

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

e-mail: jkpi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL KEBIJAKAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 14 Nomor 2 November 2022

p-ISSN: 1979-6366

e-ISSN: 2502-6550

Nomor Akreditasi Kementerian RISTEK-BRIN: 85/M/KPT/2020



PEMANFAATAN SUMBERDAYA KELAUTAN DAN PERIKANAN MELALUI BUDIDAYA PERIKANAN BERKELANJUTAN MENUJU MASYARAKAT PEMBUDIDAYA 5.0

UTILIZATION OF MARINE AND FISHERY RESOURCES THROUGH SUSTAINABLE AQUACULTURE FOR THE NATION'S WELFARE TOWARDS A COMMUNITY OF 5.0

Estu Nugroho^{*1}, Raden Roro Sri Pudji Sinarni Dewi², Aisyah³, Tri Handanari³ dan Muhammad Natsir¹

¹Pusat Riset Perikanan, BRIN Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong, Bogor

²Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Jl. Sempur No.1 Sempur, Bogor

³Pusat riset Perikanan, Gedung BRSDMKP II, Jl. Pasir Putih 2, Ancol Timur, Jakarta Utara

Teregistrasi I tanggal: 4 Oktober 2021; Diterima setelah perbaikan tanggal: 15 September 2022;

Disetujui terbit tanggal: 19 September 2022

ABSTRAK

Era Society 5.0 merupakan kelanjutan dari era Industry 4.0. Indonesia, khususnya sub bidang perikanan budidaya dituntut untuk melakukan berbagai upaya dalam menyambut dan menghadapi perkembangan masyarakat dunia. Berbasis teknologi budidaya yang sudah dikembangkan saat ini dan kesiapan Sumber Daya Manusia yang menerapkan teknologi tersebut diharapkan tercipta kondisi yang dapat mendorong pemanfaatan sumber daya kelautan dan perikanan secara berkelanjutan sehingga tercapai kesejahteraan bangsa melalui masyarakat pembudidaya 5.0. Kajian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari berbagai sumber atau literatur. Data kemudian dianalisis secara mendalam menggunakan model rasional yaitu analisis secara logis dan step-by-step. Kajian menghasilkan berbagai hal yang perlu mendapat perhatian untuk menuju perikanan budidaya yang berkelanjutan adalah mempersiapkan konsep masyarakat pembudidaya 5.0 secara nasional, mengatasi persoalan yang dihadapi dalam tingkat produktivitas dan efisiensi, melakukan persiapan tindakan untuk mendukung terciptanya masyarakat pembudidaya 5.0, dan inisiatif yang dapat dilakukan dalam industri budidaya ikan.

Kata Kunci: Kebijakan; Budidaya; Masyarakat 5,0; Inisiatif; Berkelanjutan

ABSTRACT

The Society 5.0 era is a continuation of the Industry 4.0 era. Indonesia, especially the aquaculture sub-sector, must make various efforts to welcome and face the development of the world community. Based on aquaculture technology that has been developed at this time and the readiness of human resources to apply this technology, it is hoped that conditions will be created that can encourage the sustainable use of marine and fisheries resources so that the welfare of the nation can be achieved through the aquaculture-community 5.0. Secondary data from various sources or literature is used in this study. The data were thoroughly examined using a rational model, specifically a logical and step-by-step analysis. The study resulted in various things that need attention to achieve sustainable aquaculture, namely preparing the concept of a 5.0 community nationally, overcoming the problems faced in the level of productivity and efficiency, preparing to support the creation of an aquaculture-community 5.0, and initiatives that can be taken in the aquaculture industry.

Keywords: Policy; Aquaculture; Community 5.0; Initiatives; Sustainable

Korespondensi penulis:

e-mail: engroho@yahoo.com

PENDAHULUAN

Saat ini kita tengah memasuki era reformasi yang hebat dimana ilmu pengetahuan berbasis pada internet (*Internet of Things*), kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan otomatisasi / robot telah merubah secara drastis struktur industri dan ekonomi yang ada dan dikenal sebagai *Industry 4.0* yang diinisiasi oleh negara Jerman (Kagermann *et al.*, 2011). Namun terdapat kekhawatiran bahwa manusia bisa menjadi objek dari teknologi yang sedang dikembangkan. Hal ini mendorong negara Jepang mengusulkan suatu konsep yang merupakan penyatuan antara dunia *cyber* dan *physical* yang dikenal sebagai *Society 5.0* atau Masyarakat 5,0. Dunia fisik dihubungkan ke dunia maya menggunakan *big data* yang dikumpulkan dengan alat yang dilengkapi sensor. Data dianalisis dengan *Artificial Intelligence*. Selanjutnya hasil analisa diterapkan secara otomatis menggunakan mesin, robot, dan printer 3 dimensi (Keidanren, 2017).

Indonesia, khususnya sub bidang perikanan budidaya, juga tengah mengalami transformasi agar menjadi bidang usaha yang menguntungkan dan berkesinambungan. Isu utama yang diangkat adalah mengenai produktivitas dan daya saing/efisiensi. Persaingan perdagangan global yang semakin ketat, membuat produk perikanan budidaya harus berdaya saing tinggi (Asche *et al.*, 2008; Bostock *et al.*, 2010). Sedangkan produktivitas dan daya saing tinggi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan input teknologi yang efisien, mutu produk yang terjamin, rantai sistem produksi yang efisien dari hulu hingga hilir dan sumberdaya manusia yang kompeten (DJPB, 2018). Solusi yang inovatif dan praktis, dengan mengandalkan input teknologi yang beragam dan pendekatan manajemen berbasis pasar dirancang untuk teknologi budidaya yang ramah lingkungan, yang pada akhirnya menjadi dasar untuk solusi jangka panjang di masa depan (Sampantamit *et al.*, 2020). Perbaikan perencanaan dan pengelolaan secara signifikan pun diperlukan untuk menjamin keberlanjutan peningkatan produksi budidaya (Salin & Ataguba, 2018).

