

Sistem Budidaya Polikultur dan *Integrated Multi Trophic Aquaculture* (IMTA) di Indonesia: Sebuah Ulasan

Polyculture and Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) in Indonesia: A Review

Muhamad Dwi Cahya^{1✉}, Ayi Yustiati², Yuli Andriani²

¹Mahasiswa Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

²Dosen Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung Sumedang, Km. 21 Hegarmanah, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363

✉Correspondent author: muhamad15016@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Polikultur merupakan sistem budidaya yang memelihara lebih dari satu spesies ikan dalam satu wadah budidaya. Penerapan konsep polikultur terus berkembang dengan pesat dan puncaknya pada akhir abad 20, penerapan integrasi pada kegiatan akuakultur menghasilkan sebuah sistem polikultur baru yang berbasis pada integrasi spesies dengan tingkat trofik yang berbeda dan memiliki hubungan mutualistik atau yang lebih dikenal dengan *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Pemanfaatan limbah hasil budidaya spesies utama (*mainly species*) oleh spesies sampingan (*secondary species*), mampu menciptakan sistem budidaya yang seimbang secara ekologis, meningkatkan kualitas perairan, menghilangkan jejak biologis dan memberikan keuntungan ekonomi yang lebih baik dibandingkan dengan sistem budidaya monokultur. Pengetahuan mengenai tingkat trofik, kebiasaan makan, penempatan ruang hidup merupakan hal yang wajib dikuasai agar tidak terjadi persaingan antar spesies yang dapat menyebabkan kegagalan dalam kegiatan polikultur dan IMTA. Berkembangnya ilmu pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai kualitas lingkungan, melahirkan tuntutan agar kegiatan budidaya perikanan dapat lebih ramah lingkungan dan memperhatikan aspek keberlanjutan (*sustainable*). Sistem Polikultur dan IMTA ini merupakan sistem budidaya yang memiliki potensi untuk diaplikasikan karena memenuhi kedua aspek tersebut.

Kata kunci: *polikultur, Integrated Multi Trophic Aquaculture, budidaya terintegrasi, sustainable aquaculture*

Abstract

Polyculture is an aquaculture system that culture more than one species of fish in a single culture pond. The application of the concept of polyculture continues to develop rapidly and at its peak in the late 20th century, the application of integration in aquaculture activities resulted in a new polyculture system based on the integration of species with different trophic levels and having mutualistic relationships or better known as *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Utilization of aquaculture waste from mainly species culture by secondary species is able to create an ecologically balanced aquaculture system, improve water quality, eliminate biological traces and provide better economic benefits compared to monoculture cultivation systems. Knowledge of trophic levels, feeding habits, placement of living space are things that must be mastered so that there is no competition between species that can cause failure in polyculture and IMTA activities. As developing science and public awareness of environmental quality generate a demand for aquaculture activities can be more environmentally friendly and pay attention to aspects of sustainability of aquaculture activity. The Polyculture and IMTA systems are aquaculture systems that have the potential to be applied because they fulfill these two aspects.

Keywords: *polyculture, Integrated Multi Trophic Aquaculture, integrated aquaculture, sustainable aquaculture*

Pendahuluan

Perikanan budidaya berkembang pesat selama sepuluh tahun terakhir, berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2018 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan produksi perikanan budidaya selama 8 tahun terakhir. Produksi sebesar 7,93 juta ton pada tahun 2011 meningkat secara signifikan menjadi 17,24 juta ton pada tahun 2018 (KKP 2018). Peningkatan produksi ini merupakan salah satu pengaruh dari berkembangnya ilmu dan teknologi. Perkembangan teknologi dan ilmu perikanan ternyata berdampak terhadap perkembangan sistem budidaya dan salah satu sistem budidaya yang telah banyak dipakai di masyarakat Indonesia adalah polikultur.

Polikultur merupakan metode budidaya dengan menempatkan beberapa spesies dalam satu wadah budidaya dengan kebiasaan makan berbeda yang bertujuan untuk meminimalisir persaingan interspesifik dan meningkatkan keuntungan produksi (Stickey 2013; Milstein 2005 dalam Aubin *et al.* 2014; Yustiati dkk 2018; Thomas *et al.* 2020). Penerapan sistem polikultur dalam kegiatan budidaya ikan memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi lahan dan pakan, meminimalisir biaya operasional yang digunakan serta memberikan pendampatan tambahan bagi pembudidaya (Zimmerman & New 2000; Tomatala dkk 2019).

