wafi¹⁾, Heri Ariadi^{1*)}

¹⁾Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy

²⁾Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Pekalongan

*e-mail: ariadi_heri@yahoo.com

Abstract

Shrimp growth patterns will dynamically affect feeding patterns and organic waste conversion in the pond ecosystems. The purpose of this study was to determine the dynamic correlation between the amount of shrimp biomass, feed, and the solubility of organic matter in the shrimp pond ecosystem at the Salafiyah Syafi'iyah Islamic Boarding School Sukorejo, Situbondo Regency. The research method used is an *ex-pace facto* causal design with time series field data collection. The data taken are water quality parameter, pond water organic matter parameters, feeding data, shrimp sampling data. The results showed that the water quality parameters in aquaculture ponds were still quite good, namely pond A1 pH value 8.2, temperature 29.2⁰C, dissolved oxygen 5.58 mg/L, salinity 25 ppt, and brightness 37 cm. For pond A2, the pH value is 8.1, the temperature is 29.2⁰C, the dissolved oxygen is 5.52 mg/L, the salinity is 25 ppt, and the brightness is 34 cm. From the results of dynamic modeling analysis, it is found that there is a close correlation between the feeding process and the amount of waste generated in the pond with a ratio of 1: 2.86. then the process of shrimp growth rate is correlatively strongly influenced by the factor of feeding which is carried out in an aggregated manner. Based on the results of this study, it can be concluded that according to the interpretation of the results of the analysis of the dynamic modeling system, there is a positive correlation between the increase in the amount of shrimp biomass with the quantity of feed and the abundance of organic matter in the pond which is estimated to take place in an aggregate manner.

Keywords: waste, feed, shrimp, dynamic modelling, growth

PENDAHULUAN

Budidaya udang merupakan salah satu kegiatan agrobisnis perikanan yang banyak dikembangkan di beberapa wilayah pesisir Indonesia (Ariadi *et al*, 2021). Tingkat keuntungan usaha budidaya udang diiringi dengan potensi pasar yang potensial membuat komoditas ini menjadi primadona

bagi kalangan petambak (Wafi *et al*, 2021). Budidaya udang di wilayah pesisir Indonesia sudah ada sejak zaman dahulu dengan komoditas utama udang windu (*P. monodon*) hingga saat ini banyak dibudidayakan jenis udang vaname (*L. vannamei*) (Madusari *et al*, 2022). Begitu tingginya minat budidaya udang maka berkorelasi positif terhadap tingkat ekspor udang Indonesia yang selalu

menduduki peringkat 5 besar di setiap tahunnya (Ariadi, 2020).

Budidaya udang dapat dijalankan secara umum melalui 3 pola budidaya, yaitu pola tradisional, semi-intensif, dan pola intensif (Ariadi *et al.*, 2019). Kegiatan budidaya udang banyak dikembangkan di wilayah tropis dengan jumlah intensitas paparan sinar matahari yang cenderung konsisten setiap musimnya (Burford *et al.*, 2020). Pada kegiatan budidaya udang keberadaan parameter kualitas air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan oleh para pembudidaya (Ariadi *et al.*, 2019). Parameter kualitas air pada kegiatan budidaya udang berfluktuasi secara dinamis sepanjang waktu selama masa budidaya berlangsung (Ariadi *et al.*, 2020).

Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat fluktuasi kualitas air tambak adalah keberadaan limbah pakan. Tingkat pemberian pakan akan terus meningkat seiring semakin bertumbuhnya udang dan tingkat penambahan biomassa udang secara akumulatif (Nunes dan Parsons, 2000). Pemberian pakan pada budidaya udang bersifat agregatif mengikuti nafsu makan dan pola metabolisme udang (Ariadi *et al.*, 2019). Salah satu indikator penumpukan limbah dari keberadaan pakan yang berlebih pada ekosistem tambak adalah konsentrasi parameter bahan organik. Bahan organik di tambak berasal dari akumulasi partikel terlarut dari proses kegiatan budidaya selama periode siklus pembesaran udang (Herbeck *et al.*, 2013).