Teknologi digital termasuk dalam otomatisasi teknologi budidaya ikan mulai dikembangkan di Indonesia, namun penggunaannya masih perlu disempurnakan karena adanya permasalahan yang dihadapi, karena penyediaan teknologi harus dibarengi dengan komponen lain seperti sumber daya manusianya. Kondisi ini menjadi tantangan yang cukup besar bagi Indonesia pada sub bidang perikanan budidaya, terutama dalam mempersiapkan dan mewujudkan masyarakat pembudidaya 5,0. Kajian ini dilakukan sebagai cikal bakal menemukan

solusi untuk masalah yang muncul di dalam budidaya perikanan pada Masyarakat 5,0 di Indonesia. Tujuan dilakukannya kajian ini yaitu untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan mengenai konsep, masalah yang harus ditangani, tindakan yang harus dilakukan, dan inisiatif industri budidaya di Indonesia menuju Masyarakat 5,0.

METODE

Menurut Anderson (1984), jenis studi yang dilakukan dapat dikategorikan dalam kebijakan substantif yaitu mengenai upaya pemerintah untuk mempersiapkan masyarakat pembudidaya dalam menyikapi era *Society 5.0* melalui pemanfaatan sumberdaya kelautan dan perikanan secara berkelanjutan. Data-data yang digunakan adalah berupa data sekunder yang berasal dari berbagai sumber atau literatur. Data dianalisis secara mendalam menggunakan model rasional yaitu analisis secara logis dan *step-by-step* (Pusaka, 2015).

BAHASAN

Perkembangan Perikanan Budidaya di Indonesia

Di Indonesia, perikanan budidaya menjadi usaha yang diandalkan di dalam menggerakkan roda perekonomian. Selain sebagai penghasil devisa melalui komoditas ekspor, perikanan (dalam hal ini sebagai salah satu sumber protein hewani) juga dapat digunakan dalam program ketahanan pangan dan mengatasi masalah *stunting* (HLPE, 2014; Kadir, 2021). Salah satu program kerja prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang merupakan turunan dari program prioritas Indonesia Maju Presiden RI Joko Widodo adalah pengembangan sub sektor budidaya. Produksi akuakultur Indonesia meningkat dari 14,7 juta ton pada tahun 2014 menjadi 17,25 juta ton pada Tahun 2018. KKP telah menargetkan peningkatan produksi pada tahun 2020 sebesar 18,44 juta ton (7,45 juta ton, non rumput laut) menjadi 22,65 juta ton (10,32 juta ton, non rumput laut) pada tahun 2024 (KKP, 2019).

Pada tahun 2021, KKP telah merencanakan kenaikan produksi perikanan budidaya secara simultan hingga tahun 2024 melalui program peningkatan produktivitas dan efisiensi komoditas ekspor seperti udang, lobster, dan rumput laut. Selain itu peningkatan produktivitas dan efisiensi juga dilakukan melalui pembuatan kampung-kampung perikanan budidaya secara terpadu dari hulu hingga hilir agar usaha dapat berkesinambungan. Budidaya ikan lokal juga dijadikan salah satu pendongkrak untuk peningkatan produksi perikanan budidaya (Nugroho *et al.*, 2012; Muslim *et al.*, 2020). Program-program

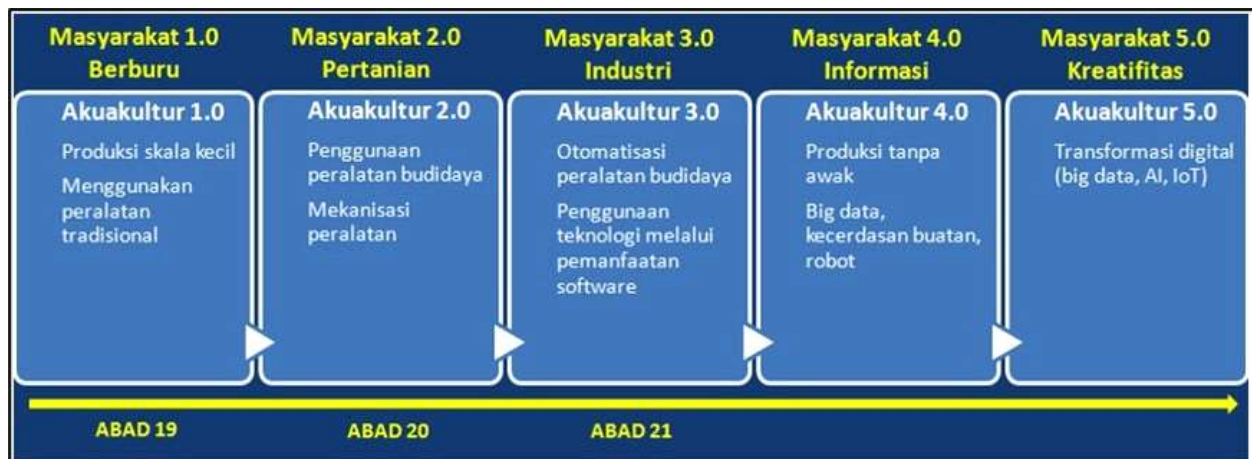
di atas didukung dengan fasilitasi program pakan mandiri dan pengendalian penyakit dan lingkungan (DJPB, 2021).