Pengetahuan mengenai tingkat trofik, ruang hidup dan kebiasaan makan dari spesies yang akan dibudidayakan menjadi kunci keberhasilan dari sistem polikultur. Tingkat trofik merupakan tahapan transfer makanan dan energi dari kelompok tingkat trofik rendah ke tingkat trofik berikutnya, yang dimulai dari produsen primer, konsumen primer (herbivora), konsumen sekunder, konsumen tersier dan predator (Fatah dan Adjie 2015; Almohdar dan Souisa 2017). Kebiasaan makan ikan juga penting untuk diketahui, agar tidak terjadi perebutan makanan antar spesies yang dibudidayakan (Zimmerman & New 2000; Yustiati dkk. 2018). Penempatan ruang hidup spesies yang berbeda dapat mengurangi kompetisi tempat hidup yang dapat berdampak buruk bagi keberlangsungan hidup spesies budidaya (Thomas *et al.* 2020). Pemeliharaan spesies yang menempati permukaan dan dasar kolam seperti udang galah yang cenderung berada di dasar kolam dan ikan gurame yang menempati badan air.

Semakin berkembangnya ilmu perikanan, maka konsep budidaya polikultur juga mengalami perkembangan. Lahirnya sistem budidaya yang mengintegrasikan berbagai spesies ikan dan non-ikan dengan tingkat trofik yang berbeda dalam satu lingkup budidaya atau yang sering dikenal dengan *Integrated Multi Trophic Aquaculture* merupakan salah satu langkah untuk membangun perikanan budidaya yang berkelanjutan (*sustainable*

aquaculture) serta menerapkan konsep *zero waste* dengan memaksimalkan penggunaan limbah sebagai sumber energi untuk peningkatan biomassa spesies yang dibudidayakan.

Sejarah Polikultur

Secara umum polikultur memiliki arti budidaya dua atau lebih spesies dalam tempat dan waktu yang sama, kombinasi yang dipakai dalam polikultur terdiri dari kombinasi spesies hewan, tumbuhan dan hewan, kombinasi spesies hewan air, atau spesies hewan air dan hewan daratan (Stickney 2000). Sistem polikultur awalnya dikembangkan sebagai sistem pertanian, namun saat ini sudah dipakai juga dalam sistem akuakultur, tujuannya ialah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan yang tersedia dalam kolam dengan memperhatikan tingkat trofik dan kebiasaan makan spesies yang dibudidayakan, sehingga diharapkan pertumbuhan ikan akan mencapai biomassa optimal dengan pemilihan kombinasi spesies yang tepat. (Aubin *et al.* 2014).

Sistem polikultur ini pertama kali dipakai pada Dinasti Tang tahun 618 dengan mengkombinasikan berbagai jenis ikan mas dalam satu wadah budidaya. Setelah mengalami perkembangan yang cukup menjanjikan, para imigran dari China mulai memperkenalkan sistem budidaya ke luar negeri dan negara Korea dan Jepang menjadi tempat pertama dan selanjutnya penyebarannya lebih luas hingga ke Asia Tenggara (Beveridge & Little 2000). Di Indonesia sendiri, kegiatan budidaya dengan sistem polikultur telah digunakan sejak beberapa abad lalu dimana diawali oleh introduksi ikan mas yang dilakukan oleh imigran China. Selanjutnya, ikan mas yang telah berhasil diintroduksi tersebut, dibudidayakan secara tradisional bersamaan dengan beberapa spesies asli rawa-rawa Indonesia seperti Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*), Ikan Tambakan (*Helostoma temmincki*), Ikan Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*), Ikan Tawes (*Barbodes gonionotus*) dan Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) (Edwards *et al.* 1997).

Keuntungan Sistem Polikultur

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang didapatkan dengan menerapkan sistem budidaya polikultur. Secara umum keuntungan dari sistem ini dibagi menjadi 2 yakni:

