

Model Optimasi Produksi Tambak Udang Berbasis Daya Dukung Perairan

Shrimp Pond Production Optimization Model Based on Environmental Carrying Capacity

Ika Junia Ningsih¹⁾, Abdul Muqsith^{2)*}

¹⁾Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Ibrahimy Situbondo.

²⁾Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Ibrahimy Situbondo.

*Penulis Korespondensi : E-mail : muqsithabdul69@gmail.com

(Diterima September 2022/Disetujui Oktober 2022)

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan kapasitas produksi dan luas lahan optimal tambak udang intensif berdasarkan daya dukung perairan pesisir Kecamatan Banyuputih dengan permodelan sistem dinamis. Analisis optimasi produksi tambak udang intensif dilakukan dengan pendekatan permodelan sistem dinamis menggunakan alat bantu software Stella ver. 9.02. Variabel yang disimulasi pada analisa pemodelan ini adalah variabel kapasitas oksigen perairan, kuantitas limbah budidaya, biomassa udang, bobot rata-rata udang, dan prosentase tingkat kelulushidupan udang selama satu siklus budidaya. Hasil simulasi model dinamis menunjukkan bahwa sistem budidaya udang intensif padat tebar (110 ekor/m²) dengan penerapan 2 (dua) kali panen parsial (pada saat umur udang 70 hari dan 90 hari) menghasilkan produktifitas biomassa udang yang paling optimal serta beban limbah TSS pada perairan pesisir yang paling kecil (sedikit) dibandingkan dengan sisitem budidaya intensif dengan tingkat padat tebar (130 ekor/m²), (150 ekor/m²), dan (170 ekor/m²). Penerapan sisitem budidaya dengan padat 110 ekor/m² memberikan tingkat daya dukung optimal perairan untuk pengembangan lahan tambak udang intensif seluas 45 ha atau 65.4% dari daya dukung maksimal perairan (67,8 ha)dengan kapasitas produksi optimal sebesar 1.165.327,43 kg udang.

Kata Kunci : Sistem dinamis, daya dukung, perairan , produksi, optimum

ABSTRACT

The purpose of the study was to determine the optimal production capacity and land area of intensive shrimp ponds based on the carrying capacity of coastal waters in Banyuputih District with dynamic system modeling. Intensive shrimp pond production optimization analysis was carried out using a dynamic system modeling approach using the Stella ver software tool. 9.02. Variables that are simulated in this modeling analysis are the variables of water oxygen capacity, quantity of aquaculture waste, shrimp biomass, average weight of shrimp, and the percentage of shrimp survival rate during one cycle of cultivation. The results of the dynamic model simulation show that the stocking density intensive shrimp culture system (110 fish/m²) with the application of 2 (two) partial harvests (at 70 days and 90 days of shrimp age) produces the most optimal shrimp biomass productivity and TSS waste load at coastal waters are the smallest (slightly) compared to intensive aquaculture systems with stocking densities (130 fish/m²), (150 fish/m²), and (170 fish/m²). The application of a culture system with a density of 110 fish/m² provides an optimal level of water carrying capacity for the development of intensive shrimp ponds covering an area of 45 ha or 65.4% of the maximum carrying capacity of the waters (67.8 ha) with an optimal production capacity of 1,165,327.43 kg of shrimp.

Keywords: System dynamic, carrying capacity, waters, production, optimum.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan wilayah pesisir Banyuputih melalui kegiatan budidaya udang dengan teknologi intensif merupakan langkah yang sangat strategis dalam upaya meningkatkan perekonomian daerah dan kesejahteraan masyarakat setempat. Namun keberlanjutan dari kegiatan tersebut ditentukan oleh daya dukung perairan dalam menerima limbah organik yang dikeluarkan dari kegiatan tersebut. Jika limbah tambak udang yang dikeluarkan ke lingkungan perairan melampaui kapasitas asimilasinya, maka akan berdampak terhadap berubahnya fungsi ekologis perairan dan pada akhirnya akan mengancam keberlanjutan dari kegiatan budidaya udang di wilayah tersebut.

Untuk menjaga keberlanjutan kegiatan budidaya tambak udang di wilayah pesisir Kecamatan Banyuputih serta memperkecil penurunan kualitas lingkungan sebagai akibat dari beban limbah yang dihasilkan, maka luas lahan tambak dan tingkat padat tebar yang diterapkan dalam sistem budidaya intensif harus disesuaikan dengan daya dukung perairan dalam menerima limbah. Oleh karena itu perlu dibuat model optimasi produksi tambak udang berdaasakan daya dukung lingkungan perairan sebagai acuan dalam menentukan luas tambak intensif dan kapasitas produksi yang dapat dikembangkan secara optimal pada kawasan pesisir Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo.

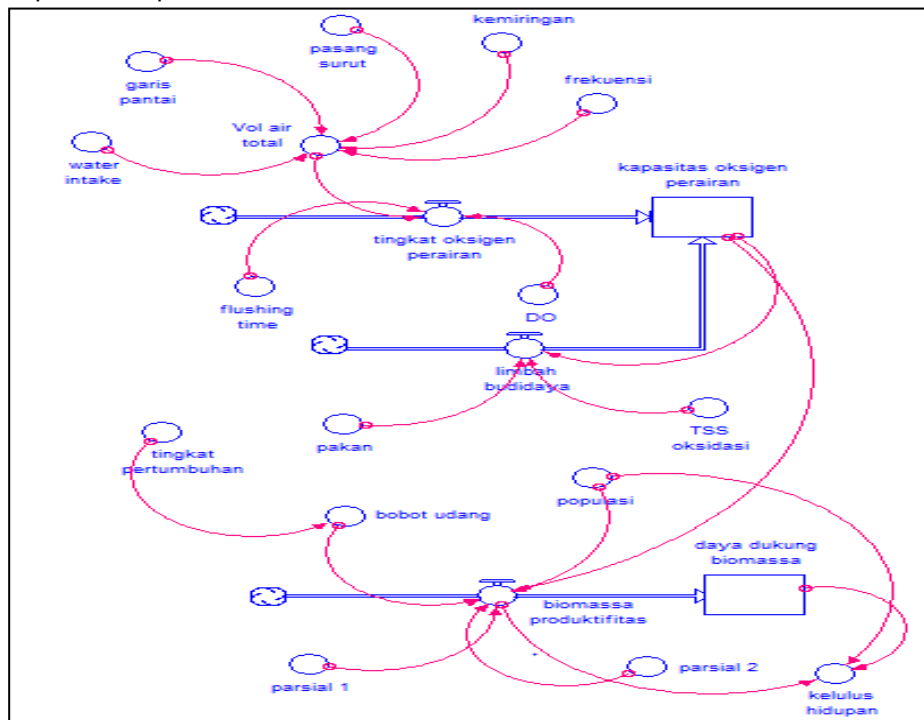
MATERI DAN METODE

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 jenis yaitu : data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan/pengukuran dan wawancara langsung di lokasi penelitian dan data sekunder dilakukan melalui penelusuran berbagai pustaka yang ada di berbagai instansi pemerintah dan swasta yang terkait dengan penelitian ini.

Analisis Optimasi Produksi Tambak Udang Intensif

Analisis otimasi produksi tambak udang intensif dilakukan dengan pendekatan permodelan sistem dinamis menggunakan alat bantu software Stella ver. 9.02. Variabel yang disimulasi pada analisa pemodelan ini adalah variabel kapasitas oksigen perairan, kuantitas limbah budidaya, biomassa udang, bobot rata-rata udang, dan prosentase tingkat kelulushidupan udang selama satu siklus budidaya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsep Model Budidaya intensif Dengan Dua Kali Panen Parsial

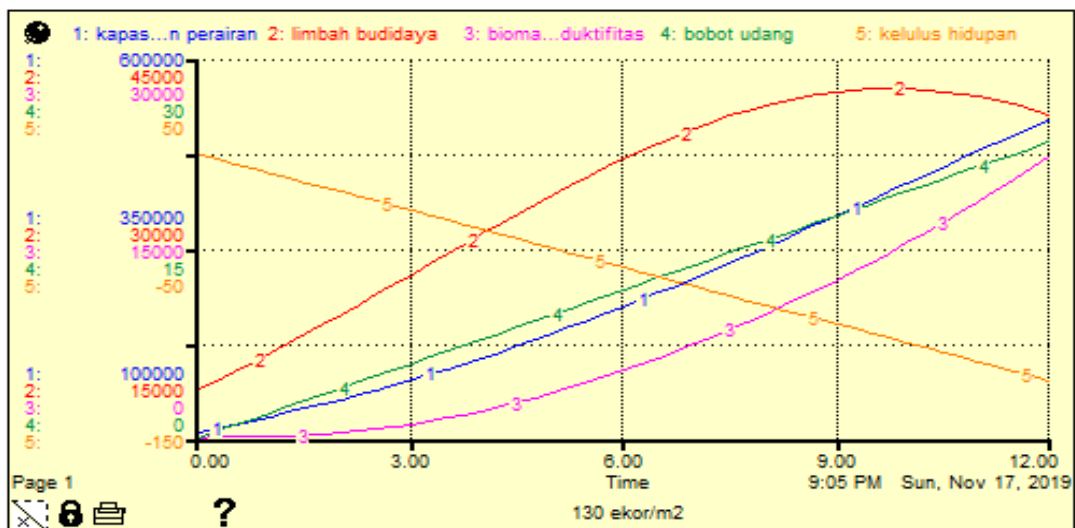
HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Optimasi Produksi Tambak Udang Berbasis Daya Dukung Perairan

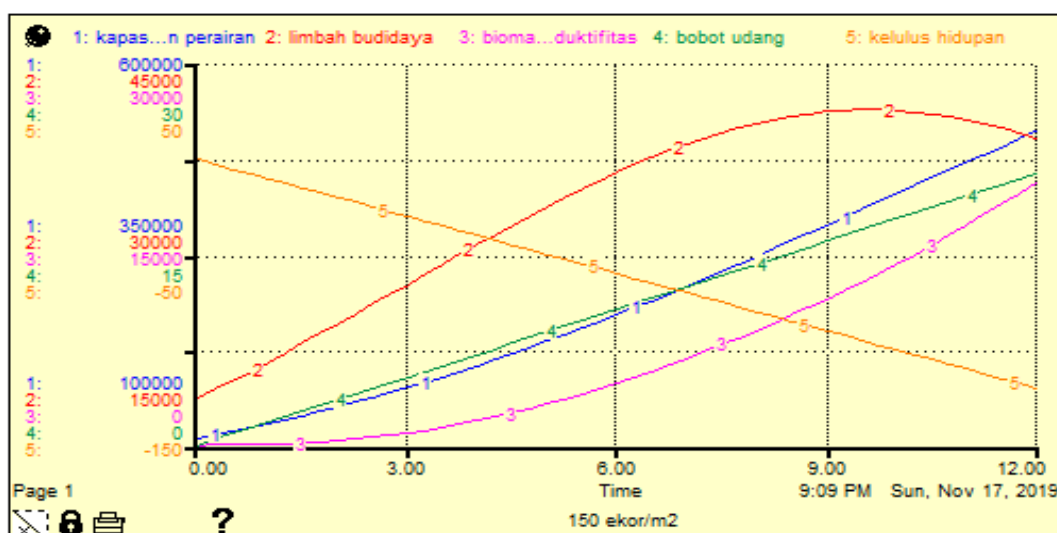
Model simulasi yang digunakan untuk mengetahui daya dukung lingkungan perairan pesisir Kecamatan Banyuputih untuk kegiatan tambak intensif udang vannamei dengan menggunakan bantuan software Stella ver. 9.02. Analisa sistem pemodelan dinamis merupakan suatu metode atau alat yang digunakan untuk meramalkan stok sumberdaya berdasarkan matematis model secara dinamis (Sterman, 2001). Variabel yang disimulasi pada analisa pemodelan ini adalah variabel kapasitas oksigen perairan, kuantitas limbah budidaya, biomassa, duktilitas, bobot udang, dan prosentase tingkat kelulushidupan udang selama satu siklus budidaya. Hasil simulasi model pada masing-masing varian padat tebar (110 ekor/m², 130 ekor/m², 150 ekor/m², 170 ekor/m²) dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4, dan 5. Dari hasil simulasi model selama satu siklus budidaya dengan menggunakan analisa pemodelan dinamis, ditunjukkan bahwa pada setiap padat tebar memiliki trend dan grafik hasil simulasi yang sama persis, tetapi memiliki nilai konstanta kenaikan ataupun penurunan yang berbeda.:



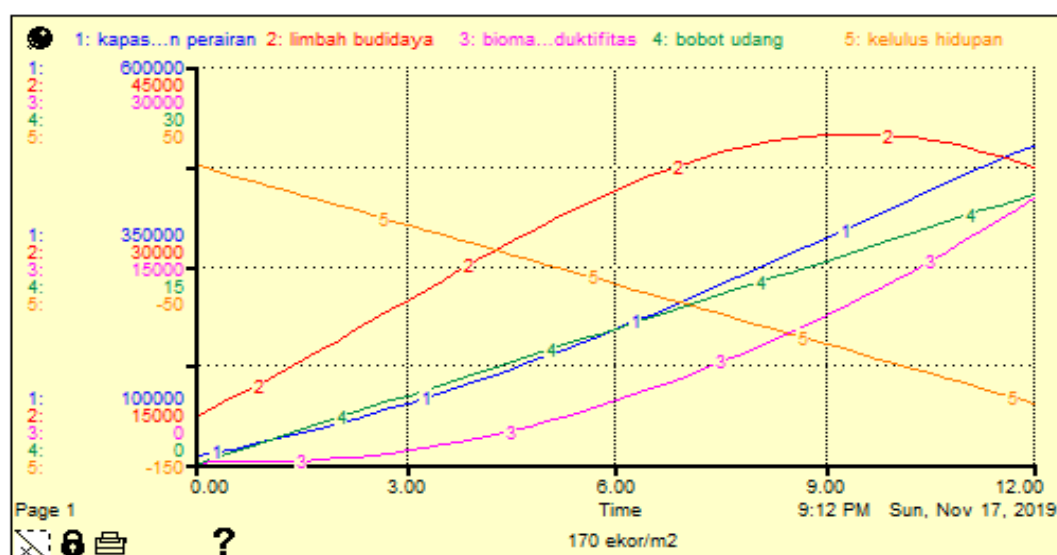
Gambar 2. Grafik Simulasi Model Budidaya Intensif Padat Tebar 110 ekor/m²



Gambar 3. Grafik Simulasi Model Budidaya Intensif Padat Tebar 130 ekor/m²



Gambar 4. Grafik Simulasi Model Budidaya Intensif Padat Tebar 150 ekor/m²



Gambar 5. Grafik Simulasi Model Budidaya Intensif Padat Tebar 170 ekor/m²

Secara keseluruhan, pada masing-masing padat tebar selama siklus budidaya intensif berlangsung ditunjukkan bahwa variabel kapasitas oksigen di perairan eksternal, biomassa produktifitas udang, dan bobot rata-rata udang mengalami kenaikan secara bertahap. Kenaikan biomassa yang intens sangat dipengaruhi oleh tingkat pertambahan bobot udang yang terus meningkat (Nguyen et al, 2019). Selama masa budidaya, nilai survival rate mengalami grafik penurunan, penurunan nilai survival rate udang disebabkan dengan semakin memburuknya kondisi lingkungan akibat limbah budidaya yang semakin meningkat (Islam et al., 2004). Variabel limbah budidaya sendiri, dalam simulasi model mengalami trend grafik sigmoidal yaitu grafik yang tidak monoton atau meningkat dan menurun secara kontinyu (Julpan, 2015).

Nilai hasil simulasi model yang dijalankan selama masa budidaya penuh 120 hari, dengan perlakuan parsial sebanyak 20% biomassa udang pada umur 70 dan 90 hari di setiap masing-masing padat tebar dengan nilai konstanta hasil simulasi model yang dinilai selama satu siklus budidaya, ditunjukkan bahwa padat tebar 110 ekor/m² memiliki tingkat produktifitas biomassa yang paling optimal serta jumlah limbah budidaya yang paling sedikit dibandingkan padat tebar yang lainnya. Tingginya kapasitas biomassa pada padat tebar 110 ekor/m² dikarenakan tingginya nilai survival rate dan bobot udang per ekor. Jumlah populasi yang tinggi dan laju pertumbuhan yang cepat pada kondisi ekosistem yang mendukung akan berdampak terhadap tingkat produktifitas biomassa udang yang semakin optimal (Fan dan Li, 2019; Jannathulla et al., 2019). Hasil

penelitian lain juga menyebutkan, bahwa semakin tinggi padat tebar yang digunakan maka akan sangat rentan berpengaruh terhadap tingkat laju pertumbuhan udang yang rendah, tingkat konversi pakan oleh udang yang rendah, dan kondisi kualitas air budidaya yang buruk (Sookying et al., 2011; Liu et al., 2017; Anand et al., 2019)

Pemanfaatan Lahan Budidaya Berdasarkan Hasil Simulasi Model Dinamis

Berdasarkan analisa konsep simulasi pemodelan dinamis, selain diketahui jumlah padat tebar udang yang paling optimal. Pada penelitian ini juga dilakukan analisis peramalan (forecasting) daya dukung lahan yang dapat dimanfaatkan secara optimal dari masing-masing padat tebar. Analisis peramalan (forecasting) adalah strategi perencanaan yang digunakan sebagai alat bantu untuk memprediksi dampak keuntungan, sosial, ekonomi, dan lingkungan di masa depan (Wang dan Chaovalitwongse, 2011). Data hasil simulasi tingkat daya dukung lahan yang bisa dioptimalkan berdasarkan kapasitas limbah dan tingkat daya dukung oksigen eksternal dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 1, Analisis Tingkat Daya Dukung Pemanfaatan Lahan Budidaya

Padat Tebar	Daya dukung Oksigen	Limbah Budidaya	Daya dukung optimal	Daya dukung maksimal	Prosentase pemanfaatan	Ekspansi penambahan	Produktifitas biomassa
(ekor/m ²)	(kgO ₂ /L/Ha)	(kg/Ha)	(Ha)	(Ha)	(%)	(%)	(kg)
110	272,213.63	6055.6	45.0	68.7	65.4	14.6	1,165,327.43
130	275,822.93	7003.6	39.4	51.8	76.0	4.0	998,423.10
150	273,104.89	6308.8	43.3	55.8	77.6	2.4	1,109,927.55
170	273,947.10	6457.6	42.4	47.2	89.9	-9.9	1,091,733.38

Berdasarkan data hasil analisis pemanfaatan daya dukung tambak, dari 4 padat tebar yang beragam (110 ekor/m², 130 ekor/m², 150 ekor/m², 170 ekor/m²) ditunjukkan bahwa jumlah padat tebar 110 ekor/m² memiliki nilai pemanfaatan daya dukung lahan yang paling optimal dibanding ketiga padat tebar lainnya. Penerapan densitas tebar 110 ekor/m² akan memberikan tingkat daya dukung lahan optimal sebesar 45 Ha dari total daya dukung lahan maksimal sebesar 68.7 Ha atau 65.4% dari daya dukung maksimal. Sehingga apabila akan dilakukan ekspansi lahan untuk budidaya dengan menggunakan padat tebar 110 ekor/m², masih tersedia sebanyak 14.6% atau setara dengan 10 Ha dari total prosentase daya dukung pemanfaatan lahan optimal sebesar 80% (Muta'ali, 2011; Chapman & Byron, 2018). Pemanfaatan padat tebar 110 ekor/m² yang sesuai kapasitas daya dukung, akan memberikan input produksi biomassa udang optimal sebesar 1.165.327,43 kg.

Sementara apabila akan diterapkan sistem padat tebar 170 ekor/m², maka akan didapatkan prosentase pemanfaatan lahan sebesar 89.9% yang artinya lahan sudah tidak bisa dilakukan ekspansi lahan budidaya dengan padat tebar tersebut, karena melebihi kapasitas daya dukung lestari sebesar 80% (Muta'ali, 2011; Chapman & Byron, 2018). Tingkat daya dukung pemanfaatan lahan yang berbeda pada masing-masing jumlah padat tebar disebabkan oleh kapasitas limbah budidaya yang dihasilkan. Limbah budidaya yang tinggi akan berpengaruh terhadap beban daya dukung lingkungan yang semakin menurun (Miller dan Semmens, 2002; Turcios dan Papenbrock, 2014). Tingkat daya dukung lingkungan yang semakin menurun secara tidak langsung akan berdampak terhadap keseimbangan ekosistem dan produktifitas budidaya (Summerfelt et al., 1999; Dauda et al., 2019). Sehingga, sangat diharapkan dengan adanya daya dukung pemanfaatan lahan budidaya yang optimal dapat melestarikan serta menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan dan budidaya yang saling menguntungkan (Neori et al., 2007).

KESIMPULAN

Hasil simulasi model dinamis menunjukkan padat tebar 110 ekor/m² memiliki tingkat produktifitas biomassa yang paling optimal serta jumlah limbah budidaya yang paling sedikit dibandingkan padat tebar yang lainnya. Penerapan densitas tebar 110 ekor/m² akan memberikan tingkat daya

dukung lahan optimal sebesar 45 Ha dari total daya dukung lahan maksimal sebesar 68.7 Ha atau 65.4% dari daya dukung maksimal. Sehingga apabila akan dilakukan ekspansi lahan untuk budidaya dengan menggunakan padat tebar 110 ekor/m², masih tersedia sebanyak 14.6% atau setara dengan 10 Ha dari total prosentase daya dukung pemanfaatan lahan optimal sebesar 80%. Pemanfaatan padat tebar 110 ekor/m² yang sesuai kapasitas daya dukung, akan memberikan input produksi biomassa udang optimal sebesar 1.165.327,43 kg..

DAFTAR PUSTAKA

- Anand, P.S.S., Balasubramanian C.P., Christina L., Kumar S., Biswas G., Ghoshal D.D.T.K., Vijayan K.K., 2019. Substrate based black tiger shrimp, *Penaeus monodon* culture: Stocking density, aeration and their effect on growth performance, water quality and periphyton development. *Aquaculture*. 507: 411-418
- Dauda, A.B., Ajadi A., Tola-Fabunmi A.S., Akinwale A.O., 2019. Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. *Aquaculture and Fisheries*. 4:81-88
- Chapman, E.J., dan Byron C.J., 2018. The flexible application of carrying capacity in ecology. *Global Ecology and Conservation*. 13: 00365
- Fan, L., dan Li Q.X., 2019. Characteristics of intestinal microbiota in the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* differing growth performances in the marine cultured environment. *Aquaculture*. 505: 450-461
- Islam, M.S., Khan S., Tanaka M., 2004. Waste loading in shrimp and fish processing effluents: potential source of hazards to the coastal and nearshore environments. *Marine Pollution Bulletin*. 49: 103-110
- Jannathulla, R., Chitra V., Vasanthakumar D., Nagavel A., Ambasankar K., Muralidhar M., Dayal J.S., 2019. Effect of dietary lipid/essential fatty acid level on Pacific whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) reared at three different water salinities – Emphasis on growth, hemolymph indices and body composition. *Aquaculture*. 513: 734-405
- Julpan., Nababan E.B., dan Zarlis M., 2015. Analisis fungsi aktivasi sigmoid biner dan sigmoid bipolar dalam algoritma BACKPROPAGATION pada prediksi kemampuan siswa. *Jurnal Teknovasi*. 2(1): 103-116
- Liu G., Zhu S., Liu D., Guo X., dan Ye Z., 2017. Effects of stocking density of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) on immunities, antioxidant status, and resistance against *Vibrio harveyi* in a biofloc system. *Fish and Shellfish Immunology*. 67:19-26
- Miller, D., and Semmens K., 2002. Waste Management in Aquaculture. *Aquaculture Information Series Publication*. 1:1-10
- Muta'ali L., 2011. Environmental carrying capacity based on spatial Planning. *Indonesian Journal of Geography*. 43(2): 142-155
- Neori, A., Troell M., Chopin T., Yarish C., 2007. The need for a balanced ecosystem approach to blue revolution aquaculture. *Environment*. 49(3): 1-37
- Nguyen, T.A.T., Nguyen K.A.T., dan Jolly C., 2019. Is Super-Intensification the Solution to Shrimp Production and Export Sustainability?. *Sustainability*. 11: 52-77
- Sterman, J.D., 2001. System dynamics modeling. *IEEE Engineering management review*. 43(4): 1-25
- Sookying, D., Silva F.S.D., Davis D.A., Hanson T.R., 2011. Effects of stocking density on the performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured under pond and outdoor tank conditions using a high soybeanmeal diet. *Aquaculture*. 319: 232-239

- Summerfelt, S.T., Adler P.R., Glenn D.M., and Kretschmann R.N., 1999. Aquaculture sludge removal and stabilization within created wetlands. *Aquacultural Engineering*. 19:81-92
- Turcois A.E., dan Papenbrock J., 2014. Sustainable Treatment of Aquaculture Effluents—What Can We Learn from the Past for the Future?. *Sustainability*. 6: 836-856
- Wang, S., dan Chaovalitwongse W.A., 2011. Evaluating and Comparing Forecasting Models. *International Journal of Forecasting*, 14(1):35–62