Era Industri 4.0 pada Perikanan Budidaya di Indonesia

Perkembangan perikanan budidaya di Indonesia telah menunjukkan hasil yang cukup menjanjikan. Di dalam perkembangannya, terjadi pergeseran dari budidaya secara tradisional ke arah modernisasi, walaupun belum sepenuhnya konsep modern diterapkan di Indonesia. Dalam pengertian

modernisasi, efisiensi menjadi pembatas jelas (Rajee & Quigley, 2017), contohnya dengan luas lahan yang sama dapat dihasilkan jumlah produksi yang lebih besar.

Budidaya 4.0 terkait erat dengan teknologi budidaya secara intensif (Fore, 2019), di dalamnya termasuk upaya meningkatkan akurasi, presisi, dan pengulangan dalam proses budidaya, pemantauan yang terotomatisasi, keterlibatan komputerisasi dalam pengumpulan dan analisis data, penggunaan algoritma computer untuk memecahkan masalah, serta meminimalisasi ketergantungan pada tenaga kerja manual (Gambar 1).



Gambar 1. Perkembangan budidaya generasi 1.0 sampai 5.0.

Figure 1. Development of aquaculture generation of 1.0 to 5.0.

Contoh penerapannya di Indonesia adalah dalam bentuk penggunaan teknologi intensif yang inovatif dan adaptif pada budidaya vaname. Teknologi tersebut juga dilengkapi sarana-prasarana yang memadai termasuk instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sehingga mampu meningkatkan produktivitas dari <1 ton/ ha/ tahun pada tambak tradisional menjadi 40 ton/ha/ tahun (DJPB, 2021).

Budidaya udang di Indonesia juga tengah memasuki era industri 4.0, teknologi budidaya udang dengan kolam bundar yang dilengkapi berbagai peralatan yang otomatis serta berbasis data terus diuji coba. Teknologi ini akan diterapkan pada suatu kawasan dari aspek hulu hingga hilir yang dikenal sebagai *Millennial Shrimp Farm* dengan tingkat produktivitas pada udang vaname sebesar 20 ton/ha/ siklus (DJPB, 2021).

Selain itu, budidaya ikan air tawar juga telah menunjukkan terobosan dalam penerapan teknologi. Aplikasi teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) dan bioflok mempunyai potensi yang dapat digunakan dalam pengembangan berbasis Industri 4.0. Kelengkapan alat dan sensor yang dapat memantau kualitas air dan perkembangan kehidupan

ikan serta sarana panen otomatis hingga transportasi dengan konsep *direct human-hand less* sedang dilakukan penyempurnaannya. Teknologi bioflok pada ikan nila mempunyai tingkat produktivitas rata-rata 14,42 kg/m³ (Nugroho et al., 2020).

Budidaya keramba jaring apung (KJA) dalam beberapa tahun terakhir lebih diarahkan untuk kegiatan industri di lepas pantai (*offshore*) dimana hambatan sosial dan perizinannya lebih sedikit. Berbagai langkah dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan protein hewani secara global dari industri lepas pantai (Gentry et al., 2017). Perkembangan teknologi budidaya ikan laut di Indonesia tergolong baru diinisiasi. Penggunaan KJA berbentuk bulat telah dicoba sejak satu dekade terakhir. Aplikasi teknologi ini dilakukan pada beberapa komoditas diantaranya adalah ikan kakap putih dan ikan tuna. Pemilihan lokasi yang tepat dengan sifat gelombang laut yang optimal merupakan suatu tantangan yang memerlukan solusi tersendiri. Komoditas lainnya yang dikembangkan adalah rumput laut dan lobster pasir. Teknologi kebun bibit rumput laut berbasis kultur jaringan merupakan salah satu yang potensial untuk dilakukan otomatisasi hingga tahapan pasca panen dan pengolahan bahan sisa sebagai pengganti biji

plastik. Sedangkan, penggunaan rumah lobster sebagai wadah budidaya masih perlu dikembangkan dengan melengkapi berbagai fitur alat sensor yang dibutuhkan. Selain teknologi, di era ini aspek sumber daya manusia pelaku budidaya juga mulai dipersiapkan. Dimensi sumberdaya manusia mempunyai peranan penting dalam pengembangan suatu sentra budidaya (Nugroho *et al.*, 2017). Salah satu diantaranya adalah penyuluh. Penyuluh sebagai ujung tombak pemerintah dalam mensosialisasikan dan melakukan pendampingan pelaksanaan program-program yang direncanakan pada perikanan budidaya, telah dibekali ilmu pengetahuan dan pendidikan yang berbasis vokasi. Kondisi ini diharapkan dapat menyokong perkembangan teknologi budidaya di Indonesia.