Berdasarkan paparan studi literatur diatas, maka adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan korelasi dinamis antara jumlah biomassa udang, jumlah pakan, dan kelarutan bahan organik pada ekosistem tambak udang pondok pesantren salafiyah syafi'iyah Sukorejo, Kabupaten Situbondo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di tambak budidaya udang pondok pesantren salafiyah syafi'iyah Sukorejo, Kab. Situbondo pada bulan April-Juni 2022 atau selama 57 hari masa budidaya udang. Metode penelitian yang digunakan adalah desai kausal ex-pose facto dengan pengambilan data lapang secara time series. Adapun data-data penelitian yang diamati diantaranya adalah parameter bahan organik perairan tambak, data pemberian pakan, data sampling udang, serta data parameter kualitas air yang meliputi parameter pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan kecerahan. Pengambilan data dilakukan setiap hari pada pagi dan siang hari selama siklus budidaya udang berlangsung. Kemudian data dikolektifkan berdasarkan waktu pengambilan sampel. Selanjutnya data yang sudah terkumpul dianalisa dengan sistem pemodelan dinamis menggunakan bantuan software Stella ver.12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air pada lokasi tambak rata-rata selama 57 hari masa budidaya udang dapat dilihat Tabel 1. Berdasarkan nilai yang ada, konsentrasi parameter kualitas air di dua kolam budidaya masih cukup bagus dan sesuai baku mutu air untuk kegiatan budidaya udang. Adapun baku mutu air untuk kegiatan budidaya udang diantaranya adalah kadar pH harus berkisar antara 7.5-8.5, salinitas 5-35 ppt, oksigen terlarut >4 mg/L, suhu 20-32°C, dan kecerahan 25-30 cm (Ariadi *et al.*, 2021). Kemudian, antara kolam A1 dengan A2 juga tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan terkait nilai parameter kualitas air selama masa budidaya udang berlangsung. Nilai parameter kualitas air yang baik akan mendukung tingkat produksi budidaya udang yang semakin meningkat (Li *et al.*, 2021).

Nilai suhu dan salinitas yang tinggi pada kolam budidaya disebabkan karena periode budidaya dilaksanakan pada musim kemarau. Faktor musim akan sangat mempengaruhi fluktuasi nilai salinitas dan kondisi suhu di perairan tambak secara periodik (de Lacerda *et al.*, 2021). Selain itu, lokasi tambak yang ada di wilayah pesisir juga berdampak terhadap nilai pH perairan yang cenderung basa (>8) dan kondisi

salinitas yang payau. Nilai pH beserta fluktuasinya selama masa budidaya berlangsung sangat bergantung oleh konsentrasi parameter alkalinitas yang bertindak sebagai penyangga fluktuasi pH (Whangchai *et al.*, 2004). Udang akan sangat responsif terhadap perubahan parameter kualitas air yang terjadi di ekosistem tambak sebagai bentuk adaptasi fisiologis (Ariadi, 2019).

Tabel 1. Parameter kualitas air di lokasi tambak

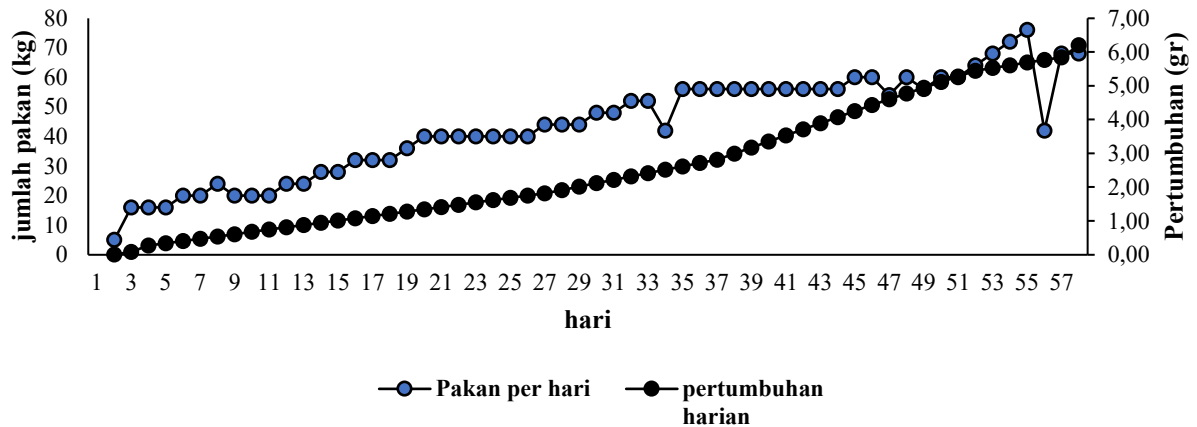
Kolam	Parameter Kualitas Air					
		pH	Salinitas (ppt)	Oksigen Terlarut (mg/L)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kecerahan (cm)
A1	Rerata	8.2 ± 0.29	25 ± 2.60	5.58 ± 0.49	29.2 ± 0.90	37 ± 14.77
	Range	7.8-9.2	20-30	4.18-6.97	27.3-31.5	20-75
A2	Rerata	8.1 ± 0.28	25 ± 2.99	5.52 ± 0.50	29.2 ± 0.88	34 ± 10.63
	Range	7.8-9.0	20-30	4.04-6.85	27.4-31.4	20-65

