

Penerbit
TOHAR MEDIA

Editor :

Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, Dian Puspitasari

BUDIDAYA PERIKANAN

Tholibah Mujtahidah, Dian Novita Sari, Dwi Utami Putri,
Meillisa Carlen Mainassy, Inem Ode, Muh. Amri Yusuf, Suardi Laheng,
Ria Retno, Laily Fitriani Mulyani, Zaenal Abidin, Yenni Putri Sari

BUDIDAYA PERIKANAN

Penulis

Tholibah Mujtahidah, Dian Novita Sari, Dwi Utami Putri,
Meillisa Carlen Mainassy, Inem Ode, Muh. Amri Yusuf, Suardi
Laheng, Ria Retno, Laily Fitriani Mulyani, Zaenal Abidin, Yenni
Putri Sari

Editor

Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah
Dian Puspitasari

Penerbit

TOHAR MEDIA

Budidaya Perikanan

Penulis :

Tholibah Mujtahidah, Dian Novita Sari, Dwi Utami Putri,
Meillisa Carlen Mainassy, Inem Ode, Muh. Amri Yusuf, Suardi
Laheng, Ria Retno, Laily Fitriani Mulyani, Zaenal Abidin, Yenni
Putri Sari

Editor : Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, Dian Puspitasari

ISBN : 978-623-8148-06-6

Desain Sampul dan Tata Letak

Ai Siti Khairunisa

Penerbit

CV. Tohar Media

Anggota IKAPI No. 022/SSL/2019

Redaksi :

JL. Rappocini Raya Lr 11 No 13 Makassar

JL. Hamzah dg. Tompo. Perumahan Nayla Regency Blok D
No.25 Gowa

Telp. 0852-9999-3635/0852-4352-7215

Email : toharmedia@yahoo.com

Website : <https://toharmedia.co.id>

Cetakan Pertama Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik termasuk memfotocopy, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp. 5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah)**
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat 1, dipidana paling lama **5 (lima tahun)** dan/atau denda paling banyak **Rp. 500.000.000,00 (Lima Ratus Juta Rupiah)**

Kata Pengantar

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas selesainya penyusunan buku dengan judul **“Budidaya Perikanan”**. Buku ini mencakup 11 BAB, dengan harapan bahwa praktisi, peneliti, akademisi dan masyarakat umum dapat dengan mudah memahami serta menjadikannya sebagai buku referensi dalam mempelajari budidaya perikanan.

Materi didalam buku ini mengacu akan minimnya literatur sehingga diperlukan pembahasan dasar, lengkap dan detail berkenaan dengan budidaya perikanan. Dan juga telah disesuaikan dengan perkembangan dunia perikanan saat ini. Penulis berharap bahwa buku ini dapat memudahkan para pembaca untuk lebih mengenal dan mendalami budidaya perikanan, sehingga menjadi pribadi yang handal dalam memajukan perikanan air tawar, air payau maupun air laut.

Kami berharap bahwa dengan terbitnya buku dengan judul **“Budidaya Perikanan”** dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya. Kami menyadari bahwa buku ini masih memerlukan penyempurnaan, oleh karena itu diperlukan saran, masukan dan kritikan yang membangun untuk perbaikan kedepannya.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi menyumbangkan tenaga, pikiran dan waktu dalam penyusunan sampai dengan terbitnya buku ini. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal dengan kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian buku ini.

Bandung, November 2022

Penulis

Daftar Isi

Halaman Depan	_i
Halaman Penerbit	_ii
Kata Pengantar	_iii
Daftar Isi	_iv
Bab 1. Prinsip Produksi Budidaya Perikanan	_1
1.1 Pengantar	_1
1.2 Manfaat Dan Peranan Perikanan Budidaya	_3
1.3 Potensi, Permasalahan, Peluang Dan Tantangan Perikanan Budidaya	_4
1.4 Prinsip-Prinsip Budidaya	_6
1.5 Penutup	_18
Bab 2. Biota Akuatik	_19
2.1 Pengantar	_19
2.2 Jenis-Jenis Biota Akuatik	_20
2.3 Peran Biota Akuatik	_27
2.4 Interaksi Antar Biota Akuatik	_27
2.5 Penutup	_29
Bab 3. Persiapan Media Budidaya Air Tawar, Air Payau Dan Air Laut	_31
3.1 Pengantar	_31
3.2 Persiapan Media Budidaya Air Tawar	_32
3.2.1 Kolam Tanah	_32
3.2.2 Kolam Terpal	_35
3.3 Persiapan Media Budidaya Air Payau	_37
3.4 Persiapan Media Budidaya Air Laut	_40
3.5 Penutup	_42
Bab 4. Komponen Nutrisi Dan Pakan Budidaya	_43
4.1 Pengantar	_43
4.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan	_44
4.3 Bahan Baku Pembuatan Pakan	_47
4.4 Nutrisi Dan Kualitas Ikan	_53
4.5 Peranan Nutrisi Dalam Domestikasi Spesies Akuakultur	_53
4.6 Penutup	_54

Bab 5. Pengendalian Penyakit Ikan	_55
5.1 Pengantar	_55
5.2 Sumber Dan Jenis-Jenis Penyakit Pada Budidaya Ikan	_56
5.3 Mekanisme Terjadinya Penyakit	_69
5.4 Diagnosa Penyakit Ikan	_70
5.5 Pengendalian Penyakit Ikan	_71
5.6 Penutup	_73
Bab 6. Budidaya Air Tawar	_75
6.1 Pengantar	_75
6.2 Konsep Teori Dasar	_75
6.2.1 Kualitas Air	_75
6.2.2 Teknik Pengelolaan Air Limbah	_85
6.2.3 Penyakit	_88
6.3 Penutup	_89
Bab 7. Budidaya Ikan Air Payau	_91
7.1 Pengantar	_91
7.2 Budidaya Udang Vannamei	_92
7.3. Budidaya Ikan Bandeng	_103
Bab 8. Budidaya Ikan Air Laut	_111
8.1 Budidaya Rumput Laut	_111
8.1.1 Latar Belakang	_111
8.1.2 Biologi Rumput Laut	_113
8.1.3 Agarofit Dan Wilayah Pengembangan	_115
8.1.4 Kebutuhan Gracilaria Dan Agar	_116
8.1.5 Budidaya <i>Gracilaria Verrucosa</i>	_116
8.1.6 Teknik Pemeliharaan	_121
8.2 Budidaya Kerapu	_123
8.2.1 Latar Belakang	_123
8.2.2 Prospek Pasar Ikan Kerapu	_124
8.2.3 Teknik Pembesaran Ikan Kerapu Dalam Keramba Jaring Apung	_126

Bab 9. Budidaya Ikan Hias	_131
9.1 Pengantar	_131
9.2 Kegiatan Budidaya Ikan Hias	_132
9.2.1 Konstruksi Wadah Induk	_132
9.2.2 Penanganan Induk Baru	_133
9.3 Teknik Pembenihan	_134
9.3.1 Pemeliharaan Induk	_134
9.3.2 Persiapan Alat Dan Bahan Pemijahan	_137
9.3.3 Seleksi Induk	_138
9.3.4 Penyuntikan Hormon	_141
9.3.5 Inkubasi Dan Penetasan Telur	_143
9.3.6 Pemeliharaan Larva	_146
9.4 Penutup	_149
Bab 10. Budidaya Ikan Terintegrasi	_151
10.1 Pengantar	_151
10.2 Budidaya Ikan Terintegrasi Dengan Tanaman	_154
10.3 Budidaya Ikan Terintegrasi Dengan Tanaman Hortikultura	_156
10.4 Budidaya Ikan Terintegrasi Dengan Ternak	_160
10.5 Budidaya Ikan Terintegrasi Diperairan Pantai	_163
Bab 11. Budidaya Dengan Teknologi Bioflok	_167
11.1 Pendahuluan	_167
11.2 Bioflok	_169
11.3 Struktur Dan Komposisi Bioflok	_170
11.4 Pengembangan Bioflok	_171
11.4.1. Keunggulan Dan Kelemahan Sistem Bioflok	_172
11.5 Persiapan Media Bioflok Pada Kolam Budidaya	_174
11.6 Penebaran Dan Pemeliharaan Benih Ikan	_176
11.7 Menejemen Kualitas Air Bioflok	_177
11.8 Pemanenan Ikan	_177
11.9 Penutup	_178
Daftar Pustaka	_179

BUDIDAYA PERIKANAN

Penulis

Tholibah Mujtahidah, Dian Novita Sari, Dwi Utami Putri,
Meillisa Carlen Mainassy, Inem Ode, Muh. Amri Yusuf, Suardi
Laheng, Ria Retno, Laily Fitriani Mulyani, Zaenal Abidin, Yenni
Putri Sari

Bab 1

Prinsip Produksi Budidaya Perikanan

1.1 Pengantar

Perikanan dalam arti luas mencakup berbagai kegiatan dari hulu ke hilir seperti perikanan tangkap, perikanan budidaya, manajemen sumberdaya perairan, pengolahan hasil perikanan serta sosial ekonomi perikanan. Serangkaian kegiatan tersebut terintegrasi saling berkaitan dalam hal memenuhi kebutuhan gizi ikani konsumen. Pada sektor perikanan, produksi ikan tidak hanya bertumpu pada perikanan tangkap saja tetapi juga terbesar pada perikanan budidaya. Ikan dari hasil tangkapan alam akan diarahkan masuk ke dalam wadah terkontrol (budidaya), upaya ini dinamakan domestikasi. Hasil dari domestikasi dapat dilihat dari bagaimana ikan dapat beradaptasi dan mempertahankan hidupnya (*survive*), ikan dapat tumbuh secara baik ditandai dengan adanya pertumbuhan berat dan panjang (*growth*) dan kemampuan dalam berkembangbiak untuk mendapatkan anakan sehingga dapat melestarikan jenisnya (*reproductive*). Apabila tahapan domestikasi tersebut dapat dilalui oleh suatu spesies ikan, maka selanjutnya produktivitas ikan akan dikontrol secara intensif melalui beberapa tahapan lanjutan perekayasaan di dalam kegiatan budidaya ikan.

Dalam hal ini kita akan merujuk pembahasan mengenai lingkup perikanan budidaya. Perikanan budidaya dapat juga disebut dengan Akuakultur (*aquaculture*), yang berasal dari kata “*aqua*” yang berarti perairan dan “*culture*” yang berarti budidaya. Akuakultur dikelompokkan berdasarkan perbedaan salinitasnya menjadi 3, yaitu akuakultur air tawar (*freshwater aquaculture*), akuakultur air payau (*brackishwater aquaculture*) dan akuakultur air laut (*marine aquaculture*). Kegiatan dari masing-masing pilar tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga tahapan yang harus dipenuhi juga berbeda dengan menyesuaikan kondisi fisik lingkungan dan komoditas yang dibudidayakan (kultivan), namun tujuannya sama yaitu memproduksi kultivan sebanyak-banyaknya.

Perikanan budidaya dapat didefinisikan sebagai rangkaian kegiatan yang dilakukan oleh manusia melalui beberapa tahapan dimulai dari persiapan fasilitas, upaya pemeliharaan hingga pemanenan dengan tujuan untuk menghasilkan produk budidaya yang memiliki nilai kuantitas dan kualitas yang tinggi sehingga mendapatkan keuntungan yang besar.

Kegiatan perikanan budidaya mempunyai ruang lingkup yang mencakup sarana prasarana dalam produksi, proses produksi, penanganan saat panen hingga pasca panen dan pemasarannya. Kegiatan perikanan budidaya ini juga dapat dinyatakan dalam kegiatan yang bertujuan untuk memperoleh laba/keuntungan (bisnis), sehingga tidak hanya lingkup proses produksi hingga panennya saja tetapi semua proses mulai dari *input* hingga *output*-nya.

Menurut Effendi dan Mulyadi (2022), perikanan budidaya berdasarkan kegiatannya diistilahkan sebagai akuabisnis yang cakupan kegiatannya meliputi: *Pertama*, subsistem pengadaan sarana dan prasarana produksi (pemilihan lokasi, pembangunan fasilitas produksi, pengadaan *broodstock* (indukan), benih, pupuk, pakan, pekerja, serta peralatan yang dibutuhkan dalam kegiatan

budidaya). *Kedua*, subsistem proses produksi (persiapan wadah budidaya, penebaran ikan, pemberian pakan ikan, pengelolaan dan manajemen kualitas air, manajemen kesehatan kultivan, *biosecurity* hingga proses pemanenan ikan). *Ketiga*, subsistem penanganan pasca panen dan pemasaran (peningkatan kualitas produk, pendistribusian dan pelayanan).

1.2 Manfaat dan Peranan Perikanan Budidaya

Adanya kegiatan perikanan budidaya bertujuan untuk memproduksi kultivan yang sebanyak-banyaknya, memperbaiki stok di alam, mendaur ulang bahan organik dan dapat juga digunakan sebagai sarana edukasi. Produktivitas kultivan sangat membantu dalam ketahanan pangan dan pemenuhan gizi ikani. Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi produksinya maka semakin berhasil kegiatan budidayanya. Komoditas yang dihasilkan dari kegiatan budidaya selanjutnya akan digunakan sebagai bahan baku industri, misalnya ikan bandeng yang diolah menjadi olahan otak-otak ikan; rumput laut yang diolah menjadi permen jeli, kosmetik ataupun yang lainnya.

Perbaikan stok di alam juga dapat dilakukan dengan meningkatkan produksi kultivan dengan cara melepaskan kembali benih ikan di perairan (*restocking*) sehingga ikan-ikan di perairan alami akan tetap terjaga kelestariannya. Perikanan budidaya tidak hanya berfungsi untuk tujuan konsumsi, tetapi juga bisa digunakan sebagai media pembelajaran hingga bisnis besar berupa taman rekreasi. Pengembangan komoditas budidaya juga dapat memanfaatkan bahan organik untuk didaur ulang supaya bahan organik tersebut tidak merugikan secara ekologi sehingga diharapkan bisa mendukung produktivitas dari komoditas yang sedang dibudidayakan. Menurut Nirmala (2022), pemanfaatan produk perikanan, dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Produk pangan
- b. Produk non pangan

c. Produk bahan baku

1.3 Potensi, Permasalahan, Peluang dan Tantangan Perikanan Budidaya

Indonesia mempunyai potensi perikanan yang sangat besar. Hal ini dapat kita lihat pada sumber daya alam seperti keanekaragaman hayati ikan yang sangat melimpah. Potensi lahan secara keseluruhan bagi budidaya perikanan dalam skala nasional sebesar 17,92 juta ha yang terbagi atas budidaya air tawar, payau dan laut. Pada budidaya air tawar (2,83 juta ha), budidaya air payau (2,96 juta ha) dan budidaya laut (12,12 juta ha) (KKP, 2019). Namun, hingga saat ini pemanfaatannya masih relatif rendah. Apabila dilihat dari wilayahnya, wilayah yang tertinggi dalam memanfaatkan lahan perikanan budidaya yaitu pulau Jawa dan Sulawesi dengan persentase masing-masing sebesar 14,27% dan 13,48%, sedangkan wilayah yang terendah adalah pulau Papua dengan tingkat pemanfaatannya hanya sebesar 0,13% (KKP, 2020). Secara umum, tingkat pemanfaatan lahannya baru mencapai 957.000 ha (5,35%), masih berpotensi besar untuk bisa terus dimanfaatkan dengan baik. Untuk pemanfaatan budidaya air tawar masih 11,32 %, sedangkan pada budidaya air payau 22,74% dan yang terendah pada budidaya laut sekitar 2,28% saja (KKP, 2022). Sehingga dalam hal ini perlu upaya pemanfaatan lahan yang tersedia supaya dapat meningkatkan produksi perikanan budidaya. Komoditas budidaya yang diproduksi tidak hanya mencakup *finfish* (ikan kerapu, ikan nila, ikan bandeng, ikan kakap, ikan cobia, ikan bawal, ikan tuna, ikan baronang, dsb), namun semua organisme yang hidup di air, sebagai contoh kelompok *crustacea* (contoh: udang, kepiting, rajungan, lobster dsb), *mollusca* (contoh: kerang abalon, tiram mutiara, cumi, gurita, dsb), *algae* (contoh makroalgae: rumput laut, tanaman air, dsb; dan contoh mikroalgae: fitoplankton) dan *echinodermata* (contoh: timun laut/teripang, *sea urchin*), *chordata* (contoh: kuda laut), *cnidaria* (contoh ubur-ubur, terumbu karang, dsb). Selain itu juga

meliputi pakan alami yang dibudidayakan seperti *Daphnia* sp., *Artemia* sp., cacing sutra, cacing tanah, dsb. Peningkatan produksi dalam bidang perikanan budidaya ini harus diiringi juga dengan peningkatan serapan pasar baik untuk konsumsi di dalam negeri ataupun dalam skala ekspor.

Seiring berjalannya kegiatan perikanan budidaya, didalamnya juga terdapat beberapa kendala atau permasalahan. Berdasarkan KKP (2022), secara umum, permasalahan yang terjadi berasal dari dalam (internal) dan luar (eksternal). Permasalahan internal dalam pengembangan budidaya meliputi:

1. Keterbatasan tersedianya benih dan indukan yang berkualitas
2. Keterbatasan tersedianya pakan yang berkualitas dengan harga terjangkau
3. Belum optimalnya pemanfaatan bahan baku lokal (masih mengandalkan impor) dalam pembuatan pakan ikan
4. Keterbatasan pengetahuan para pembudidaya
5. Keterbatasan akses permodalan dalam peningkatan usaha perikanan budidaya
6. Belum optimalnya pengelolaan lingkungan dan kesehatan ikan
7. Belum optimalnya pula implementasi CBIB/cara budidaya ikan yang baik yang dilakukan oleh para pembudidaya baik itu dalam kegiatan pembesaran, pembenihan maupun dalam pembuatan pakan secara mandiri
8. Kondisi infrastruktur yang belum optimal dalam mendukung pengembangan usaha perikanan budidaya secara efisien.

Selain itu, beberapa permasalahan eksternal dalam pengembangan perikanan budidaya meliputi:

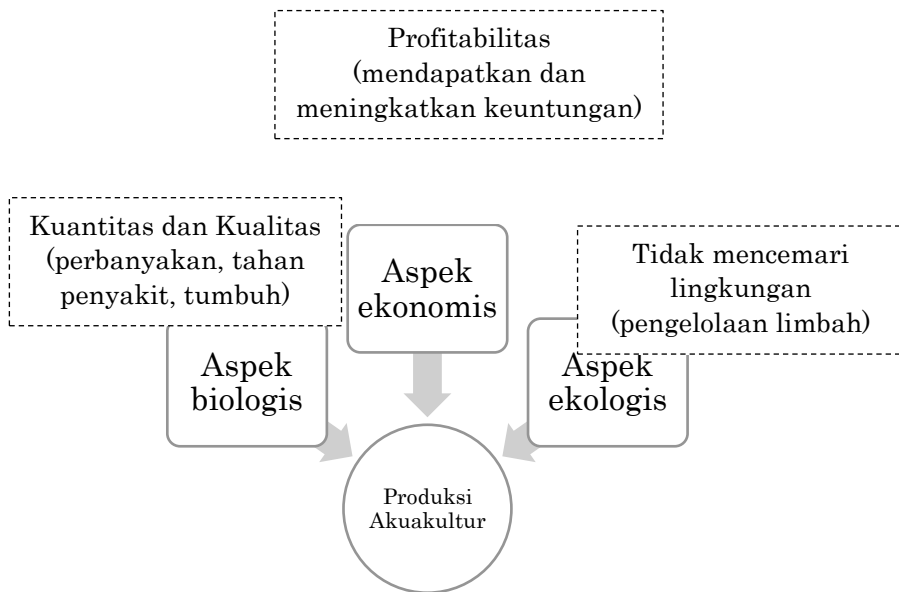
-
1. Tidak adanya kepastian ruang untuk usaha perikanan budidaya
 2. Terhambatnya pengembangan usaha perikanan budidaya dikarenakan adanya asimetrik regulasi dan perizinan inter-intra sektoral
 3. Terdapat perubahan iklim dan degradasi kualitas lingkungan
 4. Belum adanya harmonisasi kebijakan, program dan anggaran antara pusat dengan daerah serta inter dan intra sektoral.