Kondisi Perikanan Budidaya dan Masyarakat Pembudidaya yang Ditargetkan

Perikanan budidaya adalah salah satu sektor penghasil pangan dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ikan merupakan sumber protein hewani, mikronutrien, dan vitamin yang sangat baik (Thilsted *et al.*, 2016). Perkembangan perikanan budidaya secara signifikan meningkat pada periode 30 tahun terakhir (FAO, 2022). Persentase pertumbuhan produksi tahunan budidaya dunia terus mengalami peningkatan, dari 18% tahun 1990 hingga mencapai 34% pada periode 2010. Tercatat peningkatan produksi dari 71,5 juta ton pada tahun 2010 menjadi 87,5 juta ton pada tahun 2020. Prediksi produksi ikan dunia akan meningkat pada tahun 2030 hingga mencapai 186 juta ton, dan sebanyak 50,2 persennya akan dipasok dari produksi budidaya (FAO, 2020). Upaya peningkatan produksi perikanan budidaya tidak hanya difokuskan pada perbaikan teknologi tetapi juga upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Boyd *et al.*, 2020). Hal tersebut merupakan bagian dari industri 4.0 dari sisi *precision aquaculture*, dimana implementasi teknik digital dituang dalam kegiatan monitoring dan optimasi system budidaya (Fore, 2019).

Indonesia menargetkan tiga komoditas utama untuk ekspor, meliputi udang, rumput laut dan lobster. Target produksi perikanan budidaya pada tahun 2021 hingga 2024 adalah dari 18,730 juta ton yang terdiri dari 7,925 juta ton ikan dan 10,805 juta ton rumput laut menjadi 23,251 juta ton dengan komposisi 10,799 juta ton ikan dan 12,452 juta ton rumput laut (DJPB, 2021). Target produksi udang dicanangkan sebesar 1,257 juta ton (2021) menjadi 2,0 juta ton pada tahun 2024. Sedangkan produksi lobster dicanangkan pada tahun 2021 adalah 5.480 ton dinaikkan menjadi

22.655 ton pada tahun 2024. Produksi ikan hias dipatok 1,98 miliar ekor (2021) dan 2,33 miliar ekor dari berbagai jenis ikan hias.

Target nilai tukar pembudidaya yang sudah ditetapkan adalah 101% pada tahun 2021 dan meningkat menjadi 105%, yang berarti pembudidaya dapat layak kehidupannya dibiayai oleh usahanya dalam berbudidaya ikan. Target Penerimaan Negara Bukan Pajak pada sub bidang perikanan budidaya yang telah direncanakan adalah Rp. 19,9 miliar pada tahun 2021 dan Rp139,4 miliar pada tahun 2024. Jumlah pembudidaya yang terlibat langsung dan yang tidak langsung dalam usaha pembudidaya diestimasi adalah 50.215 dan 200.860 orang pada tahun 2021 diharapkan pada tahun 2024 menjadi 116.840 orang terlibat langsung dan 467.360 orang yang terlibat secara tidak langsung.

Kondisi yang dicita-citakan di atas dapat dijadikan dasar dan acuan untuk menyongsong dan berpartisipasi aktif dalam perkembangan perikanan budidaya dalam era masyarakat pembudidaya 5,0. Hal yang perlu mendapat perhatian lebih lanjut adalah adanya potensi berkurangnya pekerjaan, baik yang berkaitan langsung maupun tidak langsung dengan pembudidaya dalam berbisnis ikan yang disebabkan oleh otomatisasi, digitalisasi dan kapitalisasi misalnya tentang tenaga pemberi pakan ikan, tenaga panen maupun sortir ikan. Namun akan muncul peluang pekerjaan dengan spesifikasi yang baru dengan berbasis *IoT*. Jaminan mendapat pekerjaan akan menjadi problema tersendiri untuk mencapai target dan kondisi yang diinginkan.

Lebih jauh, perwujudan masyarakat pembudidaya 5,0 memerlukan jaminan infrastruktur yang memadai khususnya sumber energi, mengingat semua kegiatan berkaitan dengan internet dan digitalisasi yang membutuhkan listrik yang memadai dan stabil. Hal lainnya yang dibutuhkan adalah berkaitan dengan logistik baik yang berupa sarana produksi ikan maupun pemasaran hasil panen yang sangat ditentukan oleh distribusi dan rantai pemasaran. Gambaran ringkas masyarakat pembudidaya 5,0 diurai sebagai berikut:

- Menganalisis beragam informasi, seperti data meteorologi, data pertumbuhan ikan, udang, lobster atau rumput laut, kondisi pasar, serta tren dan kebutuhan pangan
- Mencapai “perikanan pintar” yang sangat hemat-tenaga kerja dan berproduksi tinggi dengan mengotomatiskan pekerjaan perikanan dan menghemat tenaga kerja melalui robot pemberi pakan, pengatur oksigen dan lainnya, mengotomatisasi pengumpulan data pemeliharaan udang, rumput laut atau lobster melalui drone,

mengotomatisasi dan mengoptimalkan pengelolaan air berdasarkan prediksi cuaca, data kualitas air, serta data pendukung lainnya.

- Merumuskan rencana produksi perikanan dengan menetapkan hasil panen yang disesuaikan dengan kebutuhan, mengoptimalkan rencana kerja bersama dengan prediksi cuaca, berbagi pengalaman dan pengetahuan, dan memperluas basis pelanggan
- Membuat produk hasil perikanan yang diinginkan oleh konsumen, dan tersedia bagi mereka ketika diinginkan
- Memberikan produk perikanan kepada konsumen ketika mereka membutuhkannya melalui kendaraan pengiriman mandiri
- Lebih jauh lagi, bagi masyarakat secara keseluruhan, solusi ini dapat membantu meningkatkan produksi pangan dan menstabilkan pasokan, memecahkan masalah kekurangan tenaga kerja di daerah perikanan, mengurangi limbah hasil budidaya, limbah hasil pengolahan produk, dan merangsang konsumsi.