Manfaat Lingkungan

Kualitas perairan merupakan faktor yang penting dalam menentukan pertumbuhan ikan, kualitas yang buruk dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat menyebabkan kematian pada ikan. Sistem budidaya polikultur merupakan salah satu solusi untuk mencegah hal tersebut, yakni dengan pemberian spesies sampingan (*secondary species*)

yang dapat mengubah limbah hasil buangan spesies utama (*main species*) menjadi produk akhir berupa biomassa spesies tersebut (Zimmerman & New 2001; Rahman *et al.* 2008; Wang & Lu 2015; Thomas *et al.* 2020). Dengan adanya pemanfaatan limbah tersebut, kualitas perairan lebih terjaga dan pertumbuhan ikan akan meningkat. Rahman *et al.* (2008) melakukan penelitian dengan penambahan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dalam kolam budidaya ikan rohu (*Labeo rohita*). Hasilnya didapatkan bahwa pemberian pakan buatan kepada ikan mas mampu meningkatkan konsentrasi N dan P di perairan, meningkatnya konsentrasi bahan organik tersebut dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk meningkatkan populasi dan juga berdampak positif bagi zooplankton yang menjadi makanan favorit bagi ikan rohu. Dengan demikian, pemanfaatan limbah organik dari spesies satu oleh spesies lainnya akan dapat mereduksi dampak lingkungan, meningkatkan keuntungan dan menjaga keberlanjutan serta fungsi ekologis (Wang & Lu 2015; Thomas *et al.* 2020).

Manfaat Ekonomi

Manfaat ekonomi merupakan hal terpenting yang wajib diperhitungkan dari penerapan sistem budidaya. Hal tersebut dikarenakan kegiatan budidaya memiliki tujuan untuk mensejahterakan kehidupan masyarakat. Penerapan sistem budidaya polikultur ternyata memberikan keuntungan yang lebih besar dan biaya yang lebih kecil bila dibandingkan dengan sistem budidaya monokultur. Penelitian lanjutan dilakukan oleh Karsilawati dkk (2020) dengan membandingkan keuntungan sistem budidaya polikultur (ikan bandeng dengan gurame) dan budidaya monokultur (ikan bandeng dan udang vanamei). Hasilnya didapatkan bahwa budidaya polikultur memiliki keuntungan yang lebih besar dibandingkan sistem monokultur ikan bandeng dan/atau udang vanamei. Hal tersebut dikarenakan sistem polikultur memiliki rata-rata keuntungan sebesar Rp. 22.028.854/siklus dengan keuntungan tertinggi mencapai Rp. 44.396.167/siklus. Sementara itu untuk sistem monokultur ikan bandeng rata-rata keuntungan sebesar Rp. 14.708.373/siklus dengan keuntungan tertinggi mencapai Rp. 29.098.333/siklus dan untuk monokultur udang vanamei rata-rata keuntungan hanya Rp. 6.544.655/siklus dengan keuntungan tertinggi sebesar Rp. 6.902.643/siklus. Selain meningkatkan keuntungan, ternyata sistem budidaya polikultur juga lebih sedikit mengeluarkan biaya, dengan sistem polikultur rata-rata biaya total yang dikeluarkan sebesar Rp. 3.802.562/siklus sedangkan sistem monokultur membutuhkan rata-rata biaya total sebesar Rp. 5.352.355/siklus. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa sistem polikultur memiliki keunggulan secara ekonomi yakni keuntungan yang lebih besar dan biaya yang lebih kecil, dibandingkan dengan sistem monokultur.

Penerapan Sistem Polikultur di Indonesia

Sistem budidaya polikultur merupakan salah satu sistem budidaya yang ada di Indonesia sejak beberapa abad yang lalu, dimulai dengan masuknya ikan mas yang merupakan ikan introduksi dari daratan China, yang kemudian dibudidayakan secara tradisional bersamaan dengan spesies asli Indonesia. Selanjutnya, sistem budidaya polikultur ini mengalami banyak modifikasi dan perkembangan. Beberapa bentuk pengembangan budidaya ikan sistem polikultur antara lain adalah longyam, bumina-yumina, akuaponik dan *integrated multi trophic aquaculture* (IMTA, lihat bagian V).

Penerapan sistem polikultur telah lama dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Pada awal penerapannya, polikultur memiliki tujuan untuk mengefisiensikan penggunaan lahan dan mengoptimalkan pendapatan, akan tetapi dengan berkembangnya ilmu pengetahuan khususnya ilmu perikanan, saat ini polikultur juga digunakan sebagai salah satu cara untuk mencegah terjadinya penyebaran penyakit. Hal tersebut dibuktikan dengan penambahan udang galah dalam kolam budidaya ikan gurame yang sering terkena penyakit dan menyerang ikan gurame secara spesifik, hasilnya diketahui bahwa penambahan udang galah memberikan pengaruh yang baik bagi penurunan serangan penyakit terhadap ikan gurame dan berpengaruh positif terhadap peningkatan sintasan ikan sebesar 25% dibanding biasanya. Peningkatan tersebut disebabkan karena udang galah yang ada di dalam kolam mampu menjadi inang non spesifik bagi penyakit, sehingga dapat menghambat penyerangan penyakit ke ikan gurame. Selain itu, karena penyakit ini bersifat spesifik, maka penyakit tidak ditemukan adanya pengaruh terhadap pertumbuhan maupun sintasan udang galah, sehingga diketahui bahwa pemilihan spesies yang tepat dalam sistem budidaya polikultur mampu memberikan solusi bagi penyebaran penyakit spesifik pada ikan gurame (Yustiati dkk 2018).