Pertumbuhan Udang

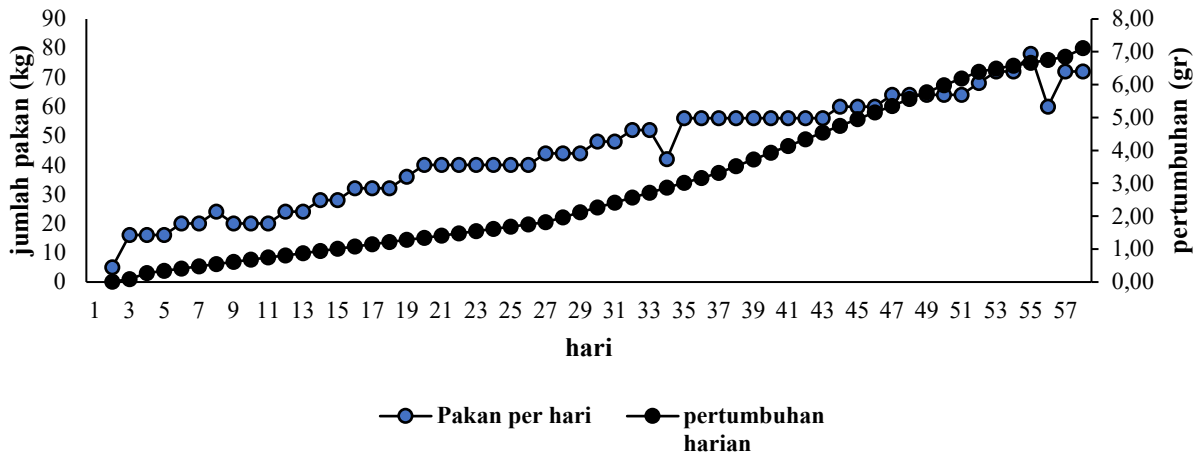
Laju pertumbuhan udang terlihat terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah pakan yang diberikan pada udang (Gambar 1. dan Gambar 2.). Laju pertumbuhan rata-rata udang di kolam A1 adalah 2.58 gr (0.01-6.20 gr), sedangkan laju pertumbuhan rata-rata udang di kolam A2 adalah 2.92 gr (0.01-7.11 gr). Tingkat kenaikan pakan yang stabil akan berkorelasi terhadap peningkatan laju pertumbuhan udang secara agregatif (Ullman *et al.*, 2019). Pakan merupakan faktor penting dalam pengelolaan unit budidaya udang (Nuhman, 2009).

Secara keseluruhan laju pertumbuhan udang dan pemberian pakan antara yang

dilakukan di kolam A1 dengan kolam A2 secara garis besar sama. Kondisi ini disebabkan oleh metode budidaya dan jumlah padat tebar yang sama pada kedua kolam tersebut. Standar operasional yang digunakan dalam pengelolaan budidaya udang ditentukan oleh tingkat padat tebar serta model budidaya yang dikembangkan (Ariadi *et al.*, 2020). Tingkat pemberian pakan yang terlalu berlebih akan beresiko terhadap penumpukan jumlah limbah budidaya yang ada di ekosistem kolam (Junior *et al.*, 2021). Sehingga sangat diperlukan konsep manajemen pemberian pakan yang sesuai untuk kegiatan budidaya udang guna mendapatkan tingkat produksi yang optimum.