Problem dan Sudut Pandang Menuju Realisasi Masyarakat Pembudidaya 5,0.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh pembudidaya agar dapat bersaing di tingkat global adalah tingkat produktivitas dan efisiensi yang belum optimal walaupun sumberdaya alam telah tersedia (Nugroho, 2021). Beberapa penyebab utama diantaranya adalah penggunaan benih unggul yang belum optimal, komponen biaya pakan yang masih cukup tinggi karena tergantung pada impor, rantai produksi yang relatif panjang, fluktuasi pasar yang tinggi (harga dan daya serap), serta jaminan keberlangsungan usaha yang langgeng. Persamaan dalam hal akses informasi, modal dan sumberdaya serta fasilitas infrastruktur yang memadai juga masih perlu diperjuangkan.

Berangkat dari kondisi tersebut, permasalahan dapat dijabarkan dan dapat dijadikan sudut pandang dalam memahaminya sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk menggali alternatif solusinya, antara lain adalah berkaitan dengan: a) strategi secara nasional yang dapat dijadikan panduan praktis, b) ketersediaan legalitas atau aturan yang memfasilitasi, c) tingkatan teknologi saat ini, d) pendidikan sumberdaya manusia sebagai operator dan e) keterkaitan dengan aspek sosial yang ditimbulkan.

Strategi Nasional

Pada tataran tingkat nasional telah dijelaskan bahwa pembangunan sub bidang perikanan budidaya

merupakan salah satu aspek yang digunakan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia, yang merupakan turunan dari program prioritas Indonesia Maju Presiden RI Joko Widodo. Keputusan ini perlu diwadahi dalam sebuah konsep yang dapat dijadikan sebagai strategi dengan memanfaatkan keunggulan kelimpahan sumber daya ikan lokal yang melimpah dan bonus demografi tenaga kerja produktif untuk ikut berperan serta secara aktif dengan berbasis IPTEK yang inovatif dan adaptif.

Pembuatan peta jalan menjadi hal yang mutlak dibutuhkan untuk menjabarkan strategi tersebut dengan memanfaatkan beberapa konsep produksi diantaranya adalah *Zero Waste*, *Blue Economy* dan *Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA) untuk keberlanjutan sumberdaya genetik perikanan di Indonesia. Peta jalan ini kemudian diwujudkan dalam program kegiatan nyata yang dapat diadopsi oleh semua pemangku kepentingan berdasarkan prinsip kerjasama yang melibatkan tiga sektor yaitu *Academic*, *Business* and *Government* (ABG).

Integrasi secara menyeluruh mulai kegiatan di hulu yang diawali dengan budidaya ikan dengan berbagai persiapan secara komprehensif hingga tahap akhir yaitu produk diterima oleh konsumen yang dikemas dalam satu rangkaian proses produksi yang mengandalkan fasilitas *IOT* dan *AI* yang memanfaatkan *Big Data* dan disesuaikan dengan kondisi di Indonesia pada wilayah secara satu-kesatuan yang terkoneksi secara baik. Platform *IOT* yang praktis perlu segera dirancang. Pembentukan sistem promosi secara terpadu juga dibutuhkan sebagai pendukung.

Legalitas/aturan

Strategi nasional yang memuat peta jalan dan rencana aksi serta program nyata perlu dipayungi oleh peraturan yang dapat mengikat semua sektor secara nasional berlandaskan prinsip kelestarian sumberdaya, persamaan kesempatan, dan keberlanjutan usaha yang terkait antara sosial dan ekologi. Peraturan tersebut hendaknya dapat membongkar tembok pembatas kepentingan masing-masing menjadi kepentingan bersama. Wewenang dan kewajiban menjadi satu kesatuan di bawah kendali lembaga atau kementerian teknis yang membidangi masalah perikanan budidaya. Peraturan tersebut hendaknya juga dapat menjamin rasa aman dari para stakeholder bidang perikanan budidaya untuk menjalankan keberlangsungan usahanya secara komprehensif yang mendapatkan dukungan secara bersama-sama dari ketiga unsur yang terlibat *Academic*, *Business* dan *Government*.

Pengembangan aturan untuk mempromosikan penggunaan data yang dikoleksi dan aplikasi data sehingga dapat mempercepat distribusi data menjadi salah satu kunci yang dapat meningkatkan posisi kompetitif *stakeholder*. Kondisi ini dapat ditunjang dengan digitalisasi administrasi dan kerjasama internasional dengan tidak melupakan *benefits sharing* dan perlindungan hak atas kekayaan intelektual.

Tingkat Teknologi

Secara umum, telah terjadi perbaikan masalah produktivitas dan efisiensi dalam perikanan budidaya dengan memanfaatkan inovasi teknologi terkini khususnya pada budidaya ikan tawar dan payau, sedangkan budidaya ikan laut masih belum banyak dilakukan. Penggunaan alat yang dilengkapi sensor dan pekerjaan secara mekanisasi sudah mulai dilakukan di beberapa komoditas dan lokasi. Namun demikian, teknologi yang digunakan masih bersifat spesifik atau unit terpisah antara tahapan atau segmen budidaya dan belum merupakan suatu kesatuan dari hulu ke hilir. Pemanfaatan *Big data* dan *artificial intelligence* masih dalam taraf inisiasi. Kondisi ini memerlukan kerja keras dari semua stakeholder dalam berinovasi sehingga didapatkan teknologi yang mengacu pada era Industry 4.0. Riset yang inovatif dan aplikatif merupakan suatu keniscayaan.