Longyam merupakan salah satu jenis budidaya dengan mengintegrasikan antara pemeliharaan ayam dan ikan dengan memanfaatkan kotoran ayam sebagai pupuk organik bagi kolam sehingga menumbuhkan pakan alami (Ta'aladin 2012). Sistem budidaya ini mulai berkembang pada akhir abad ke-20, yang ditandai dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap protein hewani yang berasal dari unggas dan ikan. Akan tetapi, saat ini longyam tidak direkomendasikan menjadi pilihan untuk kegiatan budidaya ikan karena buruknya sanitasi dan kualitas perairan yang tidak layak bagi kegiatan budidaya ikan karena konsentrasi amonia di perairan tinggi yang disebabkan oleh kotoran ternak (BPPKP 2013). Selain itu, budidaya ikan dengan sistem longyam ini juga sangat rentan terhadap serangan penyakit dan parasit. Hal tersebut dikarenakan masuknya kotoran dan sisa pakan ternak ke

perairan mampu memperburuk kualitas perairan dan meningkatkan konsentrasi BOD (*Biological Oxygen Demand*), lingkungan yang buruk mampu meningkatkan intensitas serangan penyakit dan parasit pada ikan (Rustikawati dkk 2004).

Akuaponik merupakan sistem budidaya yang mengintegrasikan kegiatan budidaya perikanan dengan tanaman sebagai solusi kegiatan perikanan-pertanian di lahan yang sempit (Zahidah dkk 2018; Andriani *et al.* 2019). Keuntungan dari penerapan akuaponik adalah mampu diterapkan di lahan yang sempit, menghemat penggunaan air serta terbebas dari penggunaan bahan kimia (Sastro 2016). Selain berbagai keunggulan tadi, sistem budidaya ini juga bersifat ramah lingkungan karena air yang memiliki kadar nitrogen tinggi (NH_4 dan NO_3^-) dari hasil kegiatan budidaya ikan akan diserap dan digunakan sebagai pupuk oleh tanaman (Zahidah dkk 2018; Handayani 2018), sehingga pertumbuhan ikan dan tanaman menjadi lebih baik dan kualitas perairan lebih terjaga. Selain itu, sistem akuaponik ini juga akan memberikan keuntungan yang berlebih apabila tanaman yang dipilih merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi. Sampai saat ini, sistem budidaya akuaponik masih menjadi pilihan, hal tersebut didasarkan atas manfaat dan keuntungan baik dari segi produksi, ekonomi maupun ekologi. Lebih lanjut, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jakarta saat ini telah mengembangkan sistem akuaponik menjadi beberapa sistem baru yakni Wolkaponik yang merupakan perpaduan dan modifikasi antara kegiatan budidaya ikan, hidroponik dan *wall gardening* dan Vertiminaponik yang merupakan budidaya ikan dengan tanaman sayuran (didalamnya termasuk bumina-yumina) (Sastro 2016).

Bumina-Yumina merupakan sistem budidaya yang merupakan modifikasi dari sistem akuaponik, bumina-yumina merupakan sistem budidaya yang memadukan antara ikan dengan buah-buahan, tanaman penghasil buah semusim (Bumina) dan ikan dengan sayuran, tanaman penghasil sayur dedaunan (Yumina) (Supendi dkk 2015). Bahkan, dalam beberapa tahun terakhir sistem bumina-yumina ini telah dikembangkan kembali menjadi budidaya ikan dalam ember atau budikdamber yang memadukan antara budidaya ikan dengan tanaman air seperti kangkung (Susetya & Harahap 2018). Keunggulan sistem budidaya ini adalah mampu mengefesiesikan pemanfaatan lahan dan air, mampu meningkatkan keuntungan pembudidaya, ramah lingkungan serta terhindar dari pemakaian bahan kimia karena limbah dari kegiatan budidaya ikan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman (Maulana dkk 2018; Nugroho dkk 2018).

Integrated Multi Trophic Aquaculture

Penerapan konsep polikultur telah berkembang pesat dan puncaknya pada akhir abad 20, penerapan integrasi pada kegiatan akuakultur menghasilkan sebuah sistem polikultur baru yang berbasis pada integrasi spesies dengan tingkat trofik yang berbeda dan memiliki hubungan mutualistik atau yang lebih dikenal dengan *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Sistem IMTA ini memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas area budidaya (Rejeki *et al.* 2016; Putro *et al.* 2019; Thomas *et al.* 2020).

Integrated Multi-trophic Aquaculture atau yang biasa disebut dengan IMTA merupakan sebuah konsep budidaya polikultur yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Yudiasuti dkk 2018), konsep ini mengintegrasikan berbagai spesies dengan tingkat trofik berbeda pada satu wadah budidaya untuk meningkatkan nilai efisiensi dan produktivitas akuakultur (Rejeki 2016). Pemanfaatan limbah oleh spesies dengan tingkat trofik rendah yang mampu menyerap dan mengekstraksi bahan organik (seperti kerang, timun laut dan landak laut) dan juga bahan anorganik (seperti rumput laut), bertujuan untuk memberikan dampak positif dengan mengurangi pencemaran yang dilepaskan ke lingkungan serta mengurangi dampak ekologis yang dihasilkan dari kegiatan budidaya (Aliah 2012; Irisarri *et al.* 2015; Hayati dkk 2018; Triarso & Putro 2019). Sistem IMTA di Indonesia saat ini telah dimanfaatkan di beberapa wilayah seperti Kepulauan Seribu, Brebes, Lombok, Sulawesi Tenggara (Yuniarsih dkk 2014; Putro dkk 2015, Rejeki dkk 2015; Sriani dkk 2016) dengan menggunakan Karamba Jaring Apung Bulat Bertingkat (KJABB).

IMTA memiliki berbagai keunggulan diantaranya kualitas lingkungan lebih terjaga dengan konsep *zero waste* karena pemanfaatan limbah oleh spesies lain, mampu meningkatkan produksi, meningkatkan laju pertumbuhan spesies dan berpotensi meningkatkan keuntungan ekonomi (Yuniarsih 2014; Arsandi dkk 2017; Widowati dkk 2019). Lebih lanjut, terdapat beberapa penelitian mengenai penerapan konsep IMTA (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture*) di Indonesia pada tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Penerapan IMTA di Indonesia

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</i>)	Evaluasi penerapan <i>Stratified Double Floating Net Cage</i> (SDFNC) atau Karamba 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 dkk (2015)

blochii) dan Teripang
(*Stichopus hermanii*).

Bandeng (<i>Chanos chanos</i>), Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>), Udang Putih (<i>Pennaeus vanamae</i>), Rumput laut (<i>Gracillaria 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 dkk (2016)
Induk Kerang abalon (<i>Haliotis asinina</i>)	Perbandingan sistem IMTA dan <i>Raceway</i> . Lokasi di Soropia, Konawe, Sulawesi Tenggara.	Penerapan sistem IMTA terbukti memberikan hasil terbaik pada tingkat kematangan gonad dan sintasan. Persentase kematangan gonad tertinggi pada induk abalon terdapat pada sistem IMTA (88,75%) dibandingkan sistem <i>Raceway</i> (68,75%); sintasan terbaik terdapat pada sistem IMTA (100%) sedangkan sistem <i>Raceway</i> (73,75%).	Sriani dkk (2016)
Rumput laut jenis <i>Kappaphycus alvarezii</i> dan <i>Eucaema spinosum</i>	Budidaya metode rawai (<i>longline</i>) pada sistem IMTA. Lokasi di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat	Penggunaan sistem IMTA pada budidaya rumput laut ternyata memberikan keuntungan ekonomi dan ekologi dengan meningkatnya produksi biomasa dan penyerapan nitrogen dan fosfor sehingga mampu memperbaiki kualitas lingkungan.	Yuniarsih dkk (2014)
Lele (<i>Clarias</i> sp.), Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dan Tumbuhan mata lele (<i>Lemna perpusilla</i>).	Sistem perikanan terpadu dengan memanfaatkan Lemna 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 nutrisi hingga > 70% pada	Nidejovi (2020)

		budidaya ikan dan mengendalikan <i>total suspended solid</i> (TSS) mencapai > 85%.	
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, Nusa Tenggara Barat.	Laju pertumbuhan harian rumput laut dengan menggunakan sistem IMTA yang diletakkan disekitar 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 dan Erlania (2016)
Baronang (<i>Siganus sp.</i>) dan Rumput laut (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	Perbandingan sistem IMTA dengan monokultur. Lokasi di Selat Zhonegat, Banda Naira, Maluku.	Performa budidaya pada sistem IMTA yang dilihat dari segi pemanfaatan lahan, hasil produksi dan kondisi perairan lebih baik dibandingkan sistem monokultur. Selain itu, dengan penerapan budidaya sistem IMTA tidak terjadi kerusakan terumbu karang pada dasar perairan sehingga mampu mendukung sektor pariwisata melalui pengembangan wisata bahari di Kepulauan Banda, Maluku Tengah.	Saimima dkk (2020)
Lele (<i>Clarias gariepinus</i>) dan Cacing sutera (<i>Tubifex sp.</i>)	Budidaya ikan lele superintensif dengan konsep IMTA. Lokasi di Boyolali.	Penerapan sistem ini memiliki keunggulan nilai ekonomis dengan meningkatkan efisiensi budidaya, serta mengurangi buangan limbah organik budidaya dengan pemanfaatan yang optimal oleh cacing sutera. Akan tetapi, sistem ini belum banyak dilakukan oleh pembudidaya.	Hastuti dkk (2016)
Bawal bintang (<i>Trachinotus blochii</i>), Rumput laut (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) dan Abalon (<i>Haliotis asinina</i>)	Menguji kualitas air dan sebaran nutrien di sekitar KJA dengan sistem IMTA. Lokasi di Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat.	Analisis WQI (<i>Water Quality Index</i>), mengindikasikan bahwa kondisi perairan masuk kategori sedang-baik. Kegiatan budidaya sistem	Radiarta dan Erlina (2015)

		IMTA dengan KJA mampu memberikan pengkayaan nutrisi perairan dan juga menjaga kualitas perairan sehingga mampu mendukung keberlanjutan budidaya laut.	
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	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 dkk (2014)

Penerapan sistem budidaya Polikultur dan IMTA di Indonesia, mampu mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan seperti yang tertera pada konsep *blue economy* dan *sustainable development goal*. Kedua konsep pembangunan ekonomi berkelanjutan tersebut memaksimalkan pemanfaatan prinsip ekologi, ekonomi dan lingkungan untuk mendukung struktur dan pola pembangunan ekonomi masyarakat (Nurhayati 2013; Radiarta dkk 2015; Prayuda dan Sary 2019). Hal tersebut dikarenakan pada sistem polikultur dan IMTA ini, limbah hasil buangan spesies utama dimanfaatkan oleh spesies sampingan untuk meningkatkan biomassa, yang menjadikan kualitas lingkungan lebih terjaga akibat adanya penurunan buangan limbah pencemar ke lingkungan serta memberikan keuntungan berlipat dengan adanya spesies lain yang juga memiliki nilai ekonomi (Prayuda dan Sary 2019). Dengan demikian, penerapan sistem budidaya polikultur dan *integrated multi trophic aquaculture* pada masyarakat luas akan memberikan perubahan paradigma dan perilaku masyarakat agar dapat bersama-sama menjaga kualitas lingkungan dan sumberdayanya serta memastikan kelestarian dan keberlanjutannya bagi generasi yang akan datang.

Kesimpulan

Budidaya sistem polikultur dan *integrated multi trophic aquaculture* merupakan sistem budidaya yang menempatkan lebih dari satu spesies dengan tingkat trofik yang berbeda pada satu wadah budidaya. Penerapan sistem budidaya yang terintegrasi antar

spesies ini memberikan keuntungan yang berlimpah dari segi ekonomi maupun lingkungan, karena limbah budidaya spesies utama dijadikan sebagai energi untuk memproduksi biomassa spesies sampingan sehingga akan mengurangi buangan limbah ke lingkungan. Lebih lanjut, sistem budidaya polikultur dan IMTA ini merupakan sistem budidaya yang mendukung tercapainya konsep *blue economy* dan *sustainable development goal* yang saat ini sedang digaungkan oleh Pemerintah Republik Indonesia.

Persantunan

Ucapan terima kasih terbesar penulis berikan kepada Dr. Ir. Ayi Yustiati, M.Sc. dan Dr. Yuli Andriani, S.Pi., M.P. yang telah membimbing penulis serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pembuatan *paper review* ini.

Daftar Pustaka

- Aliah, R.S. 2018. Keragaan Model Budidaya Perikanan Terintegrasi Multi Tropik di Pantai Utara Karawang, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13 (1) : 47-58.
- Almohdar, E., F.N.J. Souisa. 2017. Komposisi Jenis dan Tingkat Trofik (*Trophic Level*) Hasil Tangkapan Bagan di Perairan Desa Ohoilir, Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1 (2) : 165-173.
- Andriani, Y., Zahidah, Y. Dhahiyat, H. Hamdani, R. Dewi. 2019. Performace of Lettuce and Water Spinach in Koi Fish-based Aquaponics System. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 3 (4) : 1-7.
- 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.
- Aubin, J., A. Baruthio, R. Mungkung, J. Lazard. 2014. Environmental Performance of Brackish Water Polyculture System from a Life Cycle Perspective : a Filipino Case Study. *Aquaculture*, 435 (2015) : 217-227.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan (BPPKP). 2013. *Rekomendasi Teknologi Kelautan dan Perikanan 2013*. Jakarta. KKP. 372 hlm.
- Beveridge, M. C., & Little, D. C. 2002. The history of aquaculture in traditional societies. *Ecological aquaculture. The evolution of the Blue Revolution*, 3-29.
- Edwards, P., D.C. Little, A. Yakupitiyage. 1997. A Comparisson of Traditional and Modified Inland Artisanal Aquaculture Systems. *Aquaculture research*, 28 (1997) : 777-788.
- Fatah, K., S. Adjie. 2015. Struktur Tingkat Trofik Komunitas Ikan di Waduk Wadaslintang Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. *Bawal*, 7 (3) : 155-163.
- Handayani, L. 2018. *Pemanfaatan Lahan Sempit dengan Sistem Budidaya Aquaponik*. Dalam Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian 2018. Medan, Indonesia, 15 Februari 2018 (pp. 118-126).
- Hastuti, S., Subandiyono, Sarjito. 2016. Performa Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*, Burchel) yang Dibudidayakan secara Superintensif melalui Aplikasi Sistem IMTA dengan Cacing *Tubifex* di Boyolali. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 12 (1) : 30-34.
- 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. Avaibility and Utilization of Waste Fish Feed by Mussels *Mytilus edulis* in a Commercial Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) System: A Multi-Indicator Assessment Approach. *Ecological Indicators*, 48 (2015) : 673-686.
- Karsilawati, W.O.K., Nurdiana A, W.O. Piliana. 2020. Analisis Komparatif Keuntungan Usaha Budidaya Tambak Monokultur dan Polikultur di Desa Passare Apua Kecamatan Lantari Jaya Kabupaten Bombana. *Jurnal Sosial Ekonomi Perikanan FPIK UHO*, 5 (3) : 161-169.

- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. *Kelautan dan Perikanan dalam Angka tahun 2018*. Jakarta. Pusat Data dan Statistik KKP, pp 384.
- Maulana, M.R., Supendi, S. Fajar. 2018. Sintasan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) yang Dipelihara pada Sistem Yumina dan Bumina. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 16 (2) : 97-99.
- 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/newsdetail.php?id=1019#:~:text=Integrated%20Multi%20Trophic%20Aquaculture%20\(IMTA\)%20merupakan%20metode%20pemanfaatan%20sistem%20perikanan,diversifikasi%20produk%20sekaligus%20ramah%20lingkungan](http://limnologi.lipi.go.id/newsdetail.php?id=1019#:~:text=Integrated%20Multi%20Trophic%20Aquaculture%20(IMTA)%20merupakan%20metode%20pemanfaatan%20sistem%20perikanan,diversifikasi%20produk%20sekaligus%20ramah%20lingkungan)) , [diakses: 20 April 2021].
- Nugroho, T.A., Tibyani, R.R.M. Putri. 2018. Kontrol Ketinggian Air pada Budidaya Ikan dan Tanaman Yumina Bumina Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2 (7) : 2730-2737.
- Nurhayati, S. 2013 “Blue and Economy Policy” and Their Impact to Indonesian Community Welfare. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 12 (1) : 37-42.
- Prayuda, R., D.V. Sary. 2019. Strategi Indonesia dalam Implementasi Konsep *Blue Economy* terhadap Pemberdayaan Masyarakat Pesisir di Era Masyarakat Ekonomi Asean. *Indonesian Journal of International Relations*, 3 (2) : 46-64.
- Putro, S.P., Widowati, Suhartana, F. Muhammad. 2019. 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, J. Haryadi. 2015. Analisis Pengembangan Perikanan Budidaya Berbasis Ekonomi Biru dengan Pendekatan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Perikanan*, 10 (1) : 47-59.
- 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.
- Radiarta, I N., Erlina. 2015. Indeks Kualitas Air dan Sebaran Nutrien Sekitar Budidaya Laut Terintegrasi di Perairan Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat: Aspek Penting Budidaya Rumput Laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10 (1) : 141-152.
- Rahman, M.M., L.A.J. Nagelkerke, M.C.J. Verdegem, M.A. Wahab, J.A.J. Verreth. 2008. Relationship Among Water Quallity, Food Resources, Fish Diet and Fish Growth in Polyculture Ponds: A Multivariate Approach. *Aquaculture*, 275 (2008) : 108-115.
- Rejeki, S., R.S. Ariyati, L.L. Widowati. 2016. Application of Integrated Multi Tropic Aquaculture Consept in an Abraded Brackish Water Pond. *Jurnal Teknologi*, 78 (4) : 227-232.
- Rustikawati, I., R. Rostika, D. Iriana, E. Herlina. 2004. Intensitas dan Prevalensi Ektoparasit pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) yang Berasal dari Kolam Tradisional dan Longyam di Desa Sukamulya Kecamatan Singaparna Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 3 (3) : 33-39.

- Saimima, A., A.P. Basir, T. Marjud, A. Wasman. 2020. Penerapan Sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) untuk Peningkatan Performa Komoditas Budidaya Laut dan Kualitas Lingkungan Perairan di Kepulauan Banda Naira, Maluku. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Masyarakat Pesisir*, 6 (2) : 19-28.
- Sastro, Y. 2016. *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. Jakarta. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 108 hlm.
- Sriani, I.J. Effendy, A. Rahman. 2016. Perbandingan Persentase Matang Gonad Induk Abalon (*Haliotis asinina*) yang Dipelihara pada Sistem IMTA (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture*) dan Sistem Raceway. *Media Akuatika*, 1 (4) : 224-233.
- Stickney R.R. 2013. Polyculture in Aquaculture. *Sustainable Food Production*, 1366-1368. Springer, New York.
- Supendi, M.R. Maulana, S. Fajar. 2015. Teknik Budidaya Yumina-Bumina Sistem Aliran Atas di Bak Terpal. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 13 (1) : 5-9.
- Susetya, I.E., Z.A. Harahap. 2018. Aplikasi Budikdamber (Budidaya Ikan dalam Ember) untuk Keterbatasan Lahan Budidaya di Kota Medan. *Abdimas Talenta*, 3 (2) : 416-420.
- Ta'aladin, Z. 2012. Analisis Usaha Budidaya Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) secara Terpadu dengan Ayam (Long-yam) di Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Agrisepe*, 11 (2) : 262-269.
- 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.
- Tomatala, P., P.P. Letsoin, E.M.Y. Kadmaer. 2019. Efektivitas Pemeliharaan Teripang Pasir, *Holothuria scabra* dan Rumput Laut, *Gracilaria* sp. dengan Sistem Polikultur. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7 (1) : 266-273.
- Triarso, I., S.P. Putro. 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.
- Yudiastuti, K., I G.B.S. Dharma, N.L.P.R. Puspitha. 2018. Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Gracillaria* sp. melalui Budidaya IMTA (*Integrated Multi Trophic Aquaculture*) di Pantai Geger, Nusa Dua, Kabupaten Badung, Bali. *Journal of Marine Aquatic Sciences*, 4 (2) : 191-203.
- 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.
- Yustiati, A., T. Herawati, W. Lili, A. Nurhayati, Rosidah, I.B.B. Suryadi. 2018. Budidaya Polikultur Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2 (1) : 44-46.
- Zahidah, Y. Andriani, Y. Dhahiyat, I. Nurruhwati, A. Sahidin, H. Hamdani, S.M. Victoria. 2018. Inorganic Nitrogen Absorption in the Aquaponic Farming of Sangkurian Catfish *Clarias gariepinus* at uneven Retention Periods. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 17 (2) : 130-136.
- Zimmermann, S., & New, M. B. 2000. Grow-out systems polyculture and integrated culture. *Freshwater prawn farming: The farming of Macrobrachium rosenbergii. England: Blackwell Science*, 187-202.