Gambar 1. Hubungan antara pakan dan pertumbuhan udang pada kolam A1



Gambar 2. Hubungan antara pakan dan pertumbuhan udang pada kolam A2

Pakan pada budidaya udang bersifat dinamis karena adanya kontrol ancho sebagai sarana monitoring tingkat nafsu makan udang. Kontrol pemberian pakan yang efektif dan waktu pemberian pakan yang tepat akan memberikan respon yang baik terhadap laju pertumbuhan udang (Reis *et al.*, 2021). Jembatan ancho pada kegiatan budidaya udang selain digunakan sebagai media kontrol pakan disisi yang lain juga berfungsi sebagai tempat untuk menilai kondisi dan performa fisik udang (Ariadi, 2020). Pengamatan ancho pada budidaya udang merupakan salah satu strategi manajemen pemberian pakan supaya tidak terjadi overfeeding dan underfeeding pada kegiatan

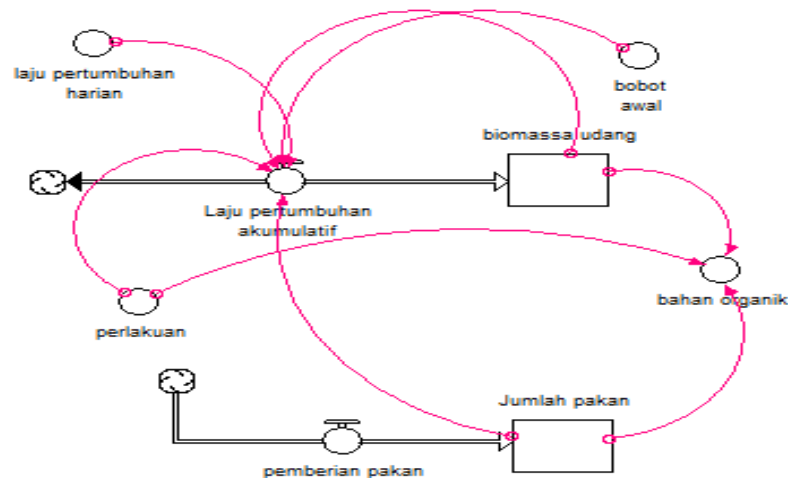
budidaya udang (Casillas-Hernandez *et al.*, 2006).

Analisa Pemodelan Dinamis Kegiatan Budidaya Udang

Analisis pemodelan dinamis terkait dengan estimasi biomassa udang, tingkat pemberian pakan, dan keberadaan limbah bahan organik selama masa budidaya berlangsung dapat dideskripsikan menggunakan causal loop model seperti yang tersaji pada Gambar 3. Pada causal loop model dibuat korelasi keterkaitan antar tiap

parameter terkait untuk membentuk suatu kesatuan model yang digunakan sebagai alat analisis. Causal loop model dapat digunakan untuk analisa beberapa parameter seperti beban pencemaran, estimasi populasi, dan

stok produksi (Ariadi *et al.*, 2022). Hasil analisa pemodelan dinamis ini dapat interpretasikan dalam bentuk tabel ataupun grafik.



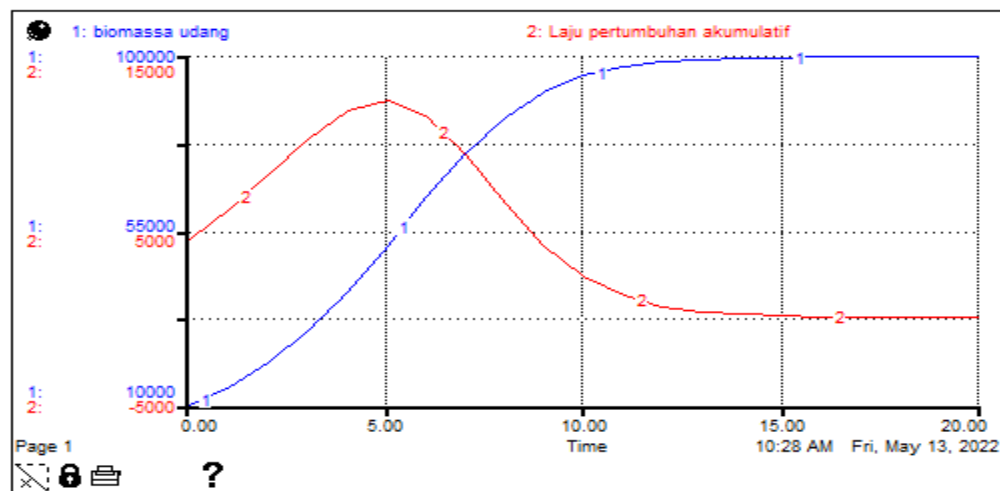
Gambar 3. Konsep *causal-loop* ekosistem tambak udang

Biomassa dan Laju Pertumbuhan Udang

Deskripsi antara perkembangan biomassa udang dengan tingkat laju pertumbuhan udang secara estimasi selama 20 minggu menggunakan analisa sistem pemodelan dinamis dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa laju pertumbuhan udang selama periode estimasi menunjukan alur yang osilatif yaitu meningkat kemudian menurun dan stagnan. Untuk biomassa udang selama periode estimasi digambarkan meningkat secara logaritmik kemudian stagnan sampai akhir periode. Artinya, apabila budidaya ini dilaksanakan dalam jangka waktu yang panjang (20 minggu), maka akan terjadi stagnasi pertumbuhan dan penambahan biomassa udang dari mulai minggu ke-11 (Gambar 4.). Laju pertumbuhan udang akan mengalami fase pertumbuhan logaritmik

pada saat periode udang dewasa, kemudian fase pertumbuhan akan stagnan dan menurun secara perlahan (Ariadi *et al.*, 2019).

Laju pertumbuhan udang akan meningkat dan menurun secara kompetitif seiring dengan kondisi metabolisme pencernaannya (Sanchez dan Gonzalez, 2021). Kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti jumlah pemberian pakan yang tidak sesuai, adanya serangan penyakit, kondisi udang yang sedang moulting, serta kualitas pakan yang buruk. Laju pertumbuhan udang yang optimal juga dipengaruhi oleh status imunologi udang baik serta kondisi lingkungan yang mendukung (Novriadi *et al.*, 2021). Sehingga, kondisi tersebut akan memberikan dampak terhadap input produksi lainnya seperti beban listrik dan penggunaan sarana-sarana pendukung budidaya lainnya.



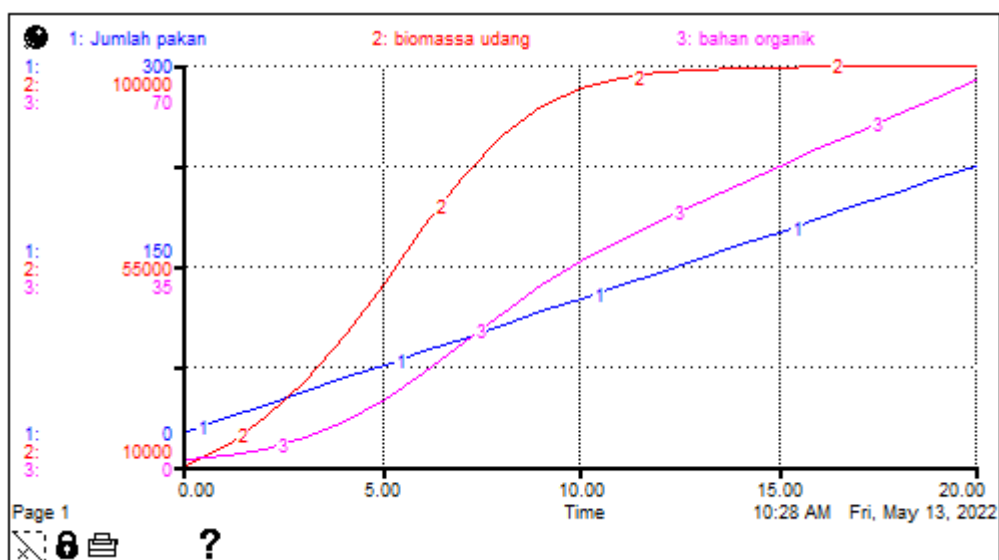
Gambar 4. Hasil korelasi antara biomassa udang dengan laju pertumbuhan

Hubungan Antara Pakan, Biomassa, dan Bahan Organik

Hubungan dinamis antara jumlah pemberian pakan, biomassa udang dan kelimpahan limbah bahan organik secara estimasi menggunakan analisis pemodelan dinamis dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan deskripsi gambar tersebut dapat dilihat bahwa proses pemberian pakan yang bersifat agregatif dan pola pertumbuhan biomassa udang yang meningkat stabil berdampak terhadap kelimpahan bahan organik di tambak yang terus bertambah (Gambar 5.). Artinya, bahan organik pada ekosistem kolam akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya biomassa udang dan proses pemberian pakan. Aktivitas penambahan pakan pada budidaya udang memberikan konsekuensi terhadap jumlah penumpukan limbah dan konsumsi oksigen untuk proses dekomposisi (Wafi dan Ariadi, 2022).

Pada kegiatan budidaya udang proses pemberian pakan mengacu pada estimasi jumlah biomassa udang yang hidup di kolam (Casillas-Hernandez *et al*, 2006). Kegiatan budidaya udang menunjukkan bahwa manajemen pemberian pakan merupakan proses krusial yang sangat menentukan dalam pemanfaatan produktifitas budidaya (Pinho *et al*, 2021). Sehingga, walaupun jumlah biomassa udang mengalami stagnasi pertumbuhan apabila proses pemberian pakan masih terus bertambah dengan stabil maka tingkat penumpukan limbah organik di tambak akan terus semakin meningkat (Gambar 5.). Kelimpahan bahan organik yang berlebih dikhawatirkan akan memicu tumbuhnya mikroorganisme patogen seperti bakteri *Vibrio* sp. pada ekosistem budidaya (Ariadi *et al*, 2019).

Kelimpahan bahan organik apabila kegiatan budidaya udang ini berlangsung dalam jangka waktu yang panjang (20 minggu) diestimasi akan menghasilkan limbah akhir sebesar 70 mg/L dengan total penggunaan pakan sebanyak 200 kg (Gambar 5.). Berdasarkan analisa tersebut, dapat disebutkan bahwa setiap 1 kg pakan akan menghasilkan limbah bahan organik di tambak sebesar 2.86 mg/L yang didapatkan dari konversi rasio antara estimasi limbah bahan organik dengan total jumlah pakan. Sumber utama bahan organik di tambak berasal dari akumulasi limbah pakan yang terbuang dan feces udang (Liu *et al*, 2021). Secara kumulatif beban limbah budidaya akan terus meningkat seiring semakin bertambahnya umur dan bobot biomassa udang yang dipelihara secara keseluruhan (Ariadi *et al*, 2020).



Gambar 5. Hasil korelasi antara jumlah pakan, biomassa udang dan bahan organik

Berdasarkan tampilan data dan analisa sistem pemodelan dinamis secara keseluruhan dapat disebutkan bahwa kondisi parameter kualitas air yang stabil akan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan udang yang tersu bertambah secara kumulatif. Selain itu, dari hasil analisa pemodelan dinamis ditunjukkan secara estimasi apabila kegiatan budidaya udang di tambak udang pondok pesantren salafiyah syafi'iyah Sukorejo, Kab. Situbondo dilakukan dalam skala panjang (20 minggu) maka akan dihasilkan penumpukan beban limbah bahan organik yang berasal dari limbah pakan yang terbuang dan limbah feces udang dengan rasio 1 : 2.86. Berdasarkan analisa pemodelan dinamis juga ditunjukkan bahwa pertumbuhan biomassa udang akan mengalami stagnasi pada minggu ke-11 dan seterusnya. Sehingga, apabila budidaya ini dilakukan secara *exitng* dengan durasi yang ada (20 minggu) maka alangkah baiknya pada minggu ke-10 dilakukan panen udang secara parsial. Panen parsial udang ditujukan untuk mengurangi total biomassa udang yang hidup secara parsial guna memberi kesempatan udang yang lain untuk dapat tumbuh secara optimum (Wafi *et al*, 2020). Selain itu panen parsial juga bertujuan untuk meningkatkan

daya dukung lingkungan untuk dapat memaksimalkan sumberdaya budidaya yang lebih optimal (Wafi *et al*, 2021).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah berdasarkan interpretasi hasil analisa sistem pemodelan dinamis terjadi korelasi yang positif antara kenaikan jumlah biomassa udang dengan jumlah kuantitas pemberian pakan dan kelimpahan bahan organik di tambak yang secara estimasi berlangsung secara agregatif.

DAFTAR PUSTAKA

- 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: Guepedia.

- Ariadi H., Mahmudi M., Fadjar M. (2019). Correlation between density of vibrio bacteria with *Oscillatoria* sp. abundance on intensive *Litopenaeus vannamei* shrimp ponds. *Research Journal of Life Science* 6(2), 114-129.
- Ariadi H., 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., Fadjar M., Mahmudi M. (2020). Tingkat Transfer Oksigen Kincir Air Selama Periode Blind Feeding Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)* 4(1), 7-15.
- 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., Wafi A., Madusari B.D. (2021). *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang)*. Indramayu: Penerbit ADAB.
- Ariadi H., Madusari B.D., Mardhiyana D. (2022). Analisis Pengaruh Daya Dukung Lingkungan Budidaya Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*L. vannamei*). *EnviroScientee* 18(1), 29-37.
- Burford M.A., Hiep L.H., sang N.V., Khoi C.M., Thu N.K., Faggotter S.J., Stewart_koster B., Condon J., Sammut J. (2020). Does natural feed supply the nutritional needs of shrimp in extensive rice-shrimp ponds? – A stable isotope tracer approach. *Aquaculture* 529, 735717.
- Casillas-Hernandez R., Magallon-Barajas F., Portillo-Clark G., Paez-Osuna F. (2006). Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico using two feeding strategies: Trays and mechanical dispersal. *Aquaculture* 258, 289-298.
- de Lacerda L.D. Ward R.D., Godoy M.D.P., de Andrade Meireles A.J., Borges R., Ferreira A.C. (2021). 20-Years Cumulative Impact From Shrimp Farming on Mangroves of Northeast Brazil. *Frontiers in Forests and Global Change* 4, 1-17.
- Herbeck L.S., Unger D., Wu Y., Jennerjahn T.C. (2013). Effluent, nutrient and organic matter export from shrimp and fish ponds causing eutrophication in coastal and back-reef waters of NE Hainan, tropical China. *Continental Shelf Research* 57(1), 92-104.
- Junior A.P.B., Flickinger D.L., Henry-Silva G.G. (2021). Sedimentation rates of nutrients and particulate material in pond mariculture of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) carried out with different management strategies. *Aquaculture* 534, 736307.
- Li T., Zhang B., Zhu C., Su J., Li J., Chen S., Qin J. (2021). Effects of an ex situ shrimp-rice aquaponic system on the water quality of aquaculture ponds in the Pearl River estuary, China. *Aquaculture* 545, 737179.

- Liu X., He X., Huang G., Zhou Y., Lai J. (2021). Bioremediation by the mullet *Mugil cephalus* feeding on organic deposits produced by intensive shrimp mariculture. *Aquaculture* 541, 736674.
- Madusari B.D., Ariadi H., Mardhiyana D. (2022). Effect of the feeding rate practice on the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation activities. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation* 15(1), 473-479.
- Novriadi R., Fadhillah R., Wahyudi A.E., Trullas C. (2021). Effects Of Hydrolysable Tannins On The Growth Performance, Total Haemocyte Counts And Lysozyme Activity Of Pacific White Leg Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Reports* 21, 100796.
- Nuhman. (2009). Pengaruh Prosentase Pemberian Pakan Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Laju Pertumbuhan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 1(2), 193-197.
- Nunes A.J.P., dan Parsons G.J. (2000). Effects of the Southern brown shrimp, *Penaeus subtilis*, predation and artificial feeding on the population dynamics of benthic polychaetes in tropical pond enclosures. *Aquaculture* 183, 125-147.
- Pinho S.M., Emerenciano M.G.C. (2021). Sensorial attributes and growth performance of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultured in biofloc technology with varying water salinity and dietary protein content. *Aquaculture* 550, 737849.
- Reis J., Weldon A., Ito P., Stites W., Rhodes M., Davis D.A. (2021). Automated feeding systems for shrimp: Effects of feeding schedules and passive feedback feeding systems. *Aquaculture* 541, 736800.
- Sanchez I., dan Gonzalez I. (2021). Monitoring shrimp growth with control charts in aquaculture. *Aquacultural Engineering* 95, 102180.
- Ullman C., Rhodes M.A., Davis D.A. (2019). Feed management and the use of automatic feeders in the pond production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 498, 44-49.
- Wafi A., dan Ariadi H. (2022). Estimasi Daya Listrik Untuk Produksi Oksigen Oleh Kincir Air Selama Periode “Blind Feeding” Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology* 18(1), 19-35.
- 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.
- 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), 253-267.
- Whangchai N., Migo V.P., Alfafara C.G., Young H.K., Nomura N., Matsumura M. (2004). Strategies for alkalinity and pH control for ozonated shrimp pond water. *Aquacultural Engineering* 30(1), 1-13.