Perbaikan kondisi lingkungan terkait inovasi iptek termasuk diantaranya sistem keamanan *cyber*, *nano*, dan robotika. Perluasan peranan swasta atau pribadi dalam pendanaan serta adanya insentif pajak akan dapat memperluas skala dan tema penelitian yang inovatif sebagai bagian reformasi sistem inovasi nasional. Poin penting ini sangat besar pengaruhnya untuk mempersiapkan pembentukan masyarakat pembudidaya 5.0 mengingat konsep era *Society 5.0* merupakan kelanjutan dari tahapan sebelumnya dengan kepentingan manusia yang lebih besar dalam memanfaatkan teknologi (Keidanren, 2017).

Reformasi Pendidikan Vokasi

Terdapat perbedaan kondisi riil antara negara Jepang dan Indonesia dalam masalah tenaga kerja. Negara Sakura akan mengalami surplus manusia dengan umur lanjut (manula) sehingga jumlah tenaga kerja produktif akan berkurang sehingga hal ini mendorong kemajuan teknologi dengan pemanfaatan *high technology*. Sebaliknya, Indonesia akan mengalami bonus demografi yaitu jumlah tenaga kerja yang produktif berlimpah sehingga membutuhkan penanganan yang serius dalam pengadaan lapangan pekerjaan dalam rangka pengamanan sumber daya manusia yang profesional.

Pemanfaatan teknologi yang berbasis otomatisasi, digitalisasi dan kapitalisasi akan menimbulkan potensi pergeseran jenis pekerjaan dari yang bersifat umum menjadi lebih spesifik baru berdasarkan *IOT*. Hal ini perlu disiasati dengan baik dengan mempersiapkan SDM sesuai kebutuhan di lapangan. Salah satu agendanya adalah mereformasi pendidikan nasional dengan melibatkan semua warga negara secara dinamis. Pembudidaya harus berorientasi menjadi manusia yang berpikir independen dalam menghasilkan nilai baru dengan menggabungkan berbagai item saat bekerjasama dengan orang lain.

Pendidikan yang berkarakter dan menumbuhkan kreativitas dan meningkatkan literasi akan dapat mendorong kemampuan SDM dalam mengoperasikan teknologi untuk perikanan budidaya. Perbanyak sekolah/lembaga dengan program vokasi terapan langsung ke dunia bisnis yang riil dan mempunyai kemampuan dalam dunia *cyber*.

Aspek Sosial

Keberlanjutan sosial didasarkan pada peningkatan kesejahteraan masyarakat pembudidaya. Fokus utamanya diarahkan pada jaminan praktik ketenagakerjaan yang adil untuk mengurangi ketidaksetaraan sosial, meningkatkan kualitas hidup, dan membela hak asasi manusia. Masalah utama keberlanjutan sosial di budidaya perairan adalah penghapusan kemiskinan (Boyd *et al.*, 2020). Oleh karena itu perlu adanya konsensus sosial secara nasional tentang etika, implikasi sosial dalam pengembangan dan pemanfaatan suatu teknologi pada tataran riil. Sangat penting untuk berbagi visi nasional diantara semua stakeholder yang terlibat dalam perikanan budidaya. Pemanfaatan teknologi harus dapat menjamin kesejahteraan dan sisi kemanusiaan sebagai individu atau pembudidaya sebagai subyek bukan obyek dari mesin yang digunakannya baik robotika ataupun sistem *AI*. Peranan industri dalam hal promosi, dan peranan akademis dan pemerintah pada saat mengembangkan teknologi.

Inisiatif dalam Perikanan Budidaya

Inisiatif sub bidang perikanan budidaya dapat dilakukan melalui pembentukan **ekosistem inovasi** yang terbuka. Kondisi ini dapat dibentuk oleh berbagai perusahaan perikanan budidaya melalui kerjasama antara perusahaan menengah dan UMKM sehingga dapat meningkat produktivitas budidaya dan berujung pada perbaikan ekonomi dan masyarakat yang dicita-citakan. Peningkatan lingkungan dimana setiap

karyawan dapat mengerahkan kreativitasnya serta efisiensi.

Perluasan pasar merupakan inisiatif berikutnya yang dapat dilakukan pada sub bidang budidaya. Perluasan pasar dapat dilakukan melalui strategi promosi yang tepat oleh sumberdaya manusia yang berkompeten dengan melibatkan orang-orang bisnis yang aktif dalam pendidikan siswa. Kondisi ini dapat dicapai melalui kerjasama antara pihak industri, akademisi dan pemerintah. Keterlibatan masalah gender perlu mendapatkan pemikiran lebih jauh untuk dapat memanfaatkan bakat potensialnya.

Standarisasi untuk produk-produk perikanan budidaya perlu dipersiapkan dengan memperkuat kerjasama antara universitas dan R & D perusahaan untuk mempromosikan secara terintegrasi. Peningkatan mobilitas pekerjaan untuk menciptakan lingkungan dimana beberapa cara kerja yang beragam dan fleksibel dapat diterima.

Penerapan teknologi perikanan budidaya terkini dan berbasis **e-commerce digital** yang bertujuan untuk : (1) memperpendek rantai distribusi yang tidak efisien karena mendekatkan produsen ikan dengan pasar ritel (eceran); (2) memberikan kepastian harga di pembudidaya ikan dan konsumen; (3) meningkatkan konektivitas serta menghilangkan batas jarak, ruang dan waktu untuk menyediakan sarana input dan pasar dalam pengembangan industrialisasi akuakultur; dan (4) menghadirkan model bisnis budidaya yang efisien di tengah-tengah masyarakat (DJPB, 2018).

Kesiapan Menyongsong Masyarakat Pembudidaya 5,0

Kesiapan menyambut era *society 5.0*, dalam rangka pembentukan masyarakat pembudidaya 5,0, tidak terlepas dari kondisi perikanan budidaya dalam era industri 4.0. **Perluasan pasar** dilakukan dengan memperkuat produksi khususnya untuk komoditas-komoditas ekspor yang terdiri dari udang, lobster dan rumput laut. Melalui penerapan klaster budidaya diharapkan budidaya dapat dilakukan secara terpadu dari hulu hingga akhir. Beberapa program yang dilakukan diantaranya adalah *shrimp estate*, *millennial shrimp farm*, dan kawasan budidaya lobster dan rumput laut.

Dalam rangka menciptakan kondisi perikanan budidaya yang berbasis **inovasi**, di dalam program *millennial shrimp farm* telah diaplikasikan hasil inovasi berupa teknologi budidaya udang vaname modern dengan berbagai prasarana seperti *automatic feeder*,

water quality monitoring, *nanobubble*) yang dilengkapi aplikasi budidaya berbasis data (*smart farming*).

Standarisasi teknologi perlu diciptakan dengan memberikan mandat kepada instansi terkait sebagai *clearing house* untuk kesiapan suatu teknologi sebelum digunakan secara luas dalam dunia bisnis yang riil. Idealnya, teknologi terbaik memungkinkan kombinasi antara meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Engle, 2019). Pembentukan suatu lembaga atau mendayagunakan lembaga yang ada dalam pengelolaan teknologi beserta semua turunannya dapat memperbesar sektor PNBPN (Pendapatan Negara Bukan Pajak) yang dapat digunakan untuk kelanjutan pembiayaan penelitian selanjutnya.

Pengembangan **platform** yang berbasis **e-commerce digital** mutlak perlu dilakukan dalam rangka mempercepat dan mempermudah para *stakeholder* untuk memanfaatkan sumberdaya kelautan dan perikanan secara berkelanjutan melalui berbagai program pendekatan yang ada. Dimana pengembangan perikanan budidaya berkelanjutan ini memerlukan tanggung jawab dan peranan yang spesifik bagi masing-masing sektor, baik sektor pemerintah-akademisi maupun sektor swasta.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Budidaya perikanan harus mampu menjawab tantangan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan sumberdaya alam melalui penurunan penggunaan bahan bakar fosil, air, dan lahan. Pada era masyarakat pembudidaya 5,0, kombinasi antara imajinasi dan kreativitas dengan transformasi digital diarahkan untuk menjawab tantangan tersebut. Untuk mencapai tujuan ini diperlukan penguatan pada strategi nasional dan legalitas, peningkatan efisiensi teknologi dan keterampilan SDM, serta antisipasi dampak sosial yang ditimbulkan.

Rekomendasi

Berbagai hal yang perlu dilakukan dalam pembentukan masyarakat pembudidaya 5,0 untuk menyongsong era *Society 5.0* adalah sebagai berikut:

1. Pemerintah, Akademisi dan Pebisnis/Swasta perlu mempersiapkan konsep strategi nasional pembentukan masyarakat pembudidaya 5,0;
2. Pembuatan legalitas/aturan yang menjamin pelaksanaan dan untuk mengatasi persoalan yang dihadapi budidaya dalam tingkat produktivitas dan efisiensi adalah penyiapan tingkat teknologi yang

sudah berbasis *Industry 4.0*. Pengembangan dunia pendidikan yang berbasis otomatisasi, digitalisasi dan kapitalisasi berdasarkan *IOT* dan membuat konsensus sosial secara nasional tentang etika, implikasi sosial dalam pengembangan dan pemanfaatan suatu teknologi pada tataran riil;

3. Melakukan persiapan tindakan untuk mendukung terciptanya masyarakat pembudidaya 5,0 melalui pembentukan **ekosistem inovasi** yang terbuka; **Perluasan pasar, Standarisasi** produk-produk yang dihasilkan dan Penerapan teknologi perikanan budidaya **terkini** dan **berbasis e-commerce digital**;
4. Inisiatif yang dapat dilakukan dalam industri budidaya melalui pengembangan **platform** yang berbasis **e-commerce digital** baik untuk sektor keuangan maupun teknologi pendukung akuakultur pada **era industry 4.0**.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.E. (1984). *Public policy making* (pp.179). 3th Edition. New York: Holt. Rinehart & Winston.
- Asche, F., Guttormsen, A.G., & Tveteras, R. (2008). Aquaculture—opportunities and challenges special issue introduction. *Marine Resource Economics*, 23: 395–400. <https://doi.org/10.1086/mre.23.4.42629670>
- Boyd, C.E., D'Abramo, L.R., Glencross, B.D., Huyben, D.C., Juarez, L.M., Lockwood, G.S., McNevin, A.A., Tacon, A.G.J., Teletchea, F., Tomasso, J.r., J.R., & Valenti, W.C. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of The World Aquaculture Society*, 51:578–633. DOI: 10.1111/jwas.12714.
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., & Corner, R. (2010). *Aquaculture: global status and trends. Phil. Trans. R. Soc. B*, 365: 2897–2912. doi:10.1098/rstb.2010.0170
- DJPB. (2018). KKP optimalkan bisnis akuakultur di era insdustri 4.0. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/5941/> akses :16 Mei 2021.
- DJPB. (2021). Strategi peningkatan produksi dan lokasi kampung budidaya perikanan Tahun 2021. Rapat Kerja Teknis (*Rakernis*) BRSDMKP 2021. Bandung, 6 April 2021.
- Engle, C.R., (2019). Bringing aquaculture sustainability down to earth. *Journal of the World Aquaculture Society*, 50(2): 246–248.
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals* (p 210). Rome. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/I9540EN/>
- FAO. (2020). Yearbook fishery and aquaculture statistic 2018. Roma.
- FAO. (2022). The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Fore, M. (2019). Precision fish farming: A new framework to improve aquaculture, Part 1. Global Aquaculture Alliance. New Hampshire Avenue, Portsmouth, USA. <https://www.globalseafood.org/advocate/precision-fish-farming-a-new-framework-to-improve-aquaculture-part-1/>
- Gentry, R R, Froehlich, HE, Grimm, D, Kareiva, P, Parke, M, Rust, M, & Halpern, BS. (2017). Mapping the global potential for marine aquaculture. *Nature Ecology and Evolution*, 1(9): 1317–1324. DOI: 10.1038/s41559-017-0257-9
- HLPE. (2014). Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition. *A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*, Rome 2014. P. 118
- Kadir, S. (2021). Nutritional needs of fish to prevent stunting in early childhood. *Journal of Xi'an Shiyu University, Natural Science Edition*. Vol. 17(9): 477-484. <https://www.xisdjxsu.asia/>
- Kagermann, H., Lukas, W.D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. <http://www.vdinachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>, Diakses pada 17 Mei 2021.
- Keidanren. (2017). *Society 5.0: Co-creating the future* (P.20). Policy and Action.
- KKP. (2018). KJA OFFSHORE: Membangun Industri Marikultur Modern. <https://kkp.go.id/artikel/3474-kja-offshore-membangun-industri-marikultur-modern>, Diakses pada 17 Mei 2021

- KKP. (2019). Pengembangan komoditas unggulan strategis perikanan budidaya, dan tata kelola perizinan untuk memacu investasi. *Workshop Pembangunan Perikanan Budidaya Berkelanjutan*. Jakarta: BAPPENAS.
- Muslim, M., Heltonika, B., Sahusilawane, H.A., Wardani, W.W., & Rifai, R. (2020). *Ikan local perairan tawar Indonesia yang prospektif dibudidayakan* (p.132). Jakarta: Pena Persada.
- Nugroho, E., Khakim, A., & Dewi, RRSP. (2020). Performance of tilapia culture technology in biofloc (BFT) and Net Floating Cage (KJA) Systems: As Candidate for The Next Tilapia Culture in Indonesia. *In the Internastional Conference. Ecological intensification: A new paragon for sutainable aquaculture* (pp 1-7). IRD-BRPBATP, Bogor.
- Nugroho, E., Sukadi, M.F., Huwoyon, G.H. (2012). Beberapa jenis ikan lokal yang potensial untuk budidaya: domestikasi, teknologi pembenihan, dan pengelolaan kesehatan lingkungan budidaya. *Media Akuakultur* 7(1):52-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.7.1.2012.52-57>.
- Nugroho, E., Dewi., RRSPS, Priyatna, F.N., Sugiyono., & Swasti, G.L. (2017). *Strategi pengembangan sentra industri perikanan budi daya ikan nila* (p 43). Bandung: ITB Press.
- Nugroho, E. (2021). *Benih unggul hasil pemuliaan untuk peningkatan produktifitas akuakultur air tawar* (p 48). Jakarta: Amafrad Press.
- Olaganathan, R., & Quigley, K. (2017). Technological Modernization and Its Impact on Agriculture, Fisheries and Fossil Fuel Utilization in the Asia Pacific Countries with Emphasis on Sustainability Perspective. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 8(2). ISSN 0976-2612, Online ISSN 2278–599X.
- Pusaka. (2015). *Modul pelatihan analis kebijakan* (p 342). Jakarta: Lembaga Administrasi Negara.
- Salin, K.R., Arome-Ataguba., G. (2018). Aquaculture and the Environment: Towards Sustainability. In: Hai F., Visvanathan C., Boopathy R. (eds) Sustainable Aquaculture. Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73257-2_1
- Sampantamit, T., Ho, L., Lachat, C., Sutummawong, N., Sorgeloos, P., & Goethals, P. (2020). Aquaculture production and its environmental sustainability in thailand: challenges and potential solutions. *Sustainability*, 12: 1-17. doi:10.3390/su12052010.
- Thilsted, S.H., Thorne-Lyman, A., Webb, P., Bogard, J.R., Subasinghe, R., Phillips, M.J., & Allison, E.H. (2016). Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy* 2016, 61, 126–131. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.02.005>