Berdasarkan rencana strategis tahun 2020-2024 Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya juga telah menyebutkan bahwa dalam perikanan budidaya juga terdapat peluang dan tantangan. Kita mengetahui bahwa posisi geografis Indonesia sangatlah strategis, inilah yang menjadi peluang kita untuk bisa memanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Selain itu, adanya peningkatan permintaan ikan seiring laju pertumbuhan penduduk, kita juga menempati pasar bebas, telah adanya digitalisasi perikanan budidaya, sumberdaya manusia yang terampil akan terus bertambah, terciptanya lapangan pekerjaan yang semakin banyak dan luas dalam bidang perikanan budidaya serta adanya pergeseran preferensi konsumsi masyarakat dari daging ke ikan. Sedangkan tantangan yang harus dihadapi adalah sebagai berikut: adanya persyaratan negara importir yang sangat ketat, nilai tambah perikanan budidaya masih rendah (hal ini dikarenakan sebagian besar ekspor dalam keadaan segar), adanya perubahan iklim yang mengakibatkan perubahan pola dan masa pemeliharaan, adanya kerentanan ekonomi global dan internasional, adanya regulasi lintas sektor yang masih lemah dan asimetris serta adanya komitmen politik yang kurang dari para pemangku kebijakan.

1.4 Prinsip-Prinsip Budidaya

Pada dasarnya, prinsip budidaya (akuakultur) adalah memproduksi komoditas perairan melalui suatu sistem

terkontrol penuh atau terkontrol sebagian untuk meningkatkan perekonomian tanpa mengenyampingkan ekologi. Dalam hal produksi akuakultur, terdapat tiga aspek penting yang harus diketahui yaitu meliputi aspek biologis, aspek ekonomis dan aspek ekologis (Gambar 1.1). Ketiga aspek ini harus berjalan dinamis dan berkesinambungan. Artinya, dalam kegiatan budidaya harus memahami bagaimana cara meningkatkan produksi ikan (kuantitas dan kualitas), bagaimana cara mendapatkan keuntungan (profit) serta bagaimana menjaga lingkungan budidaya sehingga kegiatan budidaya dapat terus berlangsung secara berkelanjutan. Apabila salah satu dari ketiga aspek tersebut tidak berjalan beriringan yang disebabkan oleh faktor pengelolaan/manajemen yang kurang baik, maka kegiatan budidaya perikanan akan menghadapi banyak kendala dan tidak dapat mewujudkan *“sustainable aquaculture”* atau kegiatan akuakultur yang berkelanjutan.



Gambar 1.1 Aspek dalam Produksi Akuakultur

Peningkatan produksi ikan secara kuantitas dapat dilakukan dengan cara pembenihan (perbanyak jumlah

komoditas), sedangkan secara kualitas dapat ditunjukkan dengan adanya penambahan berat dan ukuran komoditas (memperoleh kultivan dengan pertumbuhan yang lebih cepat) serta peningkatan kualitas benih. Peningkatan kualitas ikan dapat dihasilkan dari penerapan rekayasa genetik, sehingga diharapkan benih yang dihasilkan bersifat *SPR/Specific Pathogen Resistance* dan atau *SPF/Specific Pathogen Free*. Selain itu, dari penerapan rekayasa genetik juga dapat memperoleh ikan yang bernutrisi tinggi (memiliki kandungan *DHA/Docosa Hexaenoat Acid* dan *EPA/Eicosa Pentaenoic Acid*), memperoleh ikan yang memiliki ciri dikromatisme (warna tubuh) yang menarik, dan sebagainya.

Profitabilitas dalam kegiatan budidaya perikanan sangat penting supaya “industri akuakultur” ini dapat bertahan hidup dalam kelangsungan bisnisnya. Industri akuakultur harus terus berusaha meningkatkan keuntungan (laba) dengan perhitungan analisa usaha. Misal, menghitung *Return on Assets Ratio* (ROA) dan didapatkan nilainya mendekati 1, maka profitabilitasnya semakin baik karena setiap aktiva dapat menghasilkan keuntungan.

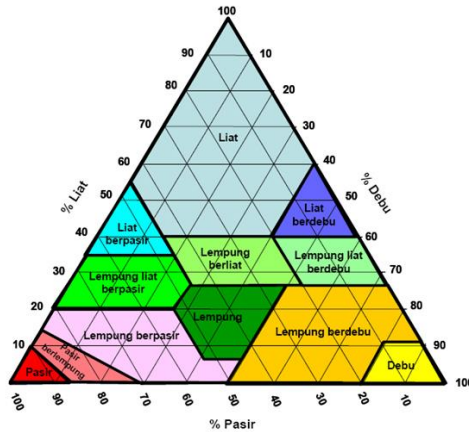
Selain kita fokus pada peningkatan produksi dan keuntungan, namun secara ekologi juga wajib kita perhatikan. Mengapa? karena dari sumber daya alam yang ada dapat membantu memastikan manusia atas ketersediaan energi yang berguna dalam keberlangsungan hidupnya sehingga ekologi harus dijaga dengan baik demi mendukung kehidupan. Misal, limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya yang tidak dikelola dengan baik akan dibuang ke sungai, dimana sungai adalah tempat tinggal organisme air lainnya. Jika hal ini terus berlanjut maka dikhawatirkan keanekaragaman hayati di ekosistem sungai akan menurun. Dengan demikian, ketiga aspek (biologi, ekonomi dan ekologi) tersebut harus diperhatikan dan diterapkan dengan baik dalam kegiatan budidaya perikanan.

Secara ringkas, prinsip-prinsip budidaya meliputi beberapa tahapan yang harus dipahami, diantaranya:

- a. Pemilihan lokasi
- b. Pemilihan spesies
- c. Sistem Budidaya
- d. Persiapan sarana dan prasarana
- e. Manajemen pemberian pakan
- f. Manajemen kualitas air
- g. Manajemen kesehatan ikan
- h. Manajemen induk dan larva
- i. Manajemen panen
- j. Manajemen transportasi
- k. Manajemen limbah

Pada pemilihan lokasi, harus diperhatikan mengenai karakteristik tanah, topografi, sumber air, kuantitas dan kualitas air, sumber pencemaran, dampak lingkungan, aspek sosial dalam manajemen seleksi lokasi, akses jalan, jarak dengan perkotaan hingga perijinan usaha dari lembaga berwenang. Pemilihan lokasi untuk perikanan budidaya harus melewati tahapan kelayakan dengan memenuhi beberapa parameter yang telah ditentukan. Misal, memilih lokasi bukan di tempat yang curam, bukan di tempat yang rawan pencurian/membahayakan, memilih lokasi dengan karakteristik tanah yang tidak porous (diharapkan mampu menahan air pada konstruksi wadah budidaya ekstensif), tingkat keasaman tanah tidak terlalu rendah ataupun pada kualitas air yang memenuhi kisaran nilai parameter suhu, pH, oksigen terlarut, amoniak, dan sebagainya. Karakteristik tanah dapat ditentukan berdasarkan segitiga tekstur (Gambar 1.2). Cara menentukan tekstur tanah semisal di suatu daerah diambil sampel tanah yang mengandung 50% pasir,

30% liat dan 20% debu, lalu sisi-sisinya ditarik garis sehingga menemukan titik berpotongan. Dari garis berpotongan yang telah ditemukan inilah bahwa tanah mempunyai kelas tekstur yang “lempung liat berpasir”.



Gambar 1.2 Segitiga Tekstur

(Agus *et al.*, 2022)

Pada pemilihan spesies yang akan dibudidayakan harus mengetahui terlebih dahulu terkait karakteristik bio-ekologinya (morfologi, taksonomi, distribusi, habitat, tingkah laku/*behaviour*, jenis makanan dan kebiasaan cara makan/*food and feeding habit*, dan sebagainya, terutama mengenai biologi reproduksinya), pertimbangan ekonomi dan pasar, dsb. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan biologis antara lain kemampuan memijah (secara buatan) di dalam wadah budidaya, mengetahui umur dan ukuran pertama kali matang gonad, jumlah telur dalam individu (fekunditas), laju pertumbuhan, tingkat trofik, toleransi dan adaptasi terhadap lingkungan dan kualitas air, efisiensi pakan, serta bagaimana dampak budidayanya terhadap lingkungan. Selain itu, dilihat dari aspek pertimbangan ekonomi, perlu diperhatikan juga apakah ikan yang akan dibudidayakan nanti mempunyai harga jual yang tinggi atau tidak. Apabila permintaan pasar dari spesies ikan tersebut relatif tinggi dan

berkesinambungan serta dapat meningkatkan pendapatan (keuntungan), maka spesies ikan tersebut berpotensi untuk dibudidayakan. Selain itu, mudah dalam pengelolaannya dan biaya produksi yang relatif rendah menjadi faktor penentu pemilihan spesies ikan yang akan dibudidayakan.

Menurut Alawi dan Tang (2017) mengenai pertimbangan karakteristik biologis dan ekonomis pemilihan ikan budidaya meliputi:

Pertimbangan biologis

1. Pertumbuhan yang cepat
2. Ukuran dan umur matang gonad
3. Mudah memijah
4. Fekunditas tinggi
5. Mudah menerima pakan
6. Efisiensi pakan
7. Toleransi terhadap lingkungan
8. Mampu dipelihara pada padat tebar tinggi

Pertimbangan ekonomis

1. Tersedianya teknologi kultur
2. Penerimaan konsumen

Sebelum membuat rancangan desain dan konstruksi, perlu diperhatikan juga dalam pemilihan sistem budidaya (intensif dan ekstensif). Dilihat berdasarkan jenis sistem budidayanya maka dikelompokkan menjadi budidaya ikan di kolam-tambak (tanah, beton, terpal, mulsa), akuarium, bak fiber, keramba jaring apung, keramba jaring tancap, sistem rakit, dan budidaya air deras. Menurut FAO (2020), dengan meningkatnya permintaan produk akuatik dan kemajuan dalam teknologi budidaya, model budidaya intensif telah dikembangkan secara global. Meskipun

dalam hal ini sering memiliki masalah seperti padat tebar tinggi, asupan oksigen terlarut dan lain sebagainya yang bisa berdampak pada peningkatan penyakit, penurunan kualitas produk serta kerusakan lingkungan. Karena adanya persyaratan strategis skala nasional untuk perlindungan lingkungan dan keamanan pangan, maka kegiatan perikanan budidaya (baik pada budidaya air tawar, payau maupun laut) harus bisa membangun model akuakultur yang terintegrasi agar dapat mewujudkan pembangunan perikanan budidaya yang berkelanjutan. Dalam model akuakultur terintegrasi ini mampu memaksimalkan produktivitas dan efisiensi ekonomi dan mampu meminimalkan dampak lingkungan budidaya dengan menggabungkan beberapa spesies (polikultur) guna meningkatkan pemanfaatan kolom air dan memaksimalkan penggunaan nutrisi dalam sistem. Menurut Dong *et al.* (2022), secara umum, jika dibandingkan dengan sistem monokultur, sistem akuakultur terintegrasi tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada struktur trofik masing-masing gugus fungsi, pemanfaatan produktivitas primer tetap tinggi, dan stabilitas sistem yang lebih besar.

Persiapan sarana dan prasarana harus menyesuaikan dengan lokasi budidaya dan sistem budidaya yang dipilih. Komponen dalam pembuatan kolam harus adanya dinding/pematang, dasar kolam, saluran air masuk (*inlet*), saluran air keluar (*outlet*), saluran pembuangan air. Menurut Alawi dan Tang (2017), ada 7 prinsip pertimbangan dalam merancang kolam ikan, diantaranya:

1. Pemilihan lokasi
2. Persiapan kerja
3. Tujuan dan dimensi dari struktur kolam ikan
4. Tipe susunan kolam ikan
5. Bagian-bagian kolam

6. Perlindungan pematang
7. Struktur perkolaman

Pada pembuatan wadah karamba harus ada rangka, jaring, pelampung, tonggak, jangkar, jalan inspeksi dan rumah jaga. Pada pembuatan rakit harus ada bambu, tambang, pelampung dan jangkar/pemberat. Serta pada pembuatan bak/akuarium dan resirkulasi harus terdapat komponen berupa dinding, dasar, atap, *inlet-outlet*, pompa, tandon/pengendapan, wadah filter dan saluran air.

Selanjutnya, pentingnya mengetahui kebiasaan makan dalam manajemen pemberian pakan, dapat mempermudah serta mengontrol seberapa banyak pakan yang harus diberikan agar efisiensi dalam penggunaan pakan sehingga tidak menimbulkan masalah biaya pembelian pakan. Selain pakan buatan, di dalam wadah budidaya juga harus disertai dengan pemberian pakan alami. Pemberian pakan terhadap ikan dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu secara perhitungan persentase (3%BB, 5%BB), secara *ad libitum* ataupun secara *ad satiation*. Pakan yang diberikan harus memenuhi kriteria seperti bernutrisi, bersih dan tidak beracun, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan kultivan.

Kualitas air dalam budidaya sangat menentukan kehidupan dari kultivan karena air sebagai media hidup ikan sehingga perlu intensifitas dalam memajemen kualitas air selama kegiatan budidaya berlangsung. Memenuhi parameter-parameter yang telah ditentukan, diantaranya suhu, pH, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*), salinitas, amoniak, nitrit, fosfat, bahan organik, logam berat dan sebagainya. Jika terjadi ketidakstabilan parameter kualitas air, maka akan menimbulkan berbagai masalah. Contohnya, ketika kadar nitrit sangat tinggi di perairan maka menyebabkan toksik bagi ikan. Hal ini disebabkan oksidasi besi dalam hemoglobin dari tingkat *ferrous* menjadi *ferric*. Nitrit akan menyebabkan *hypoxia* (kekurangan oksigen)

pada ikan, karena molekul hemoglobinnya sudah tidak mampu dalam mengikat oksigen lagi.

Perkembangan teknologi perikanan budidaya telah berkembang sangat pesat menuju intensif dan superintensif. Penerapan teknologi ini bisa berdampak pada lingkungan. Selain itu, keberhasilan budidaya juga dipengaruhi oleh adanya serangan penyakit. Monitoring kesehatan ikan harus selalu dilakukan secara intensif untuk mencegah kerugian besar akibat ledakan kematian pada kultivan. Penyakit ikan ini akan timbul dari suatu proses interaksi antara inang, patogen dan lingkungan. Apabila hubungan antar ketiganya seimbang maka tidak akan menimbulkan penyakit, namun ketika keseimbangannya terganggu (misal, lingkungan kurang optimal) maka akan timbul adanya penyakit. Sehingga dapat dijelaskan bahwa adanya penyakit ini disebabkan oleh hasil interaksi yang tidak seimbang dari ketiga faktor tersebut. Penyakit bisa berpotensi menyebar dan menyerang ke dalam sistem budidaya, terutama penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan virus. Penyakit dapat bersumber melalui infeksi secara vertikal (diturunkan dari indukan) ataupun secara horizontal (melalui air, pakan, dan sistem aerasi serta kontaminasi dari manusia/pembudidaya). Lingkungan yang kurang baik juga dapat berdampak pada ketahanan tubuh ikan karena dapat menyebabkan ikan mudah mengalami stres dan menurunkan daya tahan tubuhnya terhadap serangan patogen. Dari permasalahan penyakit ini, menjadi salah satu faktor kegagalan dalam kegiatan perikanan budidaya yang ditandai dengan rendahnya sintasan sebagai akibat infeksi. Hal ini dapat menyebabkan kematian secara massal (100%) apabila tidak ada tindakan sama sekali.

Untuk mencegah terjadinya penyakit di lingkungan budidaya, hal yang biasa diterapkan yaitu memperkuat sistem *biosecurity*. Kondisi seperti ini tidak semua pembudidaya menerapkannya dengan baik. Masih banyak pembudidaya yang

kurang peduli dengan sistem *biosecurity*. Padahal sistem ini sangat membantu dalam pencegahan penyakit. Segala upaya harus dilakukan supaya sigap mencegah masuknya patogen, tersebarnya dan terjadinya wabah penyakit ikan di lingkungan budidaya. Menurut KKP (2020), adapun kegiatan pengendalian yang bisa dilakukan meliputi:

1. Surveilans dan monitoring
2. Analisis risiko
3. Penanganan penyakit
4. Tanggap darurat kejadian penyakit

Selain dari upaya pencegahan dan pengendalian penyakit, dalam hal ini pengendalian limbah juga harus diperhatikan. Pengendalian limbah/residu dilakukan guna menjaga produk perikanan budidaya bisa terhindar dari material kontaminan serta aman untuk dikonsumsi. Pengendalian limbah juga menjadi suatu bagian kontrol bahwa para pembudidaya telah melakukan penerapan CBIB (cara budidaya ikan yang baik).

Dalam kegiatan perikanan budidaya, para pembudidaya yang memiliki usaha budidaya dianjurkan telah tersertifikasi dengan tanda memiliki sertifikat CBIB, CPIB (cara pembenihan ikan yang baik) dan CPPIB (cara pembuatan pakan ikan yang baik). Hal ini bertujuan untuk menilai proses pembudidayaan ikan agar memenuhi jaminan mutu produk ekspor.

Selanjutnya, manajemen pemeliharaan induk dan larva. Penanganan induk juga harus dilakukan secara baik dan berhati-hati terutama saat pengangkutan. Indukan ikan harus diperlakukan dengan baik supaya menjaga dari kondisi stres. Pindahan induk dari bak pemeliharaan ke bak pemijahan harus dalam kondisi tenang. Apabila tidak dilakukan dengan hati-hati maka dikhawatirkan akan berdampak sangat besar pada proses pemijahannya dan keberhasilan pemijahan. Kondisi kualitas air dalam pemeliharaan induk juga harus dijaga dengan

baik dan memenuhi kisaran nilai optimum. Saat pemeliharaan induk, induk ikan betina yang matang gonad akan lebih rentan. Apabila induk betina mengalami stres atau luka bahkan cacat yang disebabkan karena penanganannya yang kurang baik, maka secara fisiologis akan terganggu dan bahkan dapat menimbulkan kerusakan pada *oosit* di dalam gonad.

Menurut Alawi dan Tang (2017), penentuan induk ikan matang gonad dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya:

1. Warna dan bentuk
2. Diameter sel telur (*oosit*)
3. Posisi nukleus *oosit*
4. Tingkat hormon steroid

Apabila ingin mengamati apakah induk ikan sudah matang gonad atau belum, terdapat beberapa tanda-tanda seperti memiliki kondisi perut yang bundar sempurna jika diurut perlahan ke arah lubang genital, ketika di *stripping* akan mengeluarkan sel telur dengan ukuran yang seragam serta terdapat nukleus di tengah *oosit* ketika diamati di bawah mikroskop. Pengamatan diameter sel telur dengan menggunakan bantuan kateter/*catheter* (seperti selang plastik kecil) untuk mengambil sampel sel telur jika induk tidak dapat di-*stripping*. Selain itu, pada lubang genital (*genital papila*) juga terkadang berwarna kemerahan.

Larva yang dihasilkan dalam kegiatan budidaya harus dalam kondisi kualitas air yang baik dan pemberian pakannya tidak boleh telat. Harus dipahami terlebih dahulu terkait biologi spesies ikannya terutama seberapa lama cadangan makanan yang dimiliki oleh larva itu akan habis, sehingga harus ada persiapan lebih matang untuk memberikan pakan alami sehingga larva yang sedang dipelihara bisa langsung mengkonsumsi pakan alami tersebut ketika sudah mendekati

masa kantung kuning telur sebagai cadangan makanannya yang mulai habis. Stadia larva ini sangat rentan, mulai dari kualitas airnya, infeksi penyakit hingga pemberian pakan pertamanya.

Proses panen yang dilakukan selama kegiatan budidaya harus memperhatikan alat yang digunakan untuk pengumpulan ikan. Alat seperti jaring maupun seser harus ramah lingkungan, artinya tidak melukai ikan saat dilakukan panen. Penggunaan bahan yang tidak tajam dan penanganan yang baik saat panen sangat diprioritaskan.

Dalam manajemen transportasi, pengangkutan ikan menjadi salah satu hal yang tidak kalah penting dilakukan dalam kegiatan perikanan budidaya. Dalam hal ini, penanganan seperti saat pengambilan ikan dari wadar sortir, saat proses *packing*, saat pengangkutan ikan, saat berjalannya pengantaran ikan dari satu daerah ke daerah lain, saat pembongkaran muatan hingga saat tiba dan masuk pada wadah yang baru juga dapat menyebabkan terganggunya fisiologis ikan (ikan menjadi stres). Sehingga harus ada upaya yang dilakukan untuk mencegah tingkat stres tersebut. Apabila saat pengangkutan diisi dengan kepadatan yang rendah maka terjadi pembengkakan biaya meskipun ikan didalamnya cenderung tidak stres, namun apabila diisi dengan kepadatan yang tinggi maka tingkat stres ikan yang ditransportasikan akan meningkat meskipun biaya kirim relatif lebih murah. Kepadatan ikan yang tinggi selama transportasi akan menyebabkan menurunnya kualitas air sehingga mempengaruhi fisiologis ikan. Oleh karena itu, harus ada upaya solusi untuk mencegah tersebut diantaranya dengan menggunakan bahan-bahan alami untuk anestesi ikan. Ikan dibius selama perjalanan dengan tujuan agar pergerakan dan metabolismenya terbatas sehingga tidak menghasilkan feses/residu limbah yang mengandung amoniak yang dapat mempengaruhi media transportasi (kualitas air).

Sistem pengangkutan ikan hidup terbagi menjadi dua jenis yaitu sistem pengangkutan ikan secara terbuka dan tertutup. Perbedaannya adalah wadah yang digunakan dan langkah saat *packing*. Pada sistem terbuka menggunakan wadah drum terbuka dengan disertai aerasi sedangkan pada sistem tertutup menggunakan wadah plastik yang nantinya ikan akan dimasukkan bersamaan dengan air didalamnya kemudian diberi aerasi sebagai asupan cadangan selama pemeliharaan dan setelah itu diikat dengan menggunakan tali atau karet gelang dan dimasukkan ke dalam wadah sterofom dan siap untuk ditransportasikan.

1.5 Penutup

Produksi dalam budidaya perikanan bertujuan untuk menghasilkan kultivan (ikan, udang, moluska, rumput laut dan yang lainnya) dengan semaksimal mungkin untuk dapat dikomersilkan. Dalam hal ini produksi budidaya dilakukan dengan berbagai upaya, diantaranya mengadakan benih dari hasil kegiatan pembenihan, memperbanyak jumlah ikan dari produksi benih-induk, memperbesar ukuran komoditas dari kecil menjadi tumbuh besar melalui pembesaran serta meningkatkan kualitas larva yang rentan terhadap lingkungan pada segmen pendederan (menciptakan benih yang SPR/*Specific Pathogen Resistance* dan atau SPF/*Specific Pathogen Free*). Selain itu, menjadikan kultivan memiliki nilai dan daya jual yang ekonomis tinggi.

Pada intinya, untuk dapat melaksanakan kegiatan budidaya dengan baik maka diperlukan pengetahuan-pengetahuan yang fundamental terkait usaha budidaya (prinsip produksi budidaya). Berbagai perhitungan harus disiapkan dengan matang dalam penerapan prinsip serta variabel lainnya termasuk analisa usaha sehingga pelaksanaan usaha budidaya dapat berjalan dengan baik dan ideal

Bab 2

Biota Akuatik

2.1 Pengantar

Dalam ekosistem perairan dapat ditemukan beragam penyusun ekosistem, di antaranya biota akuatik. Biota akuatik atau juga biasa disebut dengan organisme akuatik merupakan seluruh organisme yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di dalam perairan. Biota akuatik meliputi ikan; moluska, serangga, krustase dan invertebrata lainnya, baik yang tergenang sebagian atau seluruhnya; alga yang hidup di dasar perairan ataupun yang mengapung di kolom air; amfibi; dan organisme lainnya yang mencari makan dan memenuhi seluruh kebutuhan hidupnya dari perairan. Berdasarkan rantai makanan, biota akuatik dibagi menjadi produser, konsumen, predator, dan dekomposer. Berdasarkan pergerakan dan tempat hidupnya, biota akuatik dibagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu plankton, nekton, dan bentos.

Biota akuatik memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Biota akuatik dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan sarana rekreasi. Produksi biota akuatik untuk bahan pangan dilakukan melalui kegiatan penangkapan dan budidaya. Saat ini, jumlah hasil tangkapan terus mengalami penurunan akibat kegiatan penangkapan yang berlebih dan akibat perubahan iklim yang menyebabkan perubahan pola reproduksi dan pertumbuhan biota akuatik. Oleh sebab itu, produksi biota akuatik melalui

kegiatan budidaya terus dikembangkan agar kebutuhan masyarakat bisa terpenuhi. Kegiatan budidaya biota akuatik atau juga biasanya disebut dengan istilah budidaya perikanan (*aquaculture*) telah dilakukan sejak 2000-1000 tahun sebelum masehi (SM), tepatnya di Cina (Lucas, Southgate and Tucker, 2019). Hingga saat ini, budidaya perikanan terus berkembang dan umumnya, hasil produksi budidaya perikanan terus meningkat dari tahun ke tahun. Budidaya perikanan berkembang dari teknologi ekstensif (tradisional), semi-intensif, intensif, hingga ke tahap super intensif. Perkembangan ini melibatkan peningkatan penggunaan teknologi dan manajemen produksi sehingga jumlah produksi dapat ditingkatkan dan terus berkelanjutan.

Produksi biota akuatik untuk keperluan rekreasi biasa dilakukan untuk biota akuatik yang memiliki warna dan bentuk yang unik dan menarik sehingga memberikan kesan estetik. Biota akuatik yang berpenampilan menarik dipelihara dalam rangkaian ekosistem buatan, baik di dalam akuarium ataupun kolam. Biota akuatik yang digunakan dapat berupa tanaman air, ikan hias, keong, udang hias, dan lain-lain.

2.2 Jenis-Jenis Biota Akuatik

Berdasarkan rantai makanan, biota akuatik dikelompokkan menjadi:

- a. Produser, yaitu organisme yang menghasilkan energi (makanan) dengan memanfaatkan bahan organik dengan atau tanpa bantuan sinar matahari. Produser terdiri dari bakteri, fitoplankton, dan alga.
- b. Konsumer merupakan organisme yang memakan produser. Konsumer terdiri dari zooplankton (kopepoda, rotifera, dan larva ikan) dan biota akuatik lainnya. Konsumer umumnya merupakan organisme *filter feeder*, yaitu organisme yang menyaring air untuk mendapatkan makanannya, terutama

fitoplankton. Contoh organisme *filter feeder* adalah kerang, sponge, hiu paus, dan ikan pari.

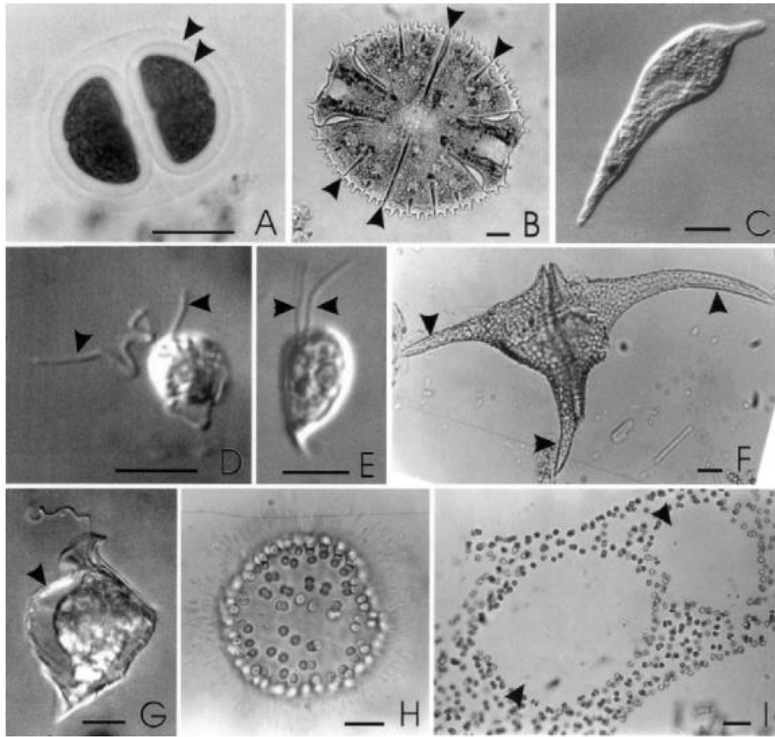
- c. Predator merupakan organisme yang memakan kelompok konsumen atau organisme predator lainnya yang berukuran lebih kecil. Contoh organisme dalam kelompok ini adalah ikan hiu, ubur-ubur kotak, bintang laut, ikan cod, ikan tuna, cumi-cumi, belut, dan lain-lain. Kelompok predator juga terdiri dari beberapa tingkatan dan predator teratas adalah kelompok predator yang memiliki sedikit predator atau bahkan tidak dimakan oleh organisme lainnya. Contoh predator tingkat atas adalah ikan paus pembunuh dan anjing laut macan tutul.
- d. Dekomposer merupakan kelompok organisme yang memakan organisme mati dan limbah organik dari organisme lain. Kelompok ini didominasi oleh bakteri pengurai, seperti *Nitrosomonas* sp., *Nitrobacter* sp., *Proteus* sp, dan *Clostridium* sp.. Dekomposer memiliki peran penting untuk menguraikan limbah organik sehingga bisa dimanfaatkan oleh kelompok produser.

Berdasarkan pergerakan dan tempat hidupnya, biota akuatik dikelompokkan menjadi:

a. Plankton

Plankton merupakan biota akuatik yang berukuran kecil dan tidak dapat bergerak sesuai dengan keinginannya (Falkowski, 2012). Organisme plankton sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga kelimpahan dan keberagaman plankton dapat menjadi indikator kualitas perairan (Anggraini, Sudarsono and Sukiya, 2016). Plankton terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton terdiri dari alga kecil (mikroalga) yang menggunakan cahaya matahari untuk menghasilkan makanan. Fitoplankton tidak memiliki akar, tangkai ataupun daun. Fitoplankton dapat bereproduksi sebanyak 45 kali dalam setahun. Sebagai

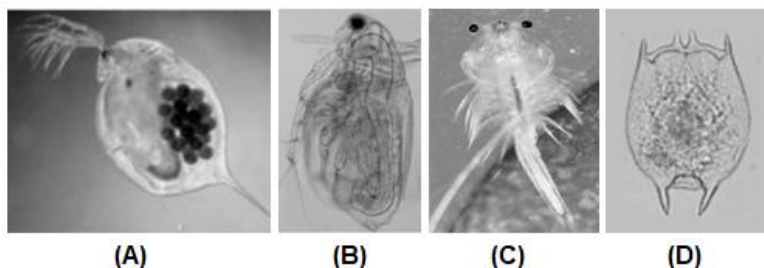
produsen primer, fitoplankton memiliki peran penting dalam siklus karbon dan juga banyak digunakan sebagai pakan alami untuk larva ikan dan udang. Fitoplankton memanfaatkan karbondioksida (CO₂) dan bahan organik lain yang diproduksi oleh organisme lain, dan juga dapat memanfaatkan limbah industri yang masuk ke dalam perairan, seperti nitrogen, sulfat, dan fosfor (Falkowski, 2012). Fitoplankton menghasilkan oksigen (O₂) melalui proses fotosintesis dan dapat dimanfaatkan oleh organisme lain untuk bernafas. Oleh sebab itu, fitoplankton memiliki peran yang sangat penting dalam mengurangi gas dampak rumah kaca dan CO₂ di bumi dan meningkatkan kadar O₂ perairan. Fitoplankton dapat hidup sebagai organisme uniseluler maupun sebagai organisme kolonial. Fitoplankton diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, di antaranya: *cyanobacteria* (alga hijau biru), *red algae* (alga merah), *green algae* (alga hijau), *euglenoid* (euglenida), *eustigmaphyte*, *raphidophyte*, dan *tribophyte algae*, *chrysophycean algae*, *haptophyte algae*, *synurophyte algae*, *diatoms* (diatom), *dinoflagellates* (fitoplankton berflagella), *cryptomonads* (ganggang), dan *brown algae* (alga coklat). Beberapa contoh fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh plankton air tawar yang uniseluler (A-F) dan kolonial (G-I). A: *Gloeocapsa* (Cyanobacterium), B: *Micrasterias* (alga hijau), C: *Euglena* (euglenoid), D: *Onchromonas* (alga keemasan), E: *Pyrenomonas* (cryptomonad), F: *Ceratium* (dinoflagellata), G: *Strombomonas* (euglenoid), H: *Coelosphaerium* (sianobakteri), dan I: *Dermatochrysis*. Garis skala = 10 μm (Wehr and Sheath, 2003)

Zooplankton merupakan organisme yang berukuran kecil, biasanya kurang dari 2 mm dan memiliki pergerakan yang lambat (Hendrey, 2001). Zooplankton umumnya berasal dari kelompok invertebrata akuatik, seperti kopepoda, kladosera, dan rotifer. Berbeda halnya dengan fitoplankton, zooplankton tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri dan merupakan konsumen primer yang memanfaatkan fitoplankton sebagai sumber makanannya. Zooplankton menghasilkan nitrogen dan fosfor yang dapat dimanfaatkan

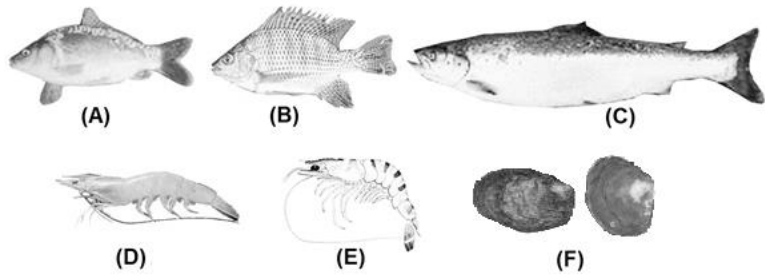
oleh fitoplankton. Zooplankton dapat memengaruhi kelimpahan pakan alami dan predator karena zooplankton adalah makanan bagi larva ikan dan organisme akuatik lainnya (Lomartire, Marques and Gonçalves, 2021). Jenis-jenis zooplankton yang sering dimanfaatkan dalam budidaya perikanan adalah *Daphnia* sp., *Moina* sp., *Artemia* sp., *Branchionus* sp., dan lain-lain (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Contoh zooplankton. A: *Daphnia magna* (Paice, 2016), B: *Moina* sp. (Santoso *et al.*, 2020), C: *Artemia salina* (Dumitrascu, 2011), dan D: *Branchionus furficula* (Ge *et al.*, 2018)

b. Nekton

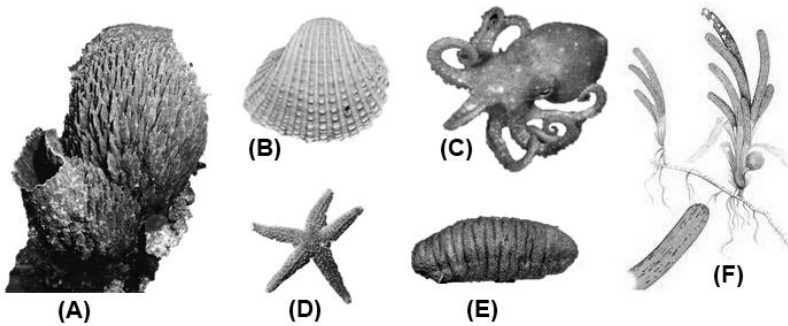
Nekton merupakan hewan air yang dapat bergerak sesuai dengan keinginannya dengan cara berenang. Nekton memanfaatkan plankton atau nekton lain yang berukuran kecil sebagai sumber makanan. Jenis-jenis nekton di perairan laut lebih bervariasi dibandingkan nekton di perairan tawar (Aleyev, 1977). Contoh nekton adalah ikan dan udang. Nekton adalah organisme yang paling banyak dibudidayakan sebagai bahan makanan untuk manusia dan sebagai ikan hias, seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*), udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), udang windu (*Penaeus monodon*), ikan salmon (*Salmo salar*), kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dan lain-lain (Gambar 2.3). Selain dimanfaatkan sebagai sumber makanan, nekton juga dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi, kosmetik, dan industri.



Gambar 2.3 Contoh nekton yang menjadi komoditas budidaya perikanan. A: ikan mas (*Cyprinus carpio*), B: ikan nila (*Oreochromis niloticus*), C: ikan salmon (*Salmo salar*), (<https://www.fishbase.se/>), D: udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2011), E: (*Penaeus monodon*) (www.fao.org), dan F: kerang mutiara (*Pinctada maxima*) (Wardana *et al.*, 2014)

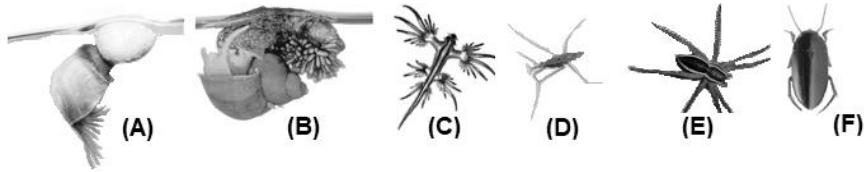
c. Bentos

Bentos merupakan organisme akuatik yang hidup di dalam dasar perairan, di permukaan dasar perairan, atau dekat dengan dasar perairan. Bentos memiliki beberapa kemampuan untuk beradaptasi di perairan dalam, seperti adaptasi terhadap tekanan tinggi, variasi organ tubuh untuk mempermudah mencari makanan. Pada umumnya, organisme bentos memanfaatkan plankton dan bahan organik sebagai sumber makanan. Kelimpahan bentos dipengaruhi oleh kedalaman, suhu, salinitas dan jenis substrat di dasar perairan. Contoh biota akuatik yang tergolong organisme bentos adalah sponge, kerang, gurita, bintang laut, timun laut, dan lamun (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Contoh organisme bentos. A.: sponge (*Xestospongia muta*) (Pawlik, Burkepile and Thurber, 2016), B: kerang darah (*Anadara granosa*) (Bujeng and Albert, 2016), C: gurita (*Pareledone turqueti*) (Kaiser *et al.*, 2013), D: bintang laut (*Asterias rubens*) www.european-marine-life.org, E: timun laut (*Holothuria scabra*), dan F: lamun (*Enhalus acoroides*) (Sjafrie *et al.*, 2018)

Selain ketiga kelompok tersebut, sebagian ahli biologis juga menambahkan kelompok neuston. Istilah neuston pertama kali disampaikan oleh Naumann pada tahun 1917. Neuston juga dikenal dengan istilah pleuston, yaitu organisme yang hidup di permukaan air (Marshall and Burchardt, 2005). Neuston dapat hidup dipermukaan air atau “menempel” masuk ke lapisan permukaan air. Oleh sebab itu, neuston dibagi menjadi dua kelompok, yaitu epineuston (“beristirahat” di permukaan air) dan hiponeuston (di bawah lapisan permukaan air). Neuston mencakup hewan dan tanaman yang hidup di permukaan air, seperti *Lemna* spp., anggang-anggang (*water strider*, *Gerris* sp.). Komposisi dan sebaran neuston dipengaruhi oleh status trofik dan cahaya (Marshall and Burchardt, 2005).



Gambar 2.5 Contoh neuston. A: *Dosima fascicularis* (González *et al.*, 2014), B: *Recluzia lutea* (Beu, 2017), C: *Glaucus atlanticus* (Churchill, Valdés and Foighil, 2014), "D: *Gerris lacustris* (<https://observation.org/>), E: *Dolomedes fimbriatus* (<https://observation.org/>) F: *Exocelina sp.*"

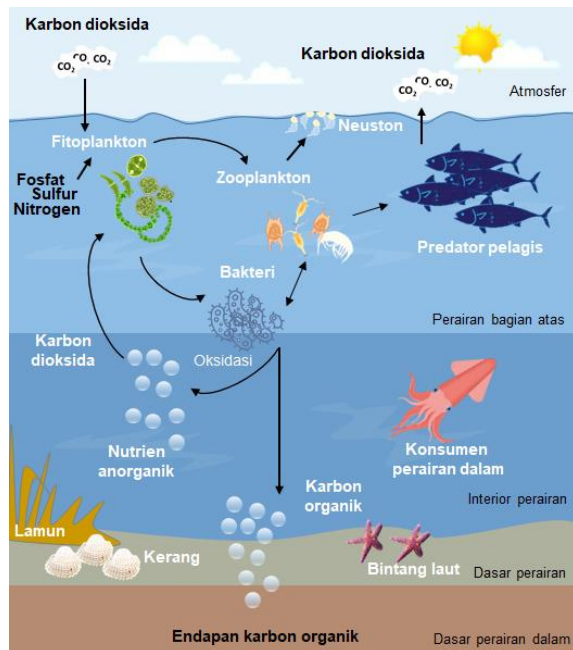
2.3 Peran Biota Akuatik

Plankton dan neuston memiliki peran penting dalam mengatur iklim (Jenkinson *et al.*, 2021). Plankton dan neuston berperan dengan cara menyerap panas radiasi matahari melalui sifat tidak tembus cahaya (opasitas) dan mentransfer radiasi tersebut ke dalam air sehingga menyebabkan terjadinya distribusi suhu secara vertikal, stratifikasi kepadatan dan pencampuran zona fotik. Plankton juga dapat mengkonversi CO₂, karbonat dan bikarbonat menjadi bahan organik sehingga dapat menurunkan kadar CO₂ di atmosfer dan meningkatkan keasamaan laut. Beberapa mikroba fotosintetik menghasilkan dimetilsulfoniopropionat (DMSP) yang berperan dalam mendinginkan bumi dan menurunkan dampak gas rumah kaca. Berbeda dengan plankton dan neuston, nekton lebih berperan sebagai bahan pangan dan untuk objek rekreasi bagi manusia. Selain itu, nekton juga dapat diekstrak untuk dijadikan bahan baku dalam industri farmasi, kosmetik, dan bahan baku pakan. Nekton yang sering diproduksi dalam kegiatan budidaya perikanan adalah ikan, kepiting, kerang dan udang, baik yang hidup di perairan tawar, payau, ataupun laut.

2.4 Interaksi Antar Biota Akuatik

Seluruh biota akuatik berinteraksi membentuk suatu ekosistem yang saling menguntungkan dan dapat dimanfaatkan oleh manusia. Bahan organik, seperti nitrogen, fosfat, sulfur, dan

karbondioksida, dimanfaatkan oleh organisme produser sebagai bahan makanan dan energi untuk tumbuh. Oleh sebab itu, plankton, khususnya fitoplankton, memiliki peran penting dalam menghasilkan energi dalam sistem rantai makanan dan mengurangi pencemaran air dan efek gas rumah kaca. Fitoplankton akan dimakan oleh kelompok konsumen tingkat rendah, seperti zooplankton dan organisme *filter feeder*. Selanjutnya kelompok konsumen tingkat rendah akan dimakan oleh kelompok produser, seperti ikan pelagis dan terakhir akan dimakan oleh predator tingkat tinggi. Organisme bentos seperti kerang, lamun, dan bintang laut juga memanfaatkan fitoplankton dan bahan organik sebagai sumber makanan. Produser, konsumen, dan predator yang mati akan dirombak oleh bakteri dan sisa bahan organik akan mengendap di dasar perairan. Rangkaian interaksi antar biota akuatik dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Interaksi Antar Biota Akuatik.
(Sumber: Modifikasi Falkowski 2012)

2.5 Penutup

Perubahan iklim sangat memengaruhi kualitas dan kuantitas biodiversitas biota akuatik. Hal ini dapat terjadi akibat peningkatan suhu perairan dan perubahan curah hujan regional sehingga bencana banjir dan kekeringan sulit diprediksi. Peningkatan suhu bumi akan menambah masalah air tercemar karena akan meningkatkan jumlah air yang hilang di suatu perairan, baik itu di danau, sungai, maupun lahan basah. Peningkatan polutan, khususnya bahan organik, di dalam perairan akan menyebabkan perubahan komposisi biodiversitas biota akuatik, seperti plankton. Kepadatan plankton akan meningkat saat bahan organik di dalam perairan tinggi. Hal ini akan menyebabkan perubahan struktur komunitas rantai makanan dan menurunkan ketersediaan oksigen di dalam air, terutama saat malam dan pagi hari (Dodds and Whiles, 2020; Kwak and Park, 2020). Selain itu, pencemaran perairan juga menyebabkan produksi biota akuatik mengalami penurunan dan bisa mengalami kepunahan. Oleh sebab itu, dibutuhkan upaya campur tangan manusia untuk menjaga stabilitas ekosistem biota akuatik dan meningkatkan produksi biota akuatik. Kegiatan yang dapat dilakukan adalah budidaya perikanan, terutama budidaya perikanan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Bab 3

Persiapan Media Budidaya Air Tawar, Air Payau Dan Air Laut

3.1 Pengantar

Salah satu faktor penting dalam kegiatan budidaya adalah persiapan media budidaya. Dalam kegiatan budidaya laju pertumbuhan organisme dan kelangsungan hidup dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal berasal dari gen, umur organisme, penyakit internal dan lain-lain sedangkan faktor eksternal salah satunya adalah lingkungan budidaya. Dalam manajemen produksi akuakultur, persiapan media budidaya atau persiapan wadah terdiri dari persiapan lahan untuk kolam tanah melalui proses pengeringan lahan budidaya, perbaikan, pemupukan, pengisian air. Untuk tumbuh dan berkembang, organisme budidaya memerlukan ruang untuk organisme tersebut berinteraksi dengan baik. Beberapa contoh media yang biasanya digunakan dalam kegiatan budidaya baik budidaya air tawar, payau dan laut antara lain kolam tanah, kolam beton, hapa, kolam terpal, karamba jaring apung, dan lain-lain. Berdasarkan hasil penelitian Ahlina, *et al*, (2019) diketahui bahwa penggunaan media budidaya kolam tanah menghasilkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betutu lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan media kolam hapa dan terpal.

3.2 Persiapan Media Budidaya Air Tawar

Persiapan media budidaya air tawar merupakan salah satu hal yang penting dalam kegiatan budidaya. Untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup suatu organisme, pemilihan wadah yang baik, pengelolaan air harus diperhatikan. Beberapa contoh persiapan media budidaya air tawar yang biasa dilakukan, antara lain sebagai berikut:

3.2.1 Kolam Tanah

Dalam teknik budidaya, persiapan media merupakan hal penting yang harus di perhatikan untuk menentukan produksi. Teknik budidaya air tawar dapat dilakukan menggunakan media kolam tanah, kolam terpal, kolam beton, hapa, dan lain-lain. Tahapan dalam persiapan media budidaya air tawar khususnya kolam tanah diantaranya pengeringan tanah dasar kolam, perbaikan pematang, perbaikan saluran air, pemupukan, pengapuran dan pengisian air.

A. Perbaikan Pematang dan Dasar Tanah

Dalam persiapan wadah budidaya perbaikan pematang bertujuan menghindari kebocoran. Perbaikan pematang dilakukan pada kolam tanah. Pada kolam beton dilakukan perawatan dan pemeliharaan konstruksinya. Selain perbaikan pematang dilakukan pula pengolahan dasar tanah dengan cara membolak balikkan tanah menggunakan cangkul.

B. Pengeringan dasar kolam

Tujuan dari pengeringan dasar kolam adalah mematikan hama dan penyakit pada dasar kolam dan menghilangkan senyawa-senyawa beracun yang ada di dasar tanah. Biasanya dilakukan selama 3 hari (Mustajib, *et al.*,2018)



Gambar 3.1. Pengeringan dasar kolam
(sumber:mediapenyuluhanperikananpati,blogspot.com)

C. Pengapuran

Setelah dilakukan pengeringan dasar kolam, selanjutnya adalah pengapuran yang bertujuan untuk menaikkan pH tanah, mematikan bibit penyakit dan memperbaiki kepadatan tanah. Pengapuran menggunakan dolomit dosis $150\text{g}/\text{m}^2$. Penebaran kapur dilakukan secara merata pada dasar kolam.



Gambar 3.2. Teknik Pengapuran
(Sumber: Hasibuan,2021)

D. Pemupukan

Pemupukan bertujuan untuk menumbuhkan pakan alami dan meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk yang baik digunakan adalah pupuk organik kotoran sapi 1-2 ton/ha. Ketinggian air pada saat pemupukan kurang lebih 20 cm. Pada hari ke 3 setelah pemupukan air akan nampak berwarna kehijauan pertanda alga sebagai pakan alami sudah mulai tumbuh (Hasibuan,2021).



Gambar 3.3. Proses Penyebaran Pupuk Organik
(Sumber: Hasibuan, 2021)

E. Pengisian Air Kolam

Setelah proses pemupukan, selanjutnya dilakukan proses pengisian air kolam. Pengisian air dilakukan sampai batas yang di inginkan dan diendapkan selama kurang lebih 4-7 hari. Ketinggian air kolam disesuaikan dengan ketinggian kolam. Biasanya untuk usaha pemeliharaan ikan berkisar 1-1,5 m. Tujuannya untuk pertumbuhan pakan alami. Ketika pemupukan sampai waktu penebaran benih, volume air harus di pertahankan agar air tidak keluar sehingga pakan alami tidak ikut terbawa arus. Pertumbuhan pakan alami berupa plankton ditandai dengan mulai munculnya warna

ke hijau-hijauan pada air. Setelah itu penebaran benih siap dilakukan (Mustajib *et al.*, 2018).



Gambar 3.4. Pengisian air

3.2.2 Kolam Terpal

Salah satu pilihan alternatif wadah budidaya yang mudah adalah kolam terpal. Kolam terpal bisa di buat pada lahan yang sempit. Sehingga jika kegiatan budidaya terhambat karena lahan, alternatif yang bisa dipilih adalah dengan pembuatan kolam terpal. Selain hemat dalam penggunaan lahan, keunggulan kolam terpal yaitu modal lebih sedikit, lokasi budidaya mudah dikontrol, bisa dibuat dalam skala rumahan. Dalam persiapan media untuk kolam terpal, ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain:

A. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi untuk pembuatan kolam terpal harus diperhatikan dengan baik, karena akan berpengaruh pada produksi yang didapatkan. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi kolam terpal adalah; kemudahan pengontrolan kolam pada saat budidaya, lokasi yang dipilih tidak ditumbuhi pohon besar ataupun rumput liar yang dapat mengganggu proses pembuatan kolam tersebut, harus mendapat penyinaran sinar matahari yang baik (Agustina,2017).

B. Pembuatan Media Kolam Terpal

Setelah diperoleh lokasi yang baik, selanjutnya dilakukan pembuatan media kolam terpal, dengan langkah sebagai berikut;

1. Langkah awal yang dilakukan adalah menggali tanah sedalam kurang lebih 70 cm, kemudian meratakan dasar tanah yang telah digali.
2. Meletakkan batu bata di dasar tanah yang telah digali agar mempermudah melakukan pengecekan tinggi air.
3. Membuat tanggul agar terpal kuat serta tidak mudah rusak.
4. Menaburkan sekam secara merata di atas dasar kolam
5. Memasang terpal dan pemberat agar terpal tidak mudah bergeser.
6. Membuat sanitasi agar memudahkan dalam hal pembersihan kolam.



Gambar 3.5. Pembuatan Kolam Terpal
(Sumber: Agustina, 2017)

3.3. Persiapan Media Budidaya Air Payau

Salah satu media budidaya yang biasa digunakan dalam budidaya air payau adalah tambak. Tambak biasanya terletak di sepanjang pantai dengan luas mencapai 2 ha. Kontruksi dan bentuk tambak secara umum sama dengan kolam air tawar. Perbedaan kedua media tersebut hanya terletak pada airnya yaitu kolam menggunakan air tawar dan tambak menggunakan air payau. Beberapa hal yang harus di perhatikan dalam persiapan media budidaya air payau dalam hal ini tambak, antara lain;

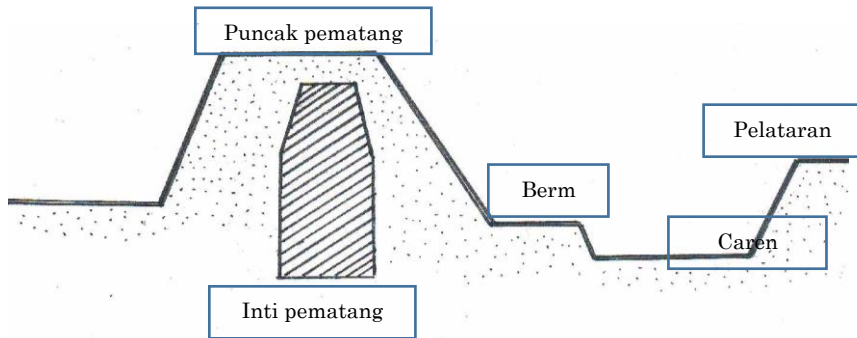
1. Pemilihan Lokasi Tambak

Dalam pemilihan lokasi, harus memperhatikan aspek teknis maupun non teknis. Aspek teknis antara lain; Elevasi (ketinggian lokasi dari permukaan air), Jenis Tanah dan Kualitas Air. Sedangkan aspek Non teknis harus juga memperhatikan aspek sosial dan ekonomis. Pemilihan lokasi tambak sebaiknya berdekatan dengan lokasi sumber pakan.

2. Persiapan Tambak

a. Pematang

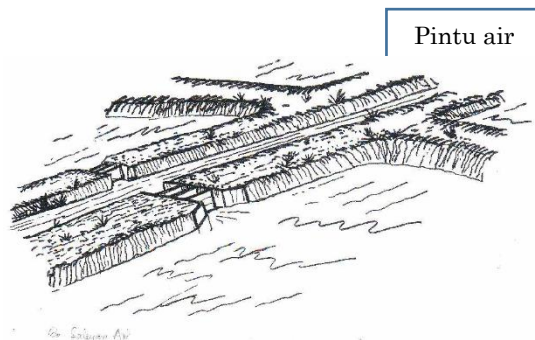
Pematang berfungsi menahan air yang berada dalam tambak agar tidak keluar. Olehnya itu harus dibuat kokoh dan harus diperhatikan kerusakannya saat digunakan dan harus segera diperbaiki. Pada budidaya bandeng secara intensif ketinggian pematang 1,5 meter maka air yang digunakan sedalam 1 meter. Pada sistem budidaya tradisional ketinggian pematang hanya 1 meter maka ketinggian air sekitar 50 cm.

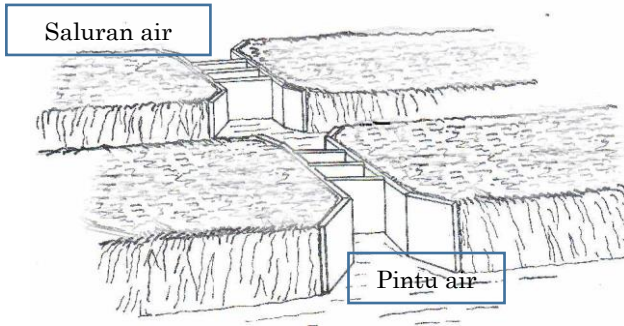


Gambar 3.6. Pematang dan bagian-bagiannya
(Sumber:Alifuddin, 2003)

b. Saluran Air

Pada tambak biasanya terdapat saluran pemasukan air dan saluran pengeluaran air. Saluran air masuk dibuat lebih rendah dari dasar tambak, untuk meminimalisir pengendapan lumpur pada tambak. Saluran air keluar dibuat lebih rendah minimal 15 cm dari dasar tambak terendah. Tujuannya adalah untuk mempermudah pengeringan tambak.

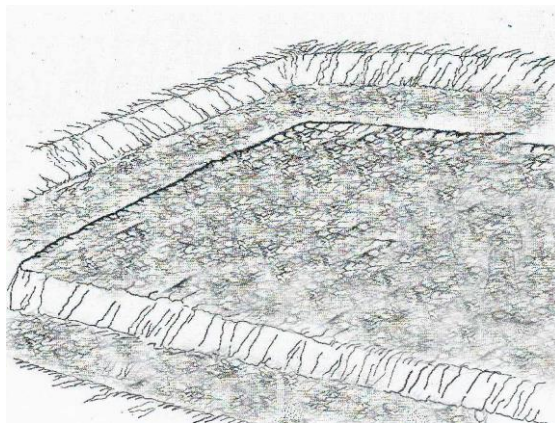




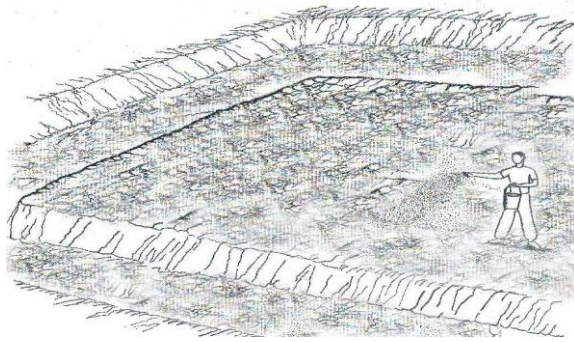
Gambar 3.7. Saluran Air Tambak
(Sumber: Alifuddin, 2003)

c. Dasar Tambak

Pada umumnya tambak bandeng biasanya menggunakan dasar tanah. Oleh karena itu pengelolaan dasar tanah tambak perlu diperhatikan dengan baik, agar pakan alami dapat tumbuh dengan subur. Pengelolaan tanah dasar tambak antara lain; pengeringan dasar tanah, pengapuran dan pemupukan, pengelolaan pintu air. Tujuan dilakukan pengeringan adalah untuk menghilangkan hama dan penyakit yang berada di dasar tambak. Pengapuran dan pemupukan bertujuan untuk menjaga kestabilan pH tanah dan menyuburkan tanah dengan menumbuhkan pakan alami.



(a)



(b)

Gambar 3.8.a. Tanah dasar tambak retak-retak akibat pengeringan., **b.** Pengapuran dan pemupukan
(Sumber: Alifuddin, 2003)

3.4. Persiapan Media Budidaya Air Laut

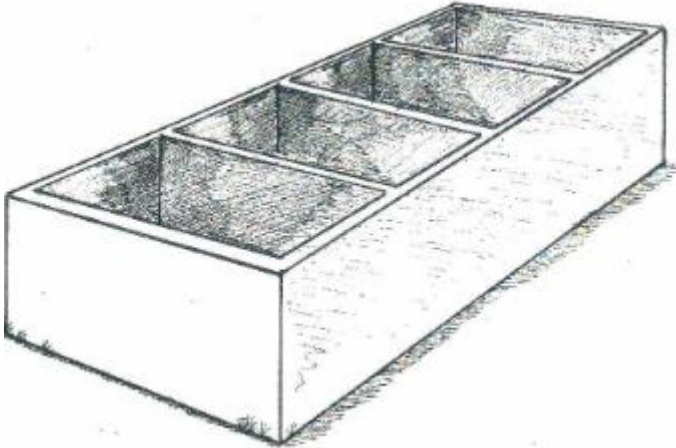
Pada dasarnya persiapan media budidaya air laut sama dengan persiapan media budidaya pada umumnya. Sebelum melakukan persiapan media, terlebih dahulu kita harus mengetahui karakteristik biologi organisme yang akan di budidayakan. Sebagai contoh persiapan media budidaya ikan kerapu, berikut adalah hal-hal yang harus dilakukan, antara lain:

1. Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan dalam budidaya air laut dapat berupa Bak beton, *fiberglass*, bak kayu dan sebagainya. Sebelum digunakan wadah harus dibersihkan dulu menggunakan kaporit lalu dicuci menggunakan air tawar. Tujuannya untuk menghilangkan bau sisa kaporit yang digunakan.

- a. Memilih dan menyiapkan wadah yang akan digunakan untuk pendederan. Pembersihan wadah menggunakan desinfektan
- b. Mempersiapkan suplai oksigen, selang aerasi dan batu aerasi

- c. Menyiapkan saluran pemasukan dan pengeluarn air
- d. Melakukan pemasangan perlengkapan aerasi ke wadah budidaya.

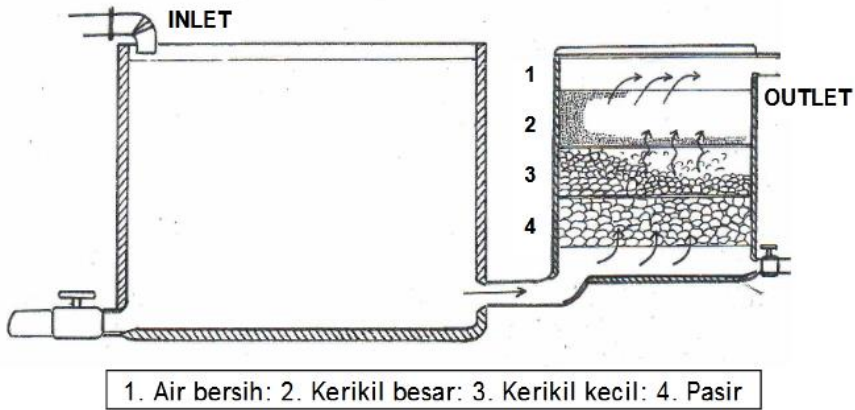


Gambar 3.9. Bak Beton
(Sumber: Sumantadinata,2003)

2. Persiapan Air

Pada budidaya air laut, air yang akan digunakan harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu. Setelah itu air diaerasi dan dibiarkan selama 24 jam. Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam persiapan air:

- a. Mengambil air laut kemudian memasukkan ke dalam wadah penampungan air berupa tandon air.
- b. Selanjutnya air laut tersebut di saring agar bersih.
- c. Pengukuran kualitas air



Gambar 3.10. Filter Air
(Sumber: Sumantadinata, 2003)

3.5 Penutup

Persiapan media budidaya air tawar, payau dan laut secara umum sama, hanya saja perlakuan pada masing-masing jenis budidaya harus diperhatikan. Selain jenis wadah yang digunakan, kita juga harus mengetahui karakteristik organisme yang akan dibudidayakan. Penggunaan dan pemilihan media budidaya akan berpengaruh pada tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme yang dibudidayakan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam persiapan media budidaya antara lain; persiapan kolam, bak atau tambak, pengelolaan dasar kolam, pengelolaan air, pintu pemasukan dan pengeluaran air, pengelolaan kualitas air.

Bab 4

Komponen Nutrisi Dan Pakan Budidaya

4.1 Pengantar

Dalam kegiatan budidaya ikan, pakan merupakan bagian terpenting sehingga membutuhkan banyak biaya dalam pengadaannya. Pakan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan budidaya karena mengandung nutrisi yang dibutuhkan. Nutrisi yang terdapat dalam pakan yaitu protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Komponen nutrisi dalam pakan harus tepat dan bergantung pada komposisi penyusunnya.

Nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan budidaya dipengaruhi oleh faktor usia, laju konsumsi, serta aktivitas. Selain sebagai sumber nutrisi, pakan bermanfaat dalam proses metabolisme lemak, reproduksi, meningkatkan cita rasa, pembentukan pigmen, serta kesehatan ikan budidaya.

Kegiatan budidaya ikan membutuhkan pakan dalam jumlah cukup, tepat waktu, dan berkesinambungan. Oleh karena itu, pengadaan pakan harus mendapat perhatian khusus agar tidak terjadi ketidakseimbangan dengan peningkatan intensifikasi usaha yang akan memengaruhi laju produksi.

Tingkat keberhasilan usaha budidaya dipengaruhi oleh ketersediaan pakan alami dan pakan buatan dengan kandungan

nutrisi yang mencukupi. Benih ikan berkualitas baik dihasilkan induk ikan sehat dan mutu pakan terbaik yang diberikan karena nutrisi dalam pakan diakumulasi dalam kuning telur sebagai cadangan energi bagi perkembangan embrio dan larva stadia awal. Jumlah benih yang diperoleh melalui pemijahan dipengaruhi oleh kualitas telur, sementara kualitas telur dipengaruhi oleh indukan yang sehat dan nutrisi dalam pakan yang diberikan selama proses reproduksi (Izquierdo *et al.*, 2001). Kuning telur merupakan sumber nutrisi dan energi bagi embrio selama tahapan perkembangannya menjadi larva yang belum mampu memperoleh makanan dari lingkungan luar (Steven & Kuhn 2017).

Upaya yang harus dilakukan dalam mengatasi hal tersebut adalah pemberian pakan tambahan atau pakan buatan. Pakan tambahan adalah pakan yang diberikan ke ikan secara langsung dalam bentuk aslinya, seperti makanan hijau, biji-bijian, makanan hewan dan sisa-sisa produksi. Pakan buatan merupakan makanan ikan yang terbuat dari berbagai macam bahan dan diolah menjadi bentuk khusus serta mengandung nutrisi yang disesuaikan dengan kebutuhan ikan budidaya. Selain itu, pakan buatan dapat disimpan dalam jumlah banyak dan jangka waktu lama.

4.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan

Ikan memerlukan nutrisi agar dapat tumbuh dan berkembang dengan sehat. Nutrisi yang terkandung dalam pakan ikan adalah protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin.

- **Protein**

Ikan memerlukan kalori sebesar 50% yang berasal dari protein. Protein bermanfaat untuk membangun otot, sel, dan jaringan tubuh. Protein merupakan unsur terpenting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan. Kebutuhan protein jenis ikan berbeda-beda. Ikan herbivora membutuhkan 15-30%

protein dalam pakan, ikan karnivora 45% protein, dan 50% protein dalam pakan dibutuhkan oleh ikan-ikan muda.

- Lemak

Sumber energi utama pada ikan adalah lemak. Lemak tersimpan dalam jaringan dan berfungsi untuk menjaga stamina. Dalam pakan ikan, kandungan lemak tidak sebesar protein. Pada ikan pemakan daging (karnivora) kebutuhan lemak kurang dari 8% dan herbivora kebutuhan lemak tidak lebih dari 3%. Lemak berlebih dalam pakan dapat memengaruhi fungsi hati, penyakit, dan mortalitas. Lemak jenuh dapat membahayakan ikan sehingga harus dihindari dalam pembuatan pakan. Sementara lemak tak jenuh seperti artemia mudah dicerna dan dapat memengaruhi proses pemijahan ikan.

- Karbohidrat

Karbohidrat dibutuhkan oleh ikan sebagai sumber energi untuk bertumbuh. Kelebihan karbohidrat mengganggu pertumbuhan. Hal ini memiliki hubungan dengan rendahnya kadar nutrisi esensial dalam pakan karena kadar karbohidrat yang tinggi.

- Mineral

Di alam sumber mineral telah tersedia. Namun dalam lingkungan *indoor* sumber mineral tidak tercukupi sehingga harus ditambahkan dalam pakan. Pada ikan, mineral bermanfaat dalam pemeliharaan kesehatan tulang, gigi, dan sisik. Selain kalsium dan fosfor, ikan juga membutuhkan besi, iodine, magnesium, natrium, kalium, tembaga, dan seng.

- Serat

Serat dibutuhkan ikan dalam jumlah kecil. Pada kelompok ikan karnivora, kandungan serat dalam pakan kurang dari

4%, sedangkan kelompok ikan herbivora kadar serat dalam pakan 5-10%.

- **Vitamin**

Vitamin utama yang diperlukan oleh ikan adalah A, D3, E, K, B1, B2, B3, B5, B6, B12, H, M dan inositol. Vitamin memiliki peranan penting terhadap pemeliharaan kesehatan. Kekurangan vitamin A dapat memengaruhi pertumbuhan ikan dan penyebab melengkungnya tulang punggung. Vitamin E dan A menjadi faktor penting bagi kondisi optimum ikan untuk pemijahan. Vitamin K berperan penting untuk penggumpalan darah. Vitamin B1, B2, dan B6 berperan penting bagi pertumbuhan normal ikan. Vitamin B3 dan C diperlukan untuk proses pencernaan. Selain itu vitamin C dibutuhkan untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Vitamin B5 dan M berperan dalam proses metabolisme. Kekurangan vitamin H berefek pada pembentukan sel darah yang menyebabkan anemia. Pemberian pakan ikan yang bervariasi merupakan salah satu cara untuk menjaga asupan nutrisi bagi ikan budidaya memiliki pertumbuhan baik dan sehat.

Berikut merupakan gangguan karena kekurangan nutrisi pada ikan budidaya.

Tabel 4.1 Gejala dan gangguan pada ikan akibat kekurangan nutrisi

Gejala	Nutrisi
Anemia	Folic Acid, Inositol, Niacin, Pyrodoxine, Rancid Fat, Riboflavin, Vitamin B12, Vitamin C, Vitamin E, Vitamin K
Anorexia	Biotin, Folic Acid, Inositol, Niacin, Pantothenic Acid, Pyrodoxine, Riboflavin, Thiamin, Vitamin A, Vitamin B12, Vitamin C

Acites	Vitamin A, Vitamin C, Vitamin E
Ataxia	Pyrodoxine, Pantothenic acid, Riboflavin
Atrophy of Gills	Pantothenic Acid
Atrophy of Muscle	Biotin, Thiamin
Caclinosis: renal	Magnesium
Cartilage abnormality Cataracts	Vitamin C, Tryptophan Methionine, Riboflavin, Thiamin, Zinc
Ceroid liver Cloudy lens	Rancid Fat, Vitamin E Methionine, Riboflavin, Zinc
Clubbed gills Clotting blood: slow	Pantothenic Acid Vitamin K
Colouration: dark skin Convulsions	Biotin, Folic Acid, Pyrodoxine Riboflavin Biotin, Pyrodoxine, Thiamin
Discolouration of skin	Fatty Acids, Thiamin
Deformations: bone	Phosphorous
Deformations: lens Degeneration of gills	Vitamin A Biotin
Dermatitis Diathesis, exudative	Pantothenic Acid Selenium
Distended stomach	Inositol
Distended swimbladder Dystrophy, muscula	Pantothenic Acid

(Sumber: DP Bureau dan CY Cho. Fish Nutrition Research Laboratory)

4.3 Bahan Baku Pembuatan Pakan

Bahan pembuatan pakan merupakan hasil pertanian, perikanan, perternakan, dan hasil industri yang mengandung nutrisi dan layak digunakan sebagai pakan (Afrianto & Evi 2005). dalam pemilihan bahan baku pembuatan pakan, terdapat beberapa syarat yaitu, 1) Pakan memiliki kandungan nilai gizi

yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan ikan budidaya, 2) Pakan buatan dapat dicerna dengan baik oleh ikan budidaya sehingga meningkatkan nilai efisiensi pakan, 3) Pakan bebas dari racun yang dapat menyebabkan ikan budidaya sakit atau mati, 4) Bahan baku pembuatan pakan mudah diperoleh, dan 5) Mempertimbangkan nilai efisiensi pembuatan pakan melalui pemilihan bahan baku yang terjangkau.

Tabel 4.2. Bahan baku pembuatan pakan ikan

Jenis	Bahan Baku	
Bahan Hewani	Tepung ikan	Protein 22,65%; lemak 15,38%; abu 26,65%; serat 1,80%; air 10,72%; nilai ubah 1,5-3
	Tepung rebon atau Benawa	Protein 59,4% (udang rebon), 23,38% (benawa); lemak 3,6% (Udang rebon), 25,33% (Benawa); karbohidrat 3,2% (Udang rebon), 0,06% (benawa); abu 11,41% (Benawa); serat 11,82% (Benawa); air 21,6% (Udang rebon), 5,43% Benawa; nilai ubah Benawa = 4-6
	Tepung kepala udang	Protein 48,35%; lemak 6,65%; karbohidrat 0%; abu 7,72%; serat kasar 14,61%; air 17,28%
	Tepung anak ayam	Protein 61,65%; lemak 27,30%; abu 2,34%; air 8,80%; nilai ubah 5-8
	Tepung kepompong ulat sutra	Protein 46,74%; lemak 29,75%; abu 4,86%; serat

		8,89%; air 9,76%; nilai ubah 1,8
	Ampas minyak hati ikan	Protein 25,08%; lemak 56,75%; abu 6,60%; air 12,06%; nilai ubah 8
	Tepung darah	Protein 71,45%; lemak 0,42%; karbohidrat 13,12%; abu 5,45%; serat 7,95%; air 5,19 Proteinnya sukar dicerna, sehingga penggunaannya untuk ikan < 3% dan untuk udang < 5%.
	Silase ikan	Protein 18-20%; lemak 1-2%; abu 4-6%; air 70-75%; kapur 1-3%; fosfor 0,3-0,9%.
	Arang bulu ayam dan Tepung bulu ayam	Protein 25,54%; lemak 3,80%; abu 61,60%; serat 1,80%; air 5,52%
	Tepung bekicot	Protein 54,29%; lemak 4,18%; karbohidrat 30,45%; abu 4,07%; kapur 8,3%; fosfor 20,3%; air 7,01
	Tepung cacing tanah	Protein 72% dan mudah diserap dinding usus.
	Tepung artemia	Protein burayak 42% dan dewasa 60%; asam lemak tak jenuh untuk burayak 20% dan dewasa 10%. Umumnya digunakan sebagai substitusi tepung ikan/kepala udang.

		Memiliki tingkat pencernaan baik.
	Telur ayam dan itik	Protein 12,8%; lemak 11,5%; karbohidrat 0,7%; air 74%
	Susu	Protein 35,6%; lemak 1,0%; karbohidrat 52,0%; air 3,5%
Bahan Nabati	Dedak	Protein 8,2%; lemak 12,15%; karbohidrat 28,62%; abu 10,5%; serat kasar 24,46%; air 10,15%, nilai ubah 8
	Dedak gandum	Protein 11,99%; lemak 1,48%; karbohidrat 64,75%; abu 0,64%; serat kasar 3,75%; air 17,35%; nilai ubah 2-3
	Jagung	1) Jagung kuning, kandungan protein tinggi, daya lekat rendah. 2) Jagung putih, kandungan protein, daya lekatnya tinggi.
	Cantel/Sorgum	Protein 13,0%; lemak 2,05%; karbohidrat 47,85%; abu 12,6%; serat kasar 13,5%; air 10,64%; nilai ubah 2-5
	Tepung terigu	Protein 8,9%; lemak 1,3%; karbohidrat 77,3%; abu 0,06%; air 13,25%
	Tepung kedelai	Protein 44%; lemak 14,3%; karbohidrat 29,5%; abu

		5,4%; serat 2,8%; air 8,4%; nilai ubah 3-5
	Tepung ampas tahu	Protein 23,55%; lemak 5,54%; karbohidrat 26,92%; abu 17,03%; serat kasar 16,53%; air 10,43%
	Tepung bungkil kacang tanah	Protein 47,9%; lemak 10,9%; karbohidrat 25,0%; abu 4,8%; serat kasar 3,6%; air 7,8%; nilai ubah 2,7-4
	Bungkil kelapa	Protein 17,09%; lemak 9,44%; karbohidrat 23,77%; abu 5,92%; serat kasar 30,4%; air 13,35%
	Biji kapuk/randu	Protein 27,4%; lemak 5,6%; karbohidrat 18,6%; abu 7,3%; serat kasar 25,3%; air 6,1 %
	Biji kapas	Protein 19,4%; lemak 19,5%; Asam lemak linoleat 47,8%; Asam lemak palmitat 23,4%; Asam lemak oleat 22,9%
	Tepung daun turi	Protein 27,54%; lemak 4,73%; karbohidrat 21,30%; abu 20,45%; serat kasar 14,01%; air 11,97 %
	Tepung daun lamtoro	Protein 36,82%; lemak 5,4%; karbohidrat 16,08%; abu 1,31%; serat kasar 18,14%; air 8,8%
	Tepung daun ketela pohon	Protein 34,21%; lemak 4,6%; karbohidrat 14,69%; air 0,12 %

	Isi perut besar hewan memamah biak	Protein 8,39%; lemak 5,54%; karbohidrat 33,51%; abu 17,32%; serat kasar 20,34%; air 14,9%; nilai ubah 2
Bahan Tambahan	Vitamin dan Mineral	Contoh Top mix, Rhodiamix, Mineral B12, Aquamix, Rajamix U, Pfizer Premix A, Pfizer Premix B.
	Garam dapur (NaCl)	Berfungsi sebagai pelezat dengan dosis 2%.
	Bahan perekat	Contoh agar-agar, gelatin, tepung terigu, tepung sagu, dan lain-lain. Dosis penggunaannya 10%.
	Antioksidan	Fenol, vitamin E, vitamin C, etoksikulin (1, 2 dihydro - 6 - etoksi - 2, 2, 4 trimethyquin oline), BHT (butylated hydroxytoluena), dan BHA (butylated hydroxyanisole). Dosis etoksikulin 150 ppm, BHT dan BHA 200 ppm.
	Ragi	Protein 59,2%; lemak 0 %; karbohidrat 38,93%; abu 4,95%; serat kasar 0 %; air 6,12%
	Ampas bir	Protein 25,9%; serat kasar 15%

Sumber: Ria Retno Dewi Sartika Manik, 2021

4.4 Nutrisi dan Kualitas Ikan

Ikan termasuk salah satu sumber pangan yang bernutrisi. Ikan memiliki kandungan protein dan bermanfaat untuk kesehatan manusia. Kandungan asam lemak jenuh rantai panjang (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA) dalam daging ikan memiliki manfaat dalam pencegahan penyakit jantung, kanker payudara, dan kanker usus besar serta lainnya (Kaushik, 2000). Secara medis kandungan asam lemak esensial omega-3 (HUFA) dalam minyak ikan dapat mencegah penyakit jantung melalui modifikasi jalur metabolisme asam arakhidonat/prostaglandin (Sargent, 1992). Selain itu ikan juga memiliki kandungan mikronutrien seperti yodium, selenium, dan vitamin larut lemak (A dan D). Pada negara-negara berkembang, ikan pelagis kecil seperti ikan teri dapat dikonsumsi utuh sehingga menjadi sumber mineral penting seperti kalsium, fosfor dan besi. Kualitas ikan dapat ditingkatkan melalui pemberian pakan yang mengandung nutrisi. Kualitas nutrisi dalam pakan ikan budidaya sangat memengaruhi komposisi nutrisi, warna, bau, rasa, tekstur daging, dan masa simpan ikan (Kaushik, 2000). Kajian mengenai suplementasi pakan dan daging ikan yang memiliki nilai nutrisi kompleks harus ditingkatkan sebagai upaya pengembangan akuakultur berkelanjutan.

4.5 Peranan Nutrisi dalam Domestikasi Spesies Akuakultur

Dalam budidaya perikanan, kandungan nutrisi pakan ikan memengaruhi kualitas larva yang dihasilkan melalui perbaikan gizi indukan (Mainassy *et al.*, 2021). Pemberian pakan berkualitas berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan larva hingga benih dalam periode reproduksi indukan (Mainassy *et al.*, 2022). Dewasa ini penelitian mengenai suplementasi pakan dalam hubungannya dengan pertumbuhan dan perbaikan reproduksi menjadi perhatian penting. Hasil kajian Dewi *et al.* (2018), Rawung *et al.* (2021), dan Mainassy *et al.* (2022) membuktikan bahwa kandungan nutrisi pakan budidaya dapat

dimodifikasi sehingga meningkatkan performa indukan ikan patin, lele, dan ikan nila merah. Suplementasi pakan dengan bahan yang bersifat fitoestrogen seperti kurkumin dapat memengaruhi kualitas reproduksi indukan nila merah (Mainassy *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa komposisi nutrisi dalam pakan dapat disuplementasi dengan bahan alam sehingga meningkatkan performa indukan yang dapat menghasilkan benih ikan berkualitas baik. Asam lemak esensial dan vitamin juga memengaruhi kualitas indukan.

4.6 Penutup

Nutrisi dan pemberian pakan memiliki peranan penting serta menjadi pusat pengembangan produksi akuakultur yang berkelanjutan. Pemenuhan sumber-sumber pakan yang memenuhi standar kebutuhan nutrisi diperlukan bagi kebutuhan produksi budidaya perikanan.

Bab 5

Pengendalian Penyakit Ikan

5.1. Pengantar

Kegiatan budidaya perikanan yang berkembang secara global, baik dalam hal jumlah, produksi biomassa, diversifikasi spesies, wilayah geografis dan metode budidaya yang semakin intensif, akan dihadapkan pada berbagai serangan penyakit yang mengganggu proses produksi. Selain itu perubahan iklim juga berkontribusi pada keseimbangan interaksi patogen, ikan, dan lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya penyakit.

Serangan penyakit pada lingkungan budidaya menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ikan sehingga periode pemeliharaan menjadi lebih panjang, tingginya konversi pakan, mortalitas meningkat, hasil panen menurun dan rendahnya daya jual. Hal ini akan berdampak pada keberlanjutan mata pencaharian, berkurangnya pendapatan, dan kerawanan pangan. Novriadi *et al.*, (2014), mengemukakan bahwa kematian ikan yang disebabkan oleh infeksi patogen menjadi salah satu hambatan utama dalam keberlanjutan produksi budidaya. Kondisi ini menggambarkan semakin intensifnya sistem budidaya yang dikembangkan berkorelasi positif dengan infeksi patogen. Infeksi patogen cukup signifikan berdampak pada jumlah produksi, keuntungan dan keberlanjutan sistem budidaya, hal ini secara global berpotensi pada kerugian ekonomi.

Untuk mengatasi dampak akibat penyakit, perlu dilakukan tindakan pengendalian berdasarkan cara-cara yang telah terbukti dan direkomendasikan secara ilmiah serta dapat diterapkan secara lokal.

5.2. Sumber dan Jenis-jenis penyakit pada budidaya ikan

Penyakit ikan didefinisikan sebagai suatu perubahan pada tubuh ikan baik fisik, morfologi, dan atau fungsi dari kondisi normal menjadi tidak normal yang disebabkan faktor internal maupun eksternal. Untuk mencegah timbulnya wabah penyakit atau sebagai upaya pengobatan ikan yang sakit diperlukan informasi tentang sumber dan jenis penyakit yang sering menyerang ikan.

Penyakit ikan secara garis besar terdiri dari dua kelompok yaitu penyakit infeksi (penyakit menular) dan penyakit non infeksi (penyakit tidak menular).

Penyakit Infeksi (penyakit menular)

Virus, bakteri, jamur dan parasit merupakan agen patogen penyebab penyakit infeksi atau penyakit menular pada ikan. Masuknya patogen pada bagian tubuh dalam maupun bagian tubuh luar ikan dapat menyebabkan infeksi.

1. Penyakit yang disebabkan oleh virus

Virus merupakan agen patogen dengan ukuran sangat kecil antara 18-200 nm yang hanya dapat terlihat dengan mikroskop elektron. Infeksi virus bersifat non seluler dan untuk melakukan multiplikasi virus harus berada dalam sel inang. Virus harus mampu berpindah dari inang satu ke inang lainnya, menginfeksi dan melakukan replikasi pada inang yang sesuai sebagai upaya untuk dapat bertahan hidup di lingkungannya. Pada beberapa virus, genomnya dapat terintegrasi dalam kromosom inang sehingga virus dapat berada dalam tubuh inang dalam waktu lama tanpa melakukan replikasi, kondisi ini menyebabkan kehadiran

virus dapat bersifat laten dan akan meledak sebagai wabah jika kondisi ikan melemah (Irianto, 2005). Beberapa virus utama yang menyerang ikan budidaya antara lain

a. *Viral Nervous Necrotic (VNN)*

VNN adalah virus RNA dari famili Nodaviridae yang menyerang ikan laut budidaya. Kematian massal dapat terjadi pada ikan dengan prevalensi mencapai 100% akibat serangan VNN. Gejala klinis yang ditunjukkan ikan terinfeksi VNN adalah ikan kehilangan keseimbangan tubuh dengan berenang tidak normal dan *nervous signs* disebabkan oleh replikasi virus di sel-sel otak dan retina. Warna tubuh lebih gelap, anoreksia, lesu atau hiperinflasi gelembung renang (Toffan *et al.*, 2017).

b. *Koi Herpes Virus (KHV)*

KHV adalah penyakit virus yang sangat menular dan hanya ditemukan menginfeksi ikan mas dan koi (*Cyprinus carpio*). Serangan KHV hanya memerlukan masa inkubasi antara 1-4 hari, dengan mortalitas mencapai 80-100% dari populasi ikan yang dibudidaya. KHV merupakan golongan Herpesvirus dsDNA, memiliki 31 polipeptida virion dan 8 glycosylated protein, terdapat kapsid dalam berbentuk simetris icosahedral dengan diameter sekitar 100–110 nm. Gejala klinis ikan terinfeksi KHV yakni ikan terlihat lesu, kehilangan keseimbangan, pengelupasan epitel kulit, pada permukaan kulit terdapat lesi seperti lepuh, perdarahan terlihat pada bagian operkulum, pangkal sirip, ekor, perut, dan kerusakan parah pada insang.



Gambar 5.1. Gejala klinis infeksi Koi Herpes Virus

c. *Irridovirus*

Irridovirus merupakan famili Iridoviridae, virus ini menginfeksi jaringan limpa dan intestinal pada beragam spesies ikan laut, dengan tanda-tanda penyakit sistemik pada ikan yang sakit. Serangan virus ini dalam kurun waktu 24-48 jam setelah muncul gejala infeksi dapat menyebabkan mortalitas ikan mencapai 100%. Gejala klinis ikan yang terserang *irridovirus* yaitu warna tubuh yang gelap atau pucat (melanosis), letargi, ikan tidak mau makan, terjadi pembengkakan pada bagian perut, pada saluran pencernaan terjadi pendarahan, dan pada rongga perut berisi cairan keruh (OIE, 2016).

d. *Epithelioma papulasum*

Ikan mas (*Cyprinus carpio*), *Prussian carp* (*Carassius auratus*) dan beberapa jenis ikan hias merupakan target serangan virus ini dengan gejala klinis seperti penyakit cacar yakni pada tubuh ikan timbul bercak-bercak putih seperti susu yang secara perlahan-lahan akan membentuk lapisan lemak yang berlendir dan transparan dengan ketebalan antara 1-2 mm. Pada tingkat serangan yang tinggi, dalam waktu singkat lapisan lemak yang terbentuk akan

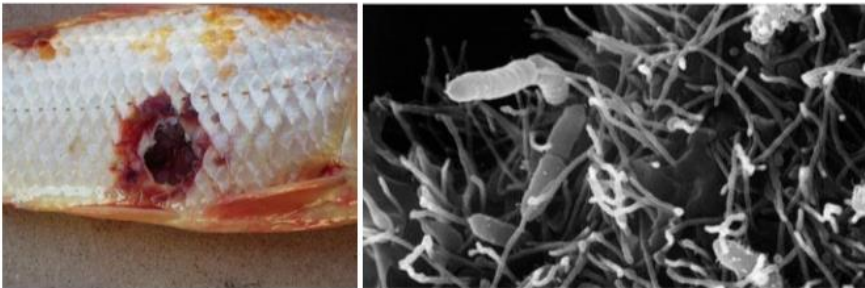
menutupi seluruh permukaan tubuh ikan (Afrianto dan Liviawaty, 1992).

2. Penyakit yang disebabkan oleh Bakteri

Beberapa bakteri patogen yang sering menyerang ikan budidaya antara lain;

a. *Aeromonas hydrophila*

A. hydrophila adalah bakteri Gram negatif, berbentuk batang, motil, dan ditemukan di perairan tawar. Penyakit yang ditimbulkan akibat serangan bakteri ini dikenal dengan nama *motile aeromonas septicemia* (MAS). Bakteri ini dapat bersifat oportunistik jika kondisi ikan stres atau karena pemeliharaan dengan padat tebar tinggi. Ikan yang terinfeksi menunjukkan gejala klinis yang dilaporkan oleh Kurniawan (2012), yakni *hemorrhage* pada kulit, insang, rongga mulut, terdapat borok pada kulit hingga jaringan otot, *exophthalmia*, terjadi kerusakan pada beberapa organ seperti pembengkakan perut karena akumulasi cairan, pembengkakan dan nekrosis pada limpa dan ginjal, dan nekrosis pada hati dan jantung.



Gambar 5.2. Bentuk infeksi dan morfologi *Aeromonas* sp.

(Sumber: Kurniawan, 2012)

b. *Myobacterium fortuitum*

Bakteri patogen ini menyerang ikan air tawar maupun laut. Dalam suatu populasi tingkat infeksi bervariasi

dari 10% hingga 100% (Irianto, 2005). Gejala klinis yang ditunjukkan pada serangan patogen ini yakni ikan terlihat lemah, mata menonjol (*exophthalmia*), dan pada tubuh terdapat lesi dan borok.

c. *Pseudomonas* sp.

Pseudomonas adalah bakteri Gram negatif dari keluarga *Pseudomonadaceae*, merupakan patogen oportunistik yang menyerang ikan air tawar dengan tingkat mortalitas ikan hingga 30%. *Pseudomonas* termasuk dalam kelompok bakteri perusak sirip (*bacterial fin rot*). Gejala klinis serangan bakteri ini seperti kebanyakan infeksi bakteri lainnya, yaitu terjadi *hemorrhage* pada insang dan ekor, terdapat borok pada kulit, dan *septicemia* (Hardi, 2018). Lebih lanjut dikatakan bahwa infeksi *Pseudomonas* dapat menyebar melalui peredaran darah menyebabkan lesi dari satu jaringan ke jaringan lain hingga infeksi melebar hampir ke semua jaringan tubuh inang.

d. *Vibrio* sp.

Vibriosis adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi *Vibrio* sp. Vibriosis dilaporkan menyerang hampir semua jenis ikan laut yang dibudidaya. Gejala yang tampak pada ikan yang terinfeksi umumnya adalah perubahan warna tubuh menjadi lebih gelap, nafsu makan ikan menurun, perut membesar/kembung berisi cairan, mata menonjol (*exophthalmia*), pergerakan ikan lambat, ikan kehilangan keseimbangan dan berenang berputar-putar. Terjadi perubahan morfologi ikan seperti, adanya bercak merah pada pangkal sirip, perdarahan pada insang dan mulut, hingga mengakibatkan kematian. Mortalitas yang terjadi pada kondisi puncak wabah dapat mencapai 100%. Spesies vibrio yang patogenik memiliki faktor virulensi seperti *enterotoxin*, *hemolysin*, *lipase*, *phospholipase*,

siderophore, adhesive factor dan *haemagglutinin* (Khouadja *et al.* 2014).

3. Penyakit yang disebabkan jamur

Beberapa jenis jamur yang diketahui menyerang ikan budidaya (Rianto, 2019) antara lain;

a. *Oodinium sp*

Oodinium menyerang ikan air tawar dan air laut ketika kondisi ikan stres atau saat imunitas menurun. jamur ini tidak mampu bertahan di lingkungan dan akan mati jika tidak segera menemukan inang dalam 24 jam. *Oodinium* menginfeksi tubuh ikan dengan menghisap nutrisi pada daging ikan menggunakan alat hisap yang mampu menembus selaput lendir dan kulit, serta merusak sel-sel disekitarnya. Gejala klinis yang terlihat yakni tubuh ikan seperti terdapat butiran warna putih, sisik ikan terlepas, dan terdapat selaput pada mata ikan.

b. *Saprolegnia*

Saprolegnia menginfeksi telur dan tubuh ikan yang terdapat luka, menyerang ikan air tawar dan air laut, memicu datangnya bakteri atau parasit lain. Gejala klinisnya terdapat semacam kapas berwarna putih hingga warna cokelat keabu-abuan pada permukaan tubuh ikan



Gambar 5.3. Infeksi jamur *Saprolegnia*
(Sumber: Afriyanto *et al.*, 2015)

c. *Branchiomycosis*

Infeksi **Branchiomycosis** ini dikenal sebagai penyakit busuk insang. Menyerang saat ikan dalam keadaan stres karena kondisi lingkungan yang tidak stabil, salah satu organ target infeksi jamur ini adalah insang. Ikan yang terinfeksi menjadi malas bergerak, kesulitan bernapas, warna insang pucat dan mengeras.

d. *Icthyophonus*

Merupakan jamur sistematik yang menginfeksi jaringan tubuh ikan. Menyerang ikan air tawar dan air laut, menyebar melalui sistem pencernaan ikan akibat adanya spora jamur yang tertelan. Pada tingkat serangan *Icthyophonus* ringan dan sedang tidak memperlihatkan gejala klinis, sedangkan pada tingkat serangan yang tinggi gejala klinis yang terlihat yakni permukaan kulit ikan menjadi kasar, terdapat luka berwarna putih keabu-abuan pada tubuh.

4. Penyakit yang disebabkan oleh parasit

Berdasarkan letaknya dalam tubuh parasit yang menyerang ikan budidaya terdiri dari endoparasit dan ektoparasit. Kelompok endoparasit antara lain protozoa dan trematoda, sedangkan kelompok ektoparasit adalah krustacea. Kelompok protozoa yang dapat menimbulkan penyakit pada ikan yakni *Ichthyophthirius multifiliis*, *Myxobolus* sp., *Trichodina* sp., *Myxosoma* sp., *Henneguya* sp., dan *Thelohanellus* sp. Kelompok trematoda yang menyerang ikan antara lain *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., dan *Clinostomum* sp. Sedangkan dari kelompok krustacea yang dapat menimbulkan penyakit pada ikan adalah *Argulus* sp. dan *Lernea cyprinaceae*.

a. *Ichthyophthirius multifiliis*

Ichthyophthirius sp. merupakan ektoparasit yang ditemukan menempel pada sisik, sirip dan insang ikan.

Ikan yang terinfeksi biasanya akan sering menggosok-gosokan tubuhnya di tepi atau dasar kolam, nafsu makan menurun, tampak bintik-bintik putih di sirip, kulit atau insang dan kondisi tubuh ikan melemah. Pergerakan ikan lambat dan cenderung mengapung di permukaan air. Infeksi yang menyerang bagian insang akan membuat insang menjadi pucat dan membengkak sehingga mengalami gangguan penyerapan oksigen, gangguan pernafasan akut, dan dapat menyebabkan kematian.

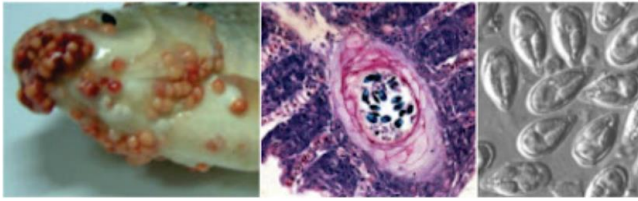


Gambar 5.4 Infeksi *Ichthyophthirius multifiliis*
(Sumber: <https://gdmorganic.com/penyakit-ikan/>)

b. *Myxobolus* sp.

Myxosporeasis atau *myxosporidiosis* merupakan sebutan bagi penyakit ikan akibat infeksi *Myxobolus*. Parasit ini berukuran kecil sekitar 10-20 μ m sehingga sering tertelan oleh ikan. *Myxobolus* yang tertelan, saat sampai di usus ikan sporanya akan melepaskan semacam anak panah berbentuk benang halus untuk mencapai dinding usus. Selanjutnya spora ini akan berkembang hingga ribuan spora dan menyebar ke bagian tubuh lainnya. Mekanisme infeksi selanjutnya merusak jaringan yang ditandai dengan adanya bintil warna merah yang merupakan kumpulan ribuan spora. Kumpulan spora ini jika melekat pada operkulum menyebabkan operkulum ikan selalu terbuka sehingga terjadi penurunan aktivitas dan fungsi

organ pernafasan yang mengakibatkan terganggunya sistem sirkulasi.



Gambar 5.5 Bentuk infeksi dan morfologi *Myxobolus* sp.

(Sumber: <http://www.kstate.edu/parasitology/Myxozoa>)

c. *Trichodina* sp

Jenis protozoa ini berbentuk bulat seperti piring dengan diameter sel antara 45-122 μm . Memiliki alat gerak berupa silia dibagian tepinya, dan 16-31 dentikel sebagai alat pelengkap. Infeksi *Trichodina* menyebabkan iritasi karena terjadi adhesi pada permukaan sel. Pada infeksi yang serius menyebabkan kerusakan sel-sel epidermis akibat permukaan tubuh ikan ditutupi oleh lapisan tebal parasit ini



Gambar 5.6 *Trichodina* sp.

(Sumber: Firdausi *et al.*, 2020)

d. *Dactylogyrus* sp

Dactylogyrus sp. merupakan parasit yang sering ditemukan menginfeksi insang ikan. Selama hidupnya *Dactylogyrus* berada pada tubuh inang, saat inang yang ditumpanginya

mati parasit ini akan mencari inang yang baru. *Dactylogirus sp.* memiliki semacam kait yang digunakan untuk menginfeksi insang, mengakibatkan pendarahan dan kerusakan pada lamella insang, filamen insang menjadi pucat sehingga terganggunya proses respirasi (Scholz, 1999)

e. *Argulus sp*

Argulus memiliki mulut dan kaki yang digunakan untuk merusak sirip dan kulit, dan juga untuk berpindah dari satu inang ke inang lainnya. Gejala klinis infeksi *argulus* adalah adanya dua bintik hitam di permukaan tubuh ikan yang merupakan sepasang mata *argulus*. *Argulus* ditemukan di belakang sirip atau sekitar kepala. Ikan yang diserang akan mengalami pendarahan (*hemmorhagic*) atau pembengkakan di kulit, insang, atau sirip. Ikan yang terinfeksi menjadi gelisah dan bergerak tanpa arah yang jelas. Jika serangannya parah, ikan menjadi malas, kehilangan nafsu makan, produksi lendir berlebihan sehingga menyebabkan warna ikan berubah, dan ikan akan menggosokkan badannya ke dasar kolam. Serangan *argulus* umumnya tidak menyebabkan kematian, kecuali jika pada luka yang ditimbulkan menyebabkan banyak kehilangan darah atau terjadi infeksi sekunder oleh bakteri atau jamur pada luka.



Gambar 5.7 Morfologi Argulus

(Sumber: Afriyanto *et al.*, 2015)

f. *Lernea cyprinaceae*

Lernaea adalah ektoparasit yang ditemukan pada permukaan tubuh, mulut, sirip dan insang ikan. Penyakit yang ditimbulkan akibat ektoparasit ini dikenal dengan Lernaecosis. *Lernea* yang menempel pada tubuh ikan menyebabkan bercak (luka) merah pada tempat menempelnya karena alat pengait yang terdapat di kepalanya, iritasi kulit dan lesi. Ikan yang terserang *lernea* biasanya sering meloncat ke permukaan air atau menggosokkan tubuhnya ke dinding atau dasar kolam (Afriyanto *et al.*, 2015).

Penyakit non Infeksi (Penyakit tidak Menular)

Penyakit non-infeksi atau penyakit tidak menular adalah pengaruh langsung dari semua faktor-faktor lingkungan terhadap kesehatan ikan. Penyakit non-infeksi disebabkan karena efek lingkungan, pakan (defisiensi nutrisi), keracunan, faktor genetik dan penanganan.

➤ **Efek lingkungan**

- a. Suhu air; Perubahan suhu yang mendadak menyebabkan stres, tingkat survival dan kemampuan untuk melawan penyakit menjadi sangat rendah. Suhu air tinggi menurunkan kadar DO, menimbulkan stres pada sistem pernafasan
- b. pH air; Efek utama dari pH air yg rendah adalah kerusakan akut pada insang disertai gangguan pernafasan dan mortalitas, kerusakan pada sirip dan kornea mata.
- c. Trauma gelembung gas; penyakit ini dikenal dengan *Gas bubble disease*, timbul jika ikan terekspos pada air yang sudah jenuh dengan udara (disebabkan total tekanan gas terlarut lebih tinggi dibandingkan tekanan gas atmosfer atau supernaturasi), supernaturasi timbul jika udara terhisap masuk ke dalam suatu sistem pompa air melalui

pipa yang retak atau bocor, ikan dimasukkan ke dalam tangki/bak dengan aerasi yang kuat dan ikan tersebut tidak bisa menghindari gas yang berlebihan. Tanda-tanda klinis penyakit ini adalah terdapat gelembung-gelembung gas umumnya ditemukan pada mata, kulit, dan insang.

- d. Sinar matahari; radiasi cahaya dapat membakar dan menimbulkan luka-luka pada kulit ikan dibagian kepala, sirip punggung, sirip dada, sirip ekor dan mata menonjol.
- e. Partikel-partikel air; menyebabkan iritasi pada epitelium insang sehingga menyebabkan gangguan respirasi

➤ **Masalah-masalah pada insang**

Faktor-faktor pengganggu insang berasal dari racun endogenik dan eksogenik. Racun-racun endogenik berasal dari kotoran ikan yg bersifat racun bagi ikan misalnya amoniak, nitrit, dan karbondioksida yang tinggi di perairan. Racun-racun eksogenik berasal dari limbah industri, DO rendah, logam berat (menyebabkan kerusakan pada hati dan insang), racun-racun organik yg diproduksi fitoplankton beracun, gas-gas klor, H₂S (penyebab patologi pada insang), biosida misalnya algasida dan pestisida (dapat meracuni ikan)

➤ **Kerusakan fisik**

Kerusakan fisik misalnya luka yang disebabkan oleh berbagai prosedur manajemen budidaya (penangkapan dengan net), penyuntikan yang menyebabkan sisik dan epidermis mudah lepas, dan penanganan ikan.

➤ **Penyakit Nutrisional (gizi)**

- a. Kelaparan; disebabkan karena kurangnya jumlah pakan yang diberikan atau ukuran pakan yang diberikan terlalu kecil atau terlalu besar sehingga menyulitkan ikan untuk mengkonsumsinya. Kelaparan

menyebabkan kegagalan reproduksi, dan timbulnya kanibalisme.

- b. Ketidakseimbangan komponen-komponen dalam pakan ikan
- Protein (asam amino); kerusakan bentuk urat saraf akibat kekurangan asam amino *tryptopan*, *leucine*, *lysin*, arginin dan histidin.
 - Karbohidrat: terlalu tinggi menyebabkan kerusakan sel-sel hati
 - Lemak: kelebihan menyebabkan gangguan hati karena perembesan lemak ke dalam hati. Kekurangan menyebabkan erosi pada sirip dan gangguan pertumbuhan.
 - Vitamin: kekurangan vitamin A menyebabkan kelainan tutup insang, defisiensi vitamin C menyebabkan kelaian tulang belakang dan saraf tulang belakang, defisiensi vitamin E dan pakan rucah yang sudah busuk menyebabkan tulang belakang bengkok



Gambar 5.8. Kelainan morfologi lele akibat defisiensi vitamin E
(Sumber: Sealey dan Hardy, 2005)

c. Keracunan makanan

Racun aflatoksin pada jamur *aspergillus* yang terdapat pada pakan buatan yang tidak disimpan dengan baik dapat menyebabkan kerusakan sel-sel hati, pembengkakan insang dan pendarahan.

d. Neoplasia (tumor pada ikan)

Tumor adalah perbanyakan sel-sel secara serampangan sehingga menghasilkan sel-sel yg tumbuh tidak terkontrol. Tumor yang ditemukan pada ikan adalah tumor kulit (papillomata) akibat ikan terpapar polusi dari zat karsinogen, dan tumor hati (hepatoma) akibat aflatoksin.

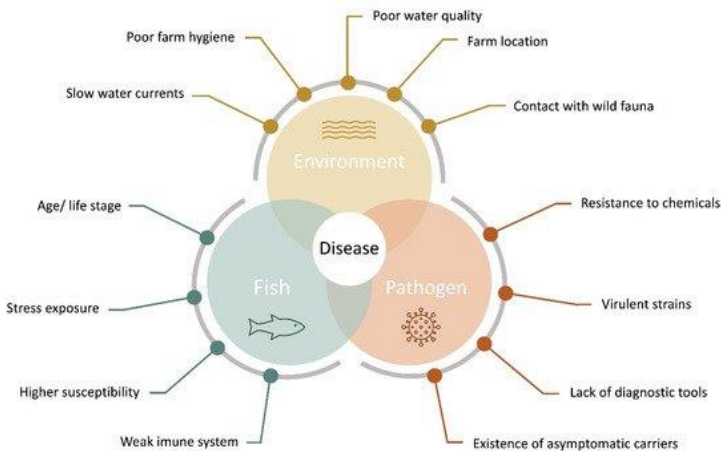
5.3. Mekanisme terjadinya penyakit

Penyakit muncul sebagai akibat dari hasil interaksi antara komponen budidaya, yaitu lingkungan (kondisi kualitas air, kebersihan lingkungan budidaya, peralatan, dan terjadi kontak dengan fauna liar), kondisi ikan (umur, siklus hidup, paparan stress, kerentanan) dan patogen/agen penyakit (strain virulen, resistensi bahan kimia) (Gambar 5.9). Jika hubungan ketiga faktor tersebut tidak seimbang dapat mengakibatkan sakit pada ikan.

Kemampuan ikan mempertahankan diri dari serangan penyakit tergantung pada kesehatan ikan dan kondisi lingkungan. Ikan yang sehat memiliki sistem pertahanan yang dapat bekerja untuk mengeliminir organisme patogen. Jika kondisi lingkungan tidak mendukung kehidupan ikan, maka ikan akan stres sehingga kemampuannya untuk mempertahankan diri dari serangan patogen menurun dan patogen lebih mudah menginfeksi ikan. Irianto (2005) mengemukakan bahwa stres adalah suatu keadaan saat organisme tidak mampu mengatur kondisi fisiologis karena berbagai stessor yang mempengaruhi kondisi kesehatannya. Untuk dapat menyebabkan penyakit maka patogen harus

mampu mencapai ikan, harus mampu menembus dan mencari jalan masuk ke ikan, harus mampu melawan sistem pertahanan ikan dan mampu berkembang dalam tubuh ikan.

Penyebaran penyakit sangat tergantung pada sumber dan jenis penyakit, dan daya tahan tubuh ikan terhadap serangan penyakit. Secara umum penyebaran penyakit terjadi secara vertikal yakni penyakit ditularkan dari induk ke keturunannya, dan secara horisontal yang mana penyakit ditularkan melalui kontak fisik antara ikan yang sehat dengan ikan yang sudah terjangkit penyakit, air, dan peralatan yang digunakan.



Gambar 5.9 Prinsip terjadinya penyakit
(Sumber: Moreira *et al.*, 2021)

5.4. Diagnosa Penyakit Ikan

Diagnosa dilakukan untuk menentukan kondisi penyakit yang terjadi berdasarkan gejala fisik yang meliputi perubahan tingkah laku, perubahan morfologi dan anatomi (Sarjito *et al.*, 2013).

- Diagnosa awal (*presumptive diagnose*)

Diagnos awal dilakukan berdasarkan pengamatan gejala klinis untuk mengidentifikasi adanya keabnormalitasan fisik dan perilaku pada ikan.

- Perilaku; ikan sering muncul ke permukaan air, menggosok gosokkan tubuhnya pada benda-benda yang ada di sekitarnya, nafsu makan menurun atau tidak mau makan sama sekali, ikan yang biasanya berkelompok cenderung memisahkan diri dari kelompok, dan ikan terlihat pasif dan berdiam di dasar kolam.
 - Equilibriun; ikan yang terinfeksi penyakit tertentu akan terganggu keseimbangannya saat berenang, ikan tampak berenang dengan kepala atau ekor dibawah atau terapung pada salah satu sisi tubuhnya, dan sesekali menabrak dinding kolam.
 - External lesion; perubahan warna tubuh menjadi lebih gelap atau lebih pucat, produksi lendir yang berlebihan, kelainan bentuk organ tubuh, warna insang pucat dan terdapat bercak merah
 - Faktor kondisi; pembengkakan rongga tubuh, kelainan gelembung renang, memutihnya selaput mata ikan, terdapat borok atau luka pada tubuh ikan, mulut tidak bisa menutup.
- Diagnosa definitif

Setelah melakukan pemeriksaan klinis, maka perlu dilakukan diagnosa definitif untuk mendapatkan kepastian mengenai penyebab penyakit. Diagnosa ini menggunakan metode dan alat uji yang lebih akurat seperti PCR, imunokimia dan imunohistokimia. Diagnosis ini cenderung dilakukan untuk mendapatkan kepastian tentang jenis bakteri atau virus yang menginfeksi ikan.

5.5. Pengendalian Penyakit Ikan

Pengendalian penyakit ikan dilakukan sesuai dengan jenis dan sifat penyakit. Pengendalian penyakit dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni;

a. Pencegahan (*promotive dan preventive*)

- Peningkatan kesehatan ikan (*promotive*); upaya ini dapat dilakukan dengan memberi ikan pakan gizi seimbang. Penambahan *feed additive* dan *feed supplement* ke dalam pakan yang dapat berperan sebagai imunostimulan untuk meningkatkan kekebalan ikan terhadap infeksi penyakit.
- Peningkatan daya tahan tubuh ikan (*preventive*); dilakukan melalui vaksinasi. Pemberian vaksin bertujuan merangsang sistem pertahanan tubuh ikan untuk memproduksi antibodi (kekebalan spesifik). Kekebalan tubuh yang terbentuk setelah satu atau dua kali pemberian vaksin dapat bertahan sekitar 3-4 bulan. Vaksinasi dapat berperan menggantikan antibiotik, aman bagi ikan, tidak membuat patogen resisten, dan bisa diterima pasar.
- Penerapan biosekuriti yang meliputi;
 - penggunaan benih, calon induk, dan induk bermutu yang berasal dari sumber yang jelas
 - penggunaan pakan berkualitas dengan gizi seimbang dan obat ikan yang terdaftar di Kementerian
 - pengelolaan lingkungan budidaya sehingga memenuhi standar dan sesuai bagi kehidupan organisme budidaya
 - desinfeksi peralatan, wadah media budidaya, kendaraan, dan tenaga kerja untuk meminimalisir kontaminasi dengan sumber penyakit
 - pembatasan lalu lintas pekerja, peralatan, dan kendaraan di unit budidaya

b. Pengobatan (*Curative*)

- Pengobatan dilakukan berdasarkan hasil diagnosis awal dan diagnosis definitif.

- Pengobatan ikan yang sakit dilakukan dengan menggunakan obat ikan yang terdaftar di Kementerian, sesuai ketentuan dan petunjuk dan dilakukan oleh orang yang berpengalaman.
- Sisa pengobatan dan alat yang digunakan seperti air perendaman yang mengandung obat ikan tertentu, alat suntik yang telah digunakan, kemasan obat, dan/atau obat yang kedaluwarsa harus dilakukan pengelolaan agar tidak mencemari lingkungan.

c. Pemusnahan (*Eradicative*)

Ikan yang terinfeksi penyakit tertentu yang sudah tidak dapat disembuhkan, atau ikan yang terinfeksi penyakit ikan penting dengan tingkat serangan lebih besar dari 60% dapat dimusnahkan agar tidak terjadi penyebaran penyakit yang lebih luas. Pemusnahan dilakukan dengan penggunaan bahan kimia, pembakaran dan/atau penguburan.

d. Pemulihan (*Rehabilitative*)

Upaya pemulihan dilakukan terhadap unit pembudidayaan ikan melalui pembersihan dan desinfeksi, selain itu upaya pemulihan juga bisa dilakukan dengan penggunaan induk, calon induk dan/atau benih yang bebas penyakit sehingga dipastikan tidak terdapat penyakit bawaan dari sumber asalnya.

5.6. Penutup

Perkembangan budidaya perikanan berkorelasi dengan meningkatnya penyakit ikan yang nantinya akan berpengaruh pada nilai produksi, kualitas ikan, dan daya saing pemasaran hasil produksi. Hal ini juga berdampak pada sumberdaya ikan, keberlanjutan usaha, dan mata pencaharian. Pengetahuan tentang sumber dan jenis penyakit, mekanisme terjadinya penyakit, diagnosa ikan yang sakit serta upaya pengendalian penyakit menjadi informasi penting bagi pembudidaya dalam

upaya pengendalian penyakit pada budidaya ikan dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan.

Bab 6

Budidaya Air Tawar

6.1 Pengantar

Aktivitas perikanan khususnya budidaya air tawar, memiliki beberapa hal yang harus diperhatikan agar aktivitas tersebut dapat berjalan dengan baik. Bahkan ketika hal-hal tersebut mampu dijaga atau dilakukan dengan baik, sulit untuk bisa menjamin agar aktivitas perikanan budidaya air tawar dapat berhasil sepenuhnya. Namun setidaknya dalam buku ini, khususnya pada pembahasan budidaya air tawar akan memberikan beberapa informasi penting.

6.2 Konsep Teori Dasar

Budidaya air tawar sangat memerlukan mengenai konsep teori dasar. Pembahasan tentang konsep teori dasar, bersumber dari beberapa riset atau pengalaman para ahli dalam budidaya air tawar. Konsep teori dasar meliputi beberapa hal, di antaranya: kualitas air baik secara fisika, kimia dan biologi. Dalam budidaya air tawar, perlu untuk diperhatikan konsep teori dasar yang meliputi tentang kualitas air dan cara pengelolaannya.

6.2.1 Kualitas Air

Kualitas air punya peran penting dalam bidang budidaya perikanan air tawar. Hal tersebut disebabkan karena dalam perairan, seluruh aktivitas dan siklus hidup organisme budidaya (kultivan) berlangsung (Koniyo, 2020). Salah satu penyebab mudahnya ikan terserang berbagai penyakit karena faktor

kualitas air yang tidak memenuhi beberapa persyaratan dengan baik (Susanto, 2004).

Air yang digunakan dalam budidaya ikan air tawar, sangat penting untuk memperhatikan beberapa kriteria atau beberapa faktor. Faktor-faktor yang masuk dalam parameter fisika, seperti; suhu, kecerahan, dll. Demikian juga beberapa faktor yang terdapat pada parameter kimia dan biologi. Tingkat keberhasilan pada budidaya perikanan air tawar sangat bergantung pada kondisi kualitas perairan. Jika kondisi kualitas perairan buruk, maka akan berakibat fatal pada pertumbuhan kultivan. Ketika faktor-faktor pada parameter fisika, kimia dan biologi mampu dijaga dengan baik, maka kondisi kualitas perairan juga akan berjalan beriringan (Boyd, 1982; 1990). Berikut akan diuraikan mengenai parameter fisika yang perlu diperhatikan pada kualitas perairan budidaya perikanan air tawar.

a. Parameter Fisika

Pada parameter fisika terdapat beberapa faktor. Namun, secara umum yang paling berpengaruh adalah suhu dan kecerahan.

- Suhu

Suhu air mempunyai pengaruh besar dan berperan penting bagi kehidupan kultivan di perairan. Namun suhu air dapat dipengaruhi oleh cahaya matahari. Cahaya matahari yang bersinar ke permukaan perairan, diserap dalam bentuk energi panas, sebahagiannya terpantul kembali ke atmosfer. Untuk mengetahui karakteristik perairan, maka diperlukan untuk pengukuran suhu. Ketika suhu tinggi, lebih dari 28°C maka akan terjadi penurunan biomassa dan keanekaragaman ikan (Boyd, 1990).

Salah satu faktor penentu kehidupan ikan adalah suhu. Kondisi suhu perairan yang baik pada aktifitas budidaya perikanan air tawar, berada pada kisaran 25–30°C (Amri,

2002; 2013; Khairuman dan Subenda, 2002). Apabila kondisi suhu perairan budidaya berada $<25^{\circ}\text{C}$, maka akan berpengaruh pada kemampuan daya cerna pada kultivan. Kemampuan daya cerna pada kultivan akan menurun ketika suhu perairan $<25^{\circ}\text{C}$. Namun sebaliknya, kultivan akan mengalami stres ketika terjadi kenaikan suhu $>30^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut dikarenakan kultivan akan membutuhkan oksigen dengan jumlah yang banyak. Sementara itu, jika suhu air $<14^{\circ}\text{C}$ maka ikan akan mengalami kematian (Amri, 2002; 2013).

Dalam perairan mengandung zat atau unsur-unsur yang akan menentukan densitas (massa jenis) air. Selain itu, faktor suhu dan tekanan dalam perairan juga mempengaruhi densitas air. Lalu kemudian timbul pertanyaan, mengapa begitu penting untuk mengetahui densitas air pada perairan? Hal tersebut dikarenakan dari densitas air dapat diketahui dan menentukan tingkat kejenuhan air (Koniyo, 2020).

Keadaan suhu perairan dapat stabil, akan sangat erat kaitannya dengan kondisi letak geografis dan kondisi atmosfer pada lingkungan sekitarnya. Tingginya suhu perairan (utamanya pada badan perairan budidaya perikanan tawar), akan mengancam meningkatnya jumlah oksigen terlarut, laju metabolisme meningkat, dan aspek-aspek lainnya akan mengganggu pada kehidupan kultivan (Syafriadiman, 2009).

Suhu pada perairan, utamanya pada budidaya perikanan tawar memiliki titik optimum. Suhu optimum berarti suhu yang paling maksimal yang dapat ditoleransi oleh kultivan pada perairan budidaya. Ketika suhu pada perairan budidaya melewati titik optimum, maka akan dapat menyebabkan kematian pada kultivan. Bukan hanya kultivan, melainkan organisme-organisme yang lainnya juga

akan terancam. Selain itu, kondisi suhu juga dapat menentukan dan berpengaruh secara langsung atau pun tidak langsung pada proses fotosintesa di perairan. Reaksi kimia enzimatik yang terjadi pada proses fotosintesa, sebagai bentuk salah satu pengaruh yang secara langsung. Kondisi hidrologi pada kolom perairan adalah pengaruh yang secara tidak langsung, yang berperan penting pada penyebaran fitoplankton di perairan (Ghufran dan Tancung, 2005).

Kemudian, posisi *inlet* dan *outlet* sebagai jalur pemasukan dan pengeluaran air, pengadukan, pemanasan menjadi sifat atau ciri khas pada suatu perairan. Sifat suatu perairan dan juga keadaan cuaca menjadi faktor yang secara tidak langsung mempengaruhi kondisi stratifikasi suhu. Suhu yang stabil pada aktifitas budidaya ikan, berada pada kisaran 27-32°C. Suhu kritis terdapat pada kisaran 35-40°C. Sesuai dengan keterangannya dengan suhu kritis, maka jelas sangat membahayakan untuk kultivan dan akan berujung pada kematian.

Secara umum, kondisi suhu udara di Indonesia pada siang hari berada pada kisaran 28,2 hingga 34,6°C, sedangkan di malam harinya berada pada kisaran suhu antara 12,8°C hingga 30°C. Dalam kisaran suhu tersebut, sangat bergantung pada kondisi ketinggian wilayah dari permukaan laut. Suhu pada perairan, secara umum sedikit lebih rendah dibandingkan dengan suhu udara sekitarnya. Hal ini jelas menjadi landasan yang penting bahwa kondisi Indonesia saat ini masih sangat menunjang dan sangat mendukung untuk melakukan dan mengembangkan aktivitas budidaya perikanan, baik itu budidaya perikanan air tawar mau pun budidaya perikanan air laut.

- **Kecerahan**

Kecerahan menjadi salah satu faktor yang penting pada parameter fisika. Mengukur tingkat kecerahan pada perairan, digunakan alat yang disebut keping *secchidisk*. Kecerahan pada kedalaman kurang dari 3 meter, disebut sebagai perairan yang subur (eutropik). Kemudian pada kedalaman 3-6 meter, memiliki tingkat kesuburan yang sedang (mesotropik). Kedalaman lebih dari 6 meter, secara umum tingkat kesuburannya kurang subur (oligotropik) (Effendi, 2000).

Beberapa faktor yang menjadi penyebab kekeruhan di perairan atau mengurangi tingkat kecerahan pada perairan. Keberadaan mikroorganisme, senyawa, plankton yang terlalu banyak, materi anorganik serta lumpur diduga menjadi penyebab kekeruhan perairan. Pada kondisi perairan yang keruh, menyebabkan sinar matahari sulit melakukan penetrasi karena diserap oleh faktor yang menjadi penyebab kekeruhan (Subagja, 2009).

Satu kondisi dengan intensitas cahaya matahari yang kurang pada perairan yang keruh atau tingkat kecerahan yang rendah, dapat juga disebabkan oleh waktu. Baik pada waktu saat melakukan pengukuran atau pun perbedaan zona waktu. Beberapa faktor lain seperti; keadaan cuaca hingga tingkat ketelitian dari pengukur, menjadi yang berpengaruh pada saat hendak mengetahui dan melakukan pengukuran kekeruhan atau kecerahan perairan (Koniyo, 2009).

b. Parameter Kimia

Beberapa faktor seperti alkalinitas, kesadahan, pH, *dissolved oxygen* (DO), *chemical oxygen demand* (COD), nitrat, nitrit, fosfat, dan amoniak tergolong dalam parameter kimia yang dapat mempengaruhi kualitas air (Syafriadiman, 2009). Alkalinitas diketahui sebagai kumpulan anion yang berada di perairan dan menggambarkan kapasitas air sebagai *buffer*. Alkalinitas dalam

satuan mg/L dinyatakan setara dengan CaCO₃. Kondisi dengan perairan yang semakin sadah, maka dinyatakan akan semakin baik pula untuk dilakukan aktivitas budidaya perikanan. Nilai kesadahan optimal untuk udang 120 mg/L. Peningkatan kandungan CO₂ di dalam air kolam/tambak dapat menyebabkan kematian ikan karena CO₂ yang tinggi adalah racun bagi ikan. Sedangkan peningkatan kandungan CO₂ bebas dalam air kolam/tambak budidaya perikanan akan dapat menurunkan nilai pH air. Artinya semakin tinggi CO₂ maka akan semakin tinggi keasamannya dan pH semakin rendah menyebabkan alkalinitasnya semakin rendah. Jadi CO₂ sangat erat kaitannya dengan pH maupun alkalinitas air (Syafriadiman, 2009).

Istilah yang digunakan untuk menggambarkan proporsi ion Magnesium dan Calcium yaitu kesadahan total. Parameter ini diukur untuk membuat kondisi kolam/tambak seperti lingkungan alaminya. Untuk air tawar, total kesadahan harus terletak di antara 5-20ppm, sementara untuk nilai yang idealnya adalah lebih tinggi. Kesadahan hampir tidak berhubungan langsung dengan ikan budidaya yang dipelihara baik di kolam maupun dalam tambak, namun hardness sangat mempengaruhi adanya unsur-unsur hara yang diperlukan oleh fitoplankton sebagai produser primer. Misalnya kelarutan fosfat. Fosfat akan tersedia/terlarut di dalam air apabila kesadahannya di atas 20 ppm. Berdasarkan besarnya kandungan ion Ca²⁺ ataupun ion Mg²⁺, maka dikenal air lunak hardnessnya berkisar antara 0-75ppm. Air medium 75-150 ppm. Air keras 150-300ppm, dan Air sangat keras >300ppm (Syafriadiman, 2009).

Salah satu faktor penitng pada parameter kimia yaitu *dissolved oxygen* (DO). *Dissolved oxygen* (DO) yang berarti oksigen terlarut, sangat penting pada kehidupan setiap organisme akuatik (kultivan). Karena setiap organisme atau hewan akuatik utamanya kultivan akan membutuhkan oksigen terlarut, baik untuk kepentingan metabolisme hingga proses respirasi yang akan dialami oleh kultivan (Syafriadiman, 2009).

Pada proses metabolisme dan respirasi, terjadi proses perombakan energi dari bahan organik (makanan yang dikonsumsi) yang akan digunakan untuk pertumbuhan, perkembangan dan aktivitas kultivan. Dari proses metabolisme dan respirasi, terdapat CO₂ dan H₂O sebagai hasil dari proses tersebut. Dimana hasil tersebut dalam prosesnya, jelas membutuhkan oksigen untuk kelancarannya. Pada aktivitas perikanan budidaya, DO yang ideal yaitu >5ppm. Apabila DO sampai menyentuh pada titik <1ppm dengan waktu yang cukup lama, maka kultivan akan terancam mati. Kondisi perairan budidaya dengan titik DO 1-3ppm, kultivan tetap hidup, namun pertumbuhan kultivan akan melambat (Syafriadiman, 2009).

Namun demikian, kandungan nilai DO pada perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu; cuaca, kepadatan fitoplankton, waktu siang malam, dan kondisi kultivan dalam perairan (Syafriadiman, 2009).

c. Parameter Biologi

Keberadaan plankton (baik fito maupun zoo), tanaman besar (*macrophyte*) yang tumbuh di dalam atau pun di sekitar perairan merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas air dalam parameter biologi (Syafriadiman, 2009).

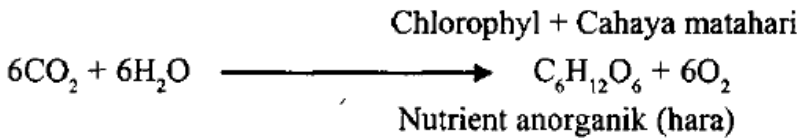
Faktor-faktor yang terdapat pada parameter fisika dan kimia, sangat berperan dan menentukan keberadaan plankton dan *macrophyte*. Namun dari semua faktor yang ada pada parameter fisika dan kimia, tumbuhan air yang merupakan salah satu faktor dari parameter biologi, sekaligus menjadi faktor ekologi yang mendominasi dalam suatu tempat berlangsungnya aktivitas perikanan budidaya. Selain sebagai faktor ekologi, tumbuhan air juga menjadi sumber makanan primer bagi kehidupan hewan air lainnya, Karena merupakan sumber makanan primer, maka secara otomatis tumbuhan air merupakan dasar utama dalam rantai makanan.

Pada aktivitas budidaya perikanan di kolam intensif, sebenarnya tanaman air tidak memiliki peranan yang begitu besar dalam penyediaan makanan, Namun meski demikian, keberadaan tanaman air tetap bermanfaat dalam perairan budidaya (Syafriadiman, 2009).

Dalam aktivitas perikanan budidaya, meski menggunakan aerasi secara intensif, namun penyumbang oksigen terbesar dalam perairan yaitu tanaman air melalui proses fotosintesisnya. Sebaliknya, tanaman air membutuhkan oksigen dengan jumlah yang besar untuk proses respirasinya. Dalam perairan budidaya, yang diharapkan dan diinginkan untuk tumbuh yaitu fitoplankton. Namun apabila fitoplankton, *macrophyte*, dan tanaman air lainnya tumbuh dalam jumlah yang besar, tetap akan membahayakan perairan budidaya. Kekurangan oksigen (*oxygen depretion*) akan terjadi bila *phytoplankton* dan *macrophyte* tersedia dalam jumlah banyak, sehingga dapat membahayakan kondisi perairan budidaya (Syafriadiman, 2009).

Untuk menyerap energi matahari, tanaman air akan membutuhkan dan memanfaatkan klorofil dan pigmen lainnya. Selanjutnya, energi tersebut akan digunakan untuk reaksi fotosintesis. Kemudian, karbon anorganik atau dikenal sebagai karbondioksida diubah menjadi karbon organik dalam bentuk gula sederhana. Lalu energi cahaya matahari yang tersedia sebelumnya, diubah menjadi energi kimia yang kemudian disimpan dalam molekul gula (Syafriadiman, 2009).

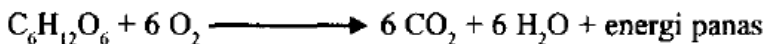
Reaksinya dalam bentuk persamaan sebagai berikut:



Gambar 6.1. Persamaan Reaksi
(Sumber: Syariadiman, 2009)

Beberapa unsur yang penting bagi tumbuhan adalah C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo. Jenis tanaman lainnya juga membutuhkan Na, Si, Cl, Bo dan Co. Kemudian selanjutnya, dari gula sederhana akan dibentuk senyawa-senyawa organik yang lebih kompleks, seperti; tepung, *cellulosa*, pektin, lignin, tanin, lemak, lilin asam amino, protein dan vitamin. Ada 3 manfaat penting pada proses fotosintesis, yaitu; sumber energi utama dalam aktivitas budidaya perikanan air tawar (akuakultur), sumber bahan organik atau makanan dalam ekosistem akuakultur, dan sumber penghasil oksigen terlarut dalam air.

Proses dimana tanaman memanfaatkan energi yang ada dalam senyawa organik tersebut, untuk kegiatan biologis selanjutnya, disebut dengan proses respirasi (Syariadiman, 2009). Jadi proses respirasi adalah kebalikan dari proses fotosintesis, dapat dilihat dalam reaksi persamaan sebagai berikut:



Gambar 6.2. Proses Respirasi
(Sumber: Syariadiman, 2009)

Dalam setiap perairan, baik itu perairan lepas atau pun perairan budidaya terdapat rantai makanan yang terbentuk secara alami. Rantai makanan yaitu rangkaian yang satu

memangsa atau memakan rangkaian yang lainnya. Sebagai contoh sederhana yaitu, fitoplankton sebagai makanan primer akan dimangsa atau dimakan oleh zooplankton, zooplankton akan dimangsa oleh ikan kecil, ikan kecil kemudian dimangsa oleh ikan yang lebih besar yang berada pada level trofik yang lebih tinggi. Namun apabila dalam rantai makanan, terdapat satu organisme, dapat memangsa atau memakan lebih dari satu jenis sumber makanan, maka disebut sebagai “jaringan makanan” (Syafriadiman, 2009).

Di perairan, keberadaan *macrophyte* terdiri dari beberapa tempat, yaitu (Syafriadiman, 2009);

1. Makro algae (*macrophyte algae; floating dan submersed*); *chara, nitella, spirogyra, dan rhizoclonium*
2. Hidup melayang (*floating weeds*); *eichhornia* (eceng gondok), *lemna, spirodela, dan pistia*
3. Seluruhnya atau sebahagian berada di bawah air (*submersed, floating-leafed, atau pun emergent*); najas, potamogeton, elodea, *ceratophyllum*
4. Tumbuh di pinggir kolam atau wadah budidaya (marginal vegetations)

Sebenarnya, keberadaan fitoplankton diperairan yang lebih diinginkan, terganggu dengan keberadaan makrofita. Selain karena faktor persaingan oksigen dan makanan, makrofita juga menimbulkan beberapa persoalan, di antaranya yaitu; memberikan ruang kepada ikan-ikan kecil untuk bersembunyi yang menyebabkan rantai makanan tidak berlangsung dengan baik, dapat menjadi sarang atau tempat berkembangbiaknya jentik nyamuk, juga dapat menyebabkan pendangkalan perairan. Dari beberapa persoalan tersebut, Syafriadiman (2009) dalam tulisannya memberikan solusi, yaitu;

1. Cara manual, yaitu dengan mengambil secara langsung atau memotong secara teratur

2. Cara biologis, yaitu dengan memanfaatkan organisme seperti ikan, serangga atau pun bakteri yang dapat memakan makrofita
3. Cara kimiawi, yaitu dengan menggunakan beberapa obat-obatan seperti; CuSO_4 , KMnO_4 , Simazine, Aquazine, Cutrine dan sebagainya

Kualitas air dengan parameter fisika, kimia dan biologi sangat penting untuk diperhatikan. Salah satu kunci keberhasilan dalam budidaya perikanan air tawar yaitu terletak pada keadaan kualitas air. Menjadi persyaratan, maka kriteria kualitas air yang baik harus dipenuhi dan dijalankan dengan baik pula. Berbagai sumber penyakit yang berbahaya, menjadi ancaman yang nyata ketika kualitas air tidak mampu dijaga dan dijalankan dengan baik (Lukistyowati & Morina, 2005). Agar kultivan selalu sehat, tidak stres dan tidak mudah terserang penyakit, maka kondisi kualitas air yang optimum terus dapat dijaga pula dengan baik.

6.2.2 Teknik Pengelolaan Air Limbah

Aktivitas budidaya perikanan air tawar jelas akan membutuhkan sumber air yang bersih, terhindar dari berbagai jenis polutan dan pencemaran perairan. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi perairan, utamanya yang dijadikan sebagai sumber air yaitu jenis polutan yang terkandung dalam perairan, konsentrasinya, hingga durasi waktu bercampurnya bahan polutan di perairan atau bahkan pada kultivan (Syafriadiman, 2009). (Rand dan Petrocelli, (1985) dalam tulisannya berpendapat bahwa kondisi kualitas air perlu untuk dilakukan pemantauan secara rutin, sebab dalam perairan terdapat polutan dapat berubah sesuai kondisi iklim dan lingkungan sekitarnya.

Di era ini, bukan lagi hal yang luar biasa terkait industri yang menghasilkan limbah dan mencemari perairan. Hal tersebut jelas akan merusak kondisi kualitas air perairan dan berakibat pada kehidupan organisme, khususnya kultivan.

Beberapa solusi yang dapat dijadikan metode alternatif untuk menangani polutan atau pencemaran yang terjadi di perairan, telah banyak dilakukan. Metode tersebut yaitu;

- a. Teknik meminimalisir konsentrasi polutan sebagai limbah yang akan dibuang ke perairan. Metode ini terbilang kurang efektif karena membutuhkan waktu yang lama. Selain itu, polutan yang tersisa jelas akan merusak perairan ketika dibuang. Setelah bebas di perairan maka waktu akumulasi polutan tidak sesuai dengan masa perbaikan (*recovery*) di lingkungan perairan.
- b. Teknik yang kedua yaitu penetralan polutan yang sebelumnya aktif, akan menjadi kurang aktif. Metode ini, sedikit lebih baik dari metode sebelumnya. Pada metode ini, senyawa-senyawa tertentu ditambahkan dengan tujuan polutan berkurang, lalu kemudian dibuang ke perairan bebas. Namun masih terdapat kekurangan pada metode ini, yaitu; polutan yang telah dibuang ke perairan lepas, jelas akan menimbulkan masalah dan kendala pada waktu tertentu. Hal tersebut dikarenakan sifat dari polutan sangat mudah mengalami degradasi pada lingkungan perairan dan berujung pada pencemaran lingkungan kembali, meski dengan konsentrasi yang berbeda dari sebelumnya.
- c. Selanjutnya, teknik *reverse osmosis*. Pada teknik ini, bahan pencemar atau polutan dipisahkan oleh *membrane semipermeable*. Proses pemisahan tersebut menggunakan perbedaan tekanan luar dengan tekanan osmotik dari limbah. Teknik ini cukup bagus, hanya saja memerlukan biaya yang cukup besar. Biayanya pun, kemungkinan sulit dijangkau oleh industri yang ada di Indonesia.
- d. Teknik selanjutnya yaitu teknik elektrodialisis. Teknik ini menggunakan membran ion selektif *permeable* sesuai dengan perbedaan potensial antara dua elektroda. Dua elektroda tersebut dapat menyebabkan kation dan anion berpindah.

Teknik ini memiliki kelemahan, yaitu dapat menimbulkan kerugian. Kerugian tersebut yakni berupa senyawa logam yang terbentuk dan hidroksi dapat menutupi *membrane*

- e. Metode yang dapat dilakukan dengan cara penyaringan, juga dengan menggunakan tekanan yang tinggi melalui membran berpori adalah teknik ultrafiltrasi. Namun pada teknik ini memiliki kekurangan yaitu dapat menimbulkan *sludge* (lumpur) dalam jumlah yang banyak.
- f. Teknik yang terakhir, berupa metode dengan prinsip gaya elektrostatis dan dikenal dengan istilah teknik resin penukar ion. Ion yang terdapat pada resin, ditukar oleh ion polutan dari limbah. Namun pada teknik ini juga terdapat kekurangan yaitu mengalami kerugian. Selain biayanya yang cukup besar, sebagian masih menimbulkan ion yang *te-remove*.

Seiring dengan berjalannya waktu demi waktu, kondisi lingkungan perairan akan terus tercemar. Kondisi tersebut, jelas mengarah pada rusaknya lingkungan perairan dan merupakan hal yang sangat serius yang perlu mendapatkan perhatian lebih. Namun pada beberapa solusi alternatif di atas, jelas dengan masing-masing kelemahannya. Para ilmuwan, khususnya pada bidang lingkungan perairan terus mencari metode yang tepat. Istilah bioremediasi muncul untuk menjadi solusi alternatif dengan masalah yang ada.

Bioremediasi adalah material biologi atau mikroorganisme yang digunakan untuk mengabsorpsi jenis bahan pencemar (polutan) yang ada di perairan. Material biologi yang bertindak sebagai absorben dapat *recovery* bahan pencemar yang terdapat di perairan dan ramah terhadap lingkungan, sehingga hasil aktivitas perikanan budidaya dapat dibuang ke perairan umum (Syafriadiman. 2009).

Teknik pengelolaan kualitas air, utamanya air yang telah digunakan untuk aktivitas perikanan budidaya dapat

menggunakan teknik bioremediasi. Teknik tersebut sangat efisien karena lebih ekonomis. Selain itu, bioabsorbennya dapat beregenerasi dan tidak perlu repot melakukan treatment khusus untuk menambahkan nutrisi tambahan. Kemampuan bioabsorben dalam *me-recovery* bahan pencemar yang ada di perairan serta *sludge* yang dihasilkan cukup ramah terhadap lingkungan, menjadi bukti bahwa teknik atau metode bioremediasi sangat efektif untuk digunakan (Syafriadiman, 2009).

6.2.3 Penyakit

Kualitas perairan pada kegiatan budidaya perikanan air tawar sangat penting. Ketika tidak terjaga atau tidak terkontrol dengan baik maka akan mengundang penyakit dan akan menyerang kultivan. Penyakit yang akan muncul, menyerang kultivan dan berujung pada kematian menjadi salah satu kendala dalam aktivitas budidaya perikanan air tawar. Menurut Aryani *et al.* (2004) kendala penyakit dalam aktivitas budidaya terbagi menjadi dua, yaitu penyakit infeksi dan penyakit non-infeksi. Penyakit infeksi disebabkan oleh serangan *pathogen*, seperti; bakteri, virus, jamur, protozoa hingga parasit. Lingkungan, pakan, faktor genetik dan tumor menjadi faktor yang digolongkan sebagai penyakit non-infeksi.

Menurut Sunarto (2005), beberapa hal yang dapat menjadi jalan menularnya penyakit, yaitu; kontak langsung antara ikan yang sