

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpt>

IMPLEMENTASI AKUAKULTUR BIRU MELALUI SISTEM IMTA (*INTEGRATED MULTI-TROPIC AQUACULTURE*)

IMPLEMENTATION OF BLUE AQUACULTURE THROUGH THE IMTA (INTEGRATED MULTI-TROPHIC AQUACULTURE) SYSTEM

Angkasa Putra^{1#} dan Mugi Mulyono¹

¹Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta,

Jl. AUP No. 1 Pasar Minggu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

E-mail: angkasaputra80@gmail.com

(Diterima: 27 Desember 2022; Diterima setelah perbaikan: 31 Januari 2023; Disetujui: 31 Januari 2023)

ABSTRAK

Pembangunan sektor kelautan dan perikanan masih jauh dari potensi yang dimiliki. Akuakultur sebagai salah satu unsur pada sektor tersebut juga belum dikelola dengan optimal. Padahal pengembangan akuakultur dituntut pada praktik manajemen yang baik, pengembangan teknologi yang lebih inovatif, bertanggung jawab, berkelanjutan, dan menguntungkan yang lebih efisien secara ekologis, ramah lingkungan, diversifikasi produk, dan bermanfaat bagi masyarakat. Mempertahankan keberlanjutan tidak hanya dari segi lingkungan, tetapi juga dari perspektif ekonomi, sosial, dan teknis, serta telah menjadi isu utama dengan meningkatnya kesadaran konsumen yang semakin menuntut kualitas, ketertelusuran, dan kondisi produksi. Oleh sebab itu, perlu dilakukan tinjauan terhadap konsep dan implementasi IMTA dalam mewujudkan akuakultur biru. Berdasarkan kajian ini, penerapan konsep akuakultur skema IMTA secara nyata memberikan keuntungan ekologi dan ekonomi serta berkelanjutan. Model IMTA sangat relevan dengan Program Prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam mendukung pengembangan Akuakultur Biru.

KATA KUNCI: Akuakultur Biru; berkelanjutan; ekologi; ekonomi; IMTA

ABSTRACT

The development of the marine and fisheries sector is still far from its potential. Aquaculture as one of the elements in the sector has also not been managed optimally. Whereas aquaculture development is required to be on good management practices, the development of more innovative, responsible, sustainable, and profitable technologies that are more ecologically efficient, environmentally friendly, product diversified, and beneficial to society. Maintaining sustainability not only from an environmental point of view, but also from an economic, social, and technical perspective, and has become a major issue with increasing consumer awareness that increasingly demands quality, traceability, and production conditions. Therefore, it is necessary to review the concept and implementation of IMTA in realizing blue aquaculture. Based on this study, the application of the aquaculture concept of the IMTA scheme actually provides ecological and economic benefits and is sustainable. The IMTA model is very relevant to the Ministry of Marine Affairs and Fisheries' Priority Program in supporting the development of Blue Aquaculture.

KEYWORDS: *Blue Aquaculture; ecological; economic; IMTA; sustainable*

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki luas laut 5,8 juta km² termasuk ZEEI atau 75% total wilayahnya dan dilingkupi 95.181 km garis pantai (Triarso & Putro, 2019). Capaian

[#]Korespondensi: Politeknik Ahli Usaha Perikanan

E-mail: angkasaputra80@gmail.com

pembangunan pada sektor kelautan dan perikanan masih jauh dari potensi yang dimiliki, padahal bidang ini dapat menjadi tulang punggung dalam mewujudkan Indonesia sebagai poros maritim dunia (Dahuri, 2012). Di satu sisi, industri makanan laut global berada di persimpangan jalan karena volume perikanan tangkap yang menurun dan semakin jauh dari permintaan dunia akan makanan laut. Diperkirakan

pada tahun 2030 akan terjadi defisit 50-80 juta ton makanan laut. Kesenjangan ini kemungkinan besar tidak akan diisi oleh perikanan tangkap tetapi sektor akuakultur yang telah memproduksi hampir 50% makanan laut yang dikonsumsi di seluruh dunia (FAO, 2009). Akan tetapi sektor akuakultur juga belum dikelola dengan optimal (KKP, 2020). Sangat penting dilakukan rancangan praktik akuakultur dengan manajemen yang baik sehingga berdampak pada ekosistem di masa depan yang menjaga integritas ekosistem sembari memastikan kelangsungan hidup pada sektor ini dan peran utamanya dalam penyediaan, keamanan, dan keamanan pangan.

Sembari dilakukan pengembangan praktik manajemen yang baik dan terus tumbuh, sektor akuakultur perlu mengembangkan teknologi dan praktik yang lebih inovatif, bertanggung jawab, berkelanjutan, dan menguntungkan yang lebih efisien secara ekologis, ramah lingkungan, diversifikasi produk, dan bermanfaat bagi masyarakat. Mempertahankan keberlanjutan tidak hanya dari segi lingkungan, tetapi juga dari perspektif ekonomi, sosial, dan teknis, serta telah menjadi isu utama dengan meningkatnya kesadaran konsumen yang semakin menuntut kualitas, ketertelusuran, dan kondisi produksi (Chopin, 2013).

Salah satu solusi dan memiliki potensi untuk memainkan peran dalam mewujudkan praktik akuakultur produktif berkelanjutan dalam implementasi akuakultur biru adalah melalui Sistem IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture). Sistem IMTA adalah praktik akuakultur yang menggunakan lebih dari satu spesies biota yang memiliki hubungan mutualistik secara ekologis pada area/sistem yang sama dalam saat yang bersamaan (Rejeki *et al.*, 2016; Putro *et al.*, 2019; Thomas *et al.*, 2020). Sistem ini memungkinkan pelaku budidaya menerima beberapa produk budidaya pada area yang sama tanpa menambah luas area budidaya (Aliah 2012; Irisarri *et al.*, 2015; Hayati *et al.*, 2018; Triarso & Putro, 2019). Dengan konsep ini, akuakultur ekstraktif menghasilkan biomassa yang berharga, peningkatan produktivitas dan sisi ekonomi, serta produksi perikanan berkelanjutan (Yuniarsih 2014; Arsandi *et al.*, 2017; Widowati *et al.*, 2019).

Adapun tujuan dalam artikel ini adalah untuk melakukan reviu atau studi kasus terkait konsep dan implementasi IMTA dalam mewujudkan akuakultur biru.

METODE

Studi ini menggunakan pendekatan semi-sistematis merujuk kepada teori yang diungkapkan oleh Wong *et al.* (2013) di mana sebuah tinjauan

dilakukan untuk mengidentifikasi seluruh artikel publikasi yang sesuai dengan topik kajian dan dikombinasikan dengan data penelitian untuk menghasilkan narasi semi-kuantitatif.

HASIL DAN BAHASAN

Konsep IMTA

Secara teori sederhana, konsep IMTA sangat fleksibel. Menurut Chopin (2006), untuk menggunakan analogi musikologi, IMTA adalah tema sentral/ menyeluruh di mana banyak variasi dapat dikembangkan sesuai dengan kondisi lingkungan, biologi, fisik, kimia, sosial, dan ekonomi yang berlaku di belahan dunia di mana sistem IMTA beroperasi. Ini dapat diterapkan pada sistem perairan terbuka atau berbasis darat, sistem laut atau air tawar, dan sistem beriklim sedang atau tropis. Sisi penting adalah bahwa organisme yang sesuai dipilih pada berbagai tingkat trofik berdasarkan fungsi pelengkap yang mereka miliki dalam ekosistem, serta nilai atau potensi ekonominya. Faktanya, IMTA tidak melakukan apa pun selain membuat ulang yang disederhanakan, ekosistem yang dibudidayakan dalam keseimbangan dengan sekitarnya alih-alih memperkenalkan biomassa dari satu jenis yang dianggap dapat dibudidayakan secara terpisah dari yang lainnya. Integrasi harus dipahami sebagai budidaya dalam kedekatan, tidak mempertimbangkan jarak absolut tetapi konektivitas dalam hal fungsi ekosistem.

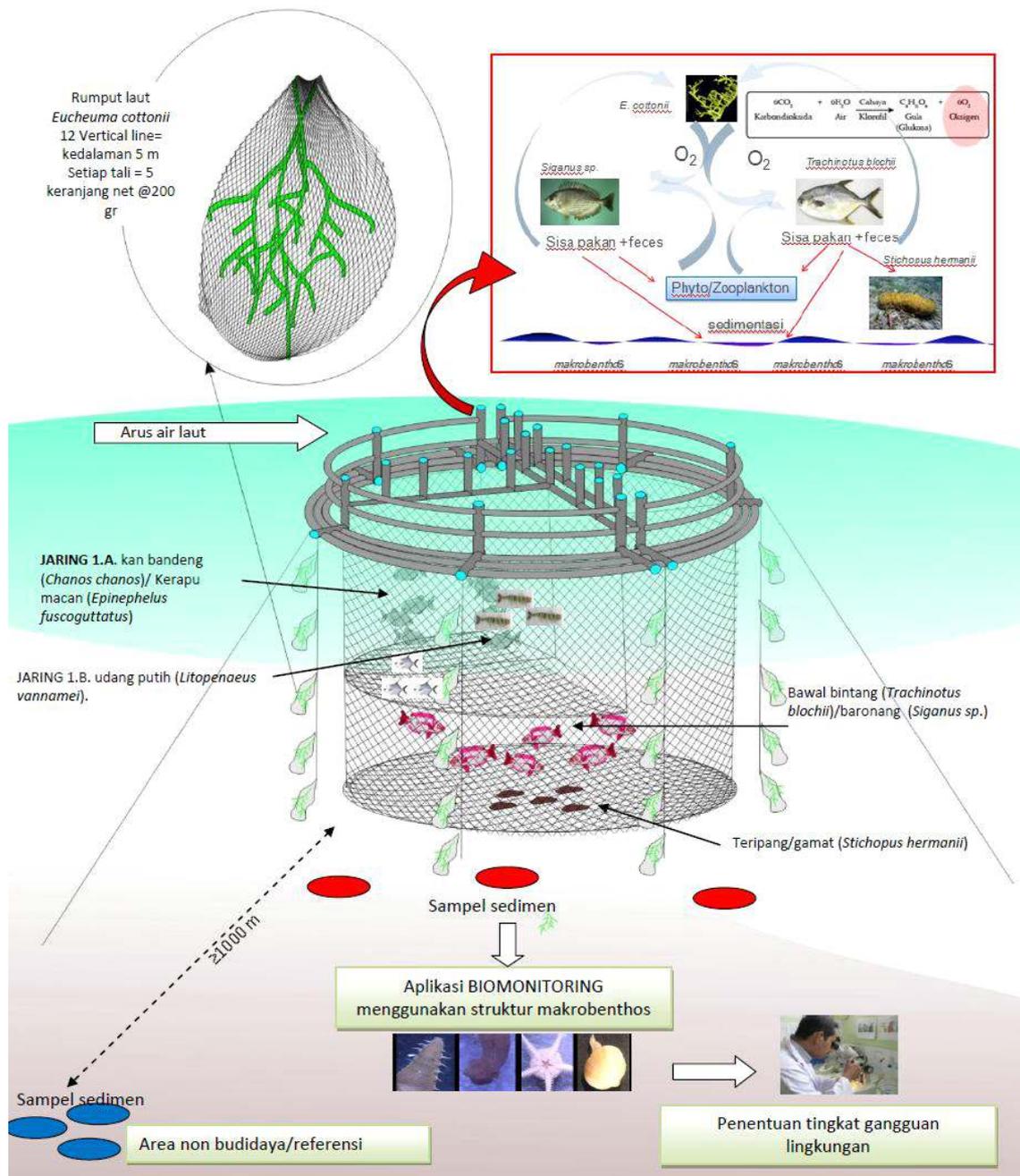
Implementasi IMTA di Indonesia

Studi kasus pertama, biota yang akan dibudidayakan antara lain ikan baronang (*Siganus sp.*), kerapu macan (*E. fuscoguttatus*), rumput laut (*E. cottonii*), udang vaname (*L. vannamei*), bawal bintang (*T. blochii*) / bandeng (*Chanos-chanos* Forskal), dan teripang (*S. hermannii*). Secara teknis, benih ikan dan bawal bintang berbobot 250 gr ditebar pada KJA bagian bawah dengan kepadatan 25 ekor/m³ dengan luas KJA 86,16 m³. Pelet diberikan selama proses pemeliharaan dengan kandungan protein 25-30% sebanyak 5-10% mm/hari. Penebaran *L. vannamei* dan *E. fuscoguttatus* pada bagian bawah dengan padat tebar 250 ikan/m³ dan 25 ikan/m³. Parameter kualitas air yang meliputi total bahan organik, amonia, nitrit, dan fosfat, dan sedimen: ukuran butir sedimen, karbon total, nitrogen total, dan struktur makrobenthos. Budidaya rumput laut dilakukan dengan metode vertikultur dengan tali nilon panjang vertikultur 5 m vertikal, berat bibit 250 g dengan jarak 1 cm dan dimasukkan ke dalam kantong jaring ukuran 30x50 cm. Metode vertikultur adalah metode budidaya menggunakan tali yang dilakukan dengan mengikat benih rumput laut dalam posisi vertikal (tegak lurus) dengan tali yang disusun dalam

Tabel 1. Studi Kasus dalam Implementasi IMTA

Table 1. IMTA Implementation Case Study

Komoditas	Tujuan	Hasil	Sumber
Baronang (<i>Siganus</i> sp.), Kerapu Macan (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>), Rumput Laut (<i>Eucheuma cottonii</i>), Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>), Bawal Bintang (<i>Trachinotus blochii</i>), dan Teripang (<i>Stichopus hermanii</i>).	Evaluasi penerapan <i>Stratified Double Floating Net Cage</i> (SDFNC) atau Keramba Jaring Apung Bulat Bertingkat (KJABB). Lokasi di Karang Lebar, Kepulauan Seribu, Jakarta	Penerapan konsep IMTA dengan menggunakan KJABB yang diintegrasikan dengan teknik biomonitoring merupakan solusi tepat bagi keberlanjutan produksi akuakultur	Putro <i>et al.</i> , 2015
Bandeng (<i>Chanos chanos</i>), Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>), Udang Putih (<i>Penaeus vannamei</i>), Rumput Laut (<i>Gracilaria verucosa</i>), dan Kerang Hijau (<i>Verna viridis</i>).	Memanfaatkan tambak yang rusak akibat abrasi dengan menggunakan <i>Netting Brackish Water Ponds</i> . Lokasi di Kaliwangi, Brebes, Jawa Tengah.	Pemanfaatan tambak yang sudah rusak dengan menggunakan jaring dan menerapkan sistem IMTA terbukti mampu menjaga kualitas air yang berdampak terhadap ketersediaan pakan alami yang dapat mendukung laju pertumbuhan organisme budidaya.	Rejeki <i>et al.</i> , 2016
Rumput laut jenis <i>Kappaphycus alvarezii</i> dan <i>Eucheuma spinosum</i> .	Budidaya metode rawai (<i>longline</i>) pada sistem IMTA. Lokasi di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, NTB	Penggunaan sistem IMTA pada budidaya rumput laut ternyata memberikan keuntungan ekonomi dan ekologi dengan meningkatnya produksi biomasa serta penyerapan nitrogen dan fosfor sehingga mampu memperbaiki kualitas lingkungan.	Yuniarsih <i>et al.</i> , 2014
Lele (<i>Clarias</i> sp.), Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dan tumbuhan mata lele (<i>Lemna perpusilla</i>).	Sistem perikanan terpadu dengan memanfaatkan mata lele sebagai agen fitoremediasi dan pakan alami. Lokasi di Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Bogor	Penerapan sistem IMTA pada perikanan terpadu ikan lele dan ikan nila mampu meningkatkan efisiensi biaya produksi ikan nila hingga 20% dan ikan lele mencapai 30%. Berdasarkan aspek kualitas air, sistem ini mampu mengendalikan masukan limbah nutrient hingga >70% pada budidaya ikan dan mengendalikan TSS mencapai > 85%.	Nidejovi, 2020
Kerapu Macan (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>), Bawal Bintang (<i>Trachinotus blochii</i>) dan Rumput laut (<i>Kappaphycus alvarezii</i>).	Perbandingan laju pertumbuhan rumput laut pada sistem IMTA dan monokultur. Lokasi di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, NTB	Laju pertumbuhan harian rumput laut dengan menggunakan sistem IMTA yang diletakkan di sekitar KJA, memberikan performa sebesar 4,22-6,09%, lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan non-IMTA yang diletakkan dengan jarak 2-3 km dari KJA.	Radiarta & Erlania, 2016
Kerapu Cantang (<i>Epinephelus</i> sp.), Rumput Laut (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) dengan 2 varian yakni Maumere dan Tambalang.	Menganalisis pertumbuhan rumput laut dengan budidaya sistem IMTA dan melihat karakteristik nutrisi di sekitar IMTA. Lokasi di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, NTB	Pertumbuhan rumput laut dengan sistem IMTA jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sistem monokultur dan juga terjadi peningkatan produksi rumput laut sebesar 74% dibandingkan dengan monokultur. Penerapan sistem budidaya IMTA memiliki pengaruh positif bagi pertumbuhan, kualitas perairan, dan juga keberlanjutan budidaya.	Radiarta <i>et al.</i> , 2014



Gambar 1. Konsep Aplikasi SDNRC (Putro *et al.*, 2015)

Figure 1. SDNRC Figure Concept (Putro *et al.*, 2015)

barisan, juga dapat memanfaatkan kolom air untuk membatasi transparansi air. Penanaman akan dilakukan di sepanjang sisi luar KJA. Skema implementasi pada Gambar 1.

Aplikasi keramba bulat apung SDRNC-IMTA yang terintegrasi dengan teknik biomonitoring diyakini sebagai solusi yang tepat menuju praktik akuakultur produktif yang berkelanjutan khususnya dalam upaya peningkatan produktivitas budidaya perikanan yang berkaitan dengan daya dukung lingkungan. Penerapan biomonitoring dalam kegiatan akuakultur merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa kegiatan

budidaya tetap dicermati bahwa langkah-langkah antisipasi terhadap risiko gangguan dapat dikurangi dan diantisipasi lingkungan.

Studi kasus kedua pada pesisir pantai utara Jawa Tengah yang mengalami abrasi cukup parah. Salah satunya di wilayah desa Kaliwlingi (Kabupaten Brebes), di mana 800 ha tambak terendam. Abrasi dapat merusak tanggul di tambak air payau dan tambak tersebut yang dapat mengakibatkan tidak dapat lagi digunakan untuk kegiatan akuakultur. Jaring jebol tanggul tambak seluas 5.000 m² digunakan untuk budidaya semi intensif bandeng, nila, udang vaname,

kerang hijau, dan rumput laut sebagai penerapan konsep IMTA. Studi ini bertujuan untuk mengetahui produksi budidaya tambak yang terdampak abrasi dengan mengukur pertumbuhan ikan bandeng, nila, udang vaname, kerang hijau dan rumput laut berdasarkan konsep IMTA. Hasil studi menunjukkan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR), yaitu ikan bandeng $2,35\% d^{-1}$; nila $3,8\% d^{-1}$ udang vaname $3,75\% d^{-1}$; kerang hijau $2,8\% d^{-1}$, dan rumput laut $4,6\% d^{-1}$. Berdasarkan hasil tersebut kualitas air yang baik dan ketersediaan pakan alami dapat mendukung pertumbuhan biota yang dibudidayakan dengan konsep IMTA.

Pada studi kasus selanjutnya, terkait analisis tingkat penyerapan nitrogen dan fosfor budidaya rumput laut skema IMTA. Rumput laut jenis *K. alvarezii* dan *E. spinosum* dibudidayakan dengan metode rawai (long line). Waktu pemeliharaan selama 45 hari dengan pengamatan rumput laut dan kondisi perairan dilaksanakan per 15 hari. Hasil studi menguraikan adanya perbedaan pada tingkat penyerapan nitrogen dan fosfor pada kedua jenis rumput laut yang dibudidayakan. Total penyerapan nitrogen *K. alvarezii* mencapai 86,95 ton N/ha/tahun atau lebih tinggi 24,6% dibandingkan dengan *E. spinosum* yang mencapai 69,78 ton N/ha/tahun. Sedangkan pada tingkat penyerapan fosfor, *K. alvarezii* mencapai 20,56 ton P/ha/tahun atau lebih tinggi 136,7% dibandingkan dengan *E. spinosum* yang hanya mencapai 8,69 ton P/ha/tahun. Berdasarkan luasan kawasan potensial budidaya rumput laut di lokasi studi, potensi penyerapan nitrogen dan fosfor untuk rumput laut *K. alvarezii* di kawasan ini masing-masing mencapai 27.996,93 ton N/tahun dan 6.619,16 ton P/tahun. Sedangkan untuk *E. spinosum* potensi penyerapan nitrogen dan fosfor masing-masing mencapai 22.470,02 ton N/tahun dan 2.796,82 ton P/tahun. Penerapan budidaya rumput laut skema IMTA secara nyata memberikan keuntungan ekologi dan ekonomi dengan adanya perbaikan kondisi lingkungan budidaya dan peningkatan biomassa.

Studi kasus keempat, pada komoditas ikan yang diintegrasikan dengan lemna sistem IMTA yaitu budidaya lele dan nila. Pada sistem ini, biomassa lemna dapat digunakan untuk pakan tambahan lele sehingga dapat mengurangi biaya pakan 50%, laju pertumbuhan dapat mencapai 5-6%/hari, dengan nilai *survival rate* (SR) > 95%, dan nilai efisiensi pakan atau *feed conversion ratio* (FCR) atau 0,7-1,2. Beban pencemaran dari aktivitas budidaya lele dapat menjadi unsur hara yang mendukung pertumbuhan lemna dengan laju pertumbuhan > 39%/hari, menghasilkan produksi 156 g/m²/hari atau 569 ton BB/Ha/tahun. Budidaya lemna sendiri digunakan sebagai pakan pada budidaya nila, alhasil laju pertumbuhan 1,5-6%/hari,

dengan nilai SR > 95% dan FCR 15-45. IMTA menjadi jawaban pada permasalahan utama bidang perikanan yang meliputi kebutuhan pakan yang tinggi dan harga pakan mahal serta sumber daya air yang semakin terbatas. Melalui konsep ini juga, terjadi peningkatan efisiensi biaya produksi nila hingga 20% dan lele 30%. Lebih lanjut, pada sisi kualitas air dapat mengendalikan masukan limbah nutrisi > 70% pada budidaya ikan dan mengendalikan total suspended solid (TSS) > 85%.

Selanjutnya, untuk studi kasus kelima, model IMTA yang dikembangkan merupakan kombinasi kerapu macan (*E. fuscoguttatus*), bawal bintang (*T. blochii*, Lacepede), dan rumput laut (*K. alvarezii*). Kajian selama 150 hari ini masa pemeliharaan kerapu dan bawal bintang mendapatkan nilai pertumbuhan yang baik, rata-rata bobot akhir kerapu $173,45 \pm 36,61$ g/ekor; dan bawal bintang $161,27 \pm 30,05$ g/ekor. Selama tiga siklus pada pertumbuhan rumput laut menunjukkan bahwa siklus 1 (Juni-Juli) dan siklus 2 (Agustus-September) didapatkan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan siklus ke-3 (Oktober-November). Laju pertumbuhan harian pada biota uji ketiga ini di sekitar KJA ikan dengan nilai 4,22-6,09%/hari. Nilai ini lebih tinggi dengan kontrol (jarak 2-3 km dari KJA ikan) yaitu 3,90%-5,53%/hari. Hasil studi menunjukkan bahwa efektivitas IMTA sejalan dengan peningkatan produktivitas rumput laut, juga sebagai model pengembangan budidaya laut berwawasan lingkungan melalui peningkatan produksi, sistem produksi bersih, dan berkelanjutan.

Studi kasus terakhir pada budidaya ikan laut dalam KJA, di mana biota menghasilkan banyak sisa pakan dan feses. Sisa-sisa pakan dan feses dapat meningkatkan kandungan nutrisi (nitrogen dan fosfat perairan). Pemanfaatan nutrisi tersebut dapat dilakukan melalui budidaya rumput laut di sekitar KJA. Studi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan rumput laut sangat baik yang diintegrasikan dengan KJA. Laju pertumbuhan spesifik berkisar antara 4,26%-4,68%/hari dan 3,90%-4,20%/hari. Secara umum jika dibandingkan dengan monokultur, melalui IMTA didapatkan nilai produksi rumput laut mencapai 74%. Model IMTA sangat relevan dengan Program Ekonomi Biru Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam mendukung pengembangan perikanan budidaya yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian ini, penerapan konsep akuakultur skema IMTA secara nyata memberikan keuntungan ekologi dan ekonomi serta berkelanjutan. Model IMTA sangat relevan dengan Program Prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam mendukung pengembangan Akuakultur Biru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Politeknik Ahli Usaha Perikanan (AUP) dan semua pihak yang telah mendukung dalam penulisan dan penerbitan artikel ilmiah kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliah, R. S. (2018). Keragaman Model Budidaya Perikanan Terintegrasi Multi Tropik di Pantai Utara Karawang, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13 (1), 47-58.
- Arsandi, D., S. Rejeki, R. & Wisnu. (2017). Analisis Kesesuaian Lahan untuk Penerapan Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) melalui Pendekatan SIG di Pesisir Kabupaten Brebes Jawa Tengah. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6 (3), 68-77.
- Chopin, T. (2006). Akuakultur Multi-Trofik Terintegrasi. *North Aquaculture*. 12 (4), 4.
- Dahuri, R. (2012). *Cetak Biru Pembangunan Kelautan dan Perikanan: Menuju Indonesia yang Maju, Adil, Makmur, dan Berdaulat*. Bogor: Roda Bahari.
- FAO. (2009) The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. *FAO of the United Nations*, Roma, xvi + 176 p.
- Hayati, H., I. G. N. P. Dirgayusa, & N. L. H. R. Puspitha. (2018). Laju Pertumbuhan Kerang Abalon *Halitios squamata* melalui Budidaya IMTA (Integrated Multi Trophic Aquaculture) di Pantai Geger, Nusa Dua, Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 4 (2), 253-262.
- Irisarri, J., M. J. Fernandez-Reiriz, U. Labarta, P. J. Cranford, & S. M. C. Robinson. (2015). Availability and Utilization of Waste Fish Feed by Mussels *Mytilus edulis* in a Commercial Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) System: A MultiIndicator Assessment Approach. *Ecological Indicators*, 48 (2015), 673-686.
- KKP. (2020). LKJ Kementerian Kelautan dan Perikanan. www.kkp.go.id
- Nidejovi. (2020). Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA): Budidaya Ikan dan Tumbuhan Air dalam Sistem Perikanan Terpadu. [Online] *Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. <http://limnologi.lipi.go.id/>
- Putro, S. P., Widowati, Suhartana, & F. Muhammad. (2015). The Application of Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) Using Stratified Double Net Rounded Cage (SDFNC) for Aquaculture Sustainability. *International Journal of Science and Engineering*, 9 (2), 85-89.
- Radiarta, I. N. & Erlania. (2016). Performa Komoditas Budidaya Laut pada Sistem Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11 (1), 85-97.
- Radiarta, I. N., Erlina, & K. Sugama. (2014). Budidaya Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* secara Terintegrasi dengan Ikan Kerapu di Teluk Gerupuk Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9 (1), 125-134.
- Rejeki, S., R. S. Ariyati, & L. L. Widowati. (2016). Application of Integrated Multi Tropic Aquaculture Concept in an Abraded Brackish Water Pond. *Jurnal Teknologi*, 78 (4), 227-232.
- Thomas, M., A. Pasquet, J. Aubin, S. Nahon, & T. Lococq. (2020). When More is More: Taking Advantage of Species Diversity to Move Toward Sustainable Aquaculture. *Biological Reviews*, 1-18.
- Triarso, I. & Putro, S. P. (2019). Pengembangan Budidaya Perikanan Produktif Berkelanjutan Sistem IMTA (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture*) (Studi Kasus di Kep. Karimunjawa, Jepara). *Life Science* 8 (2), 192-199
- Widowati, L. L., S. Rejeki, R. W. Ariyati, & R. H. Bosma. (2019). Petunjuk Budidaya Tambak Terpadu (IMTA) Integrated Multi Trophic Aquaculture. Semarang. PASMI. 22 hlm.
- Wong, G., Greenhalgh, T., Westhorp, G., Buckingham, J., & Pawson, R. (2013). RAMESES Publication Standards: Meta narrative Reviews. *Journal of Advanced Nursing*, 69 (5), 987-1004.
- Yuniarsih, E., K. Nirmala, & I. N. Radiarta. (2014). Tingkat Penyerapan Nitrogen dan Fosfor pada Budidaya Rumput Laut Berbasis IMTA (Integrated Multi Trophic Aquaculture) di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9 (3), 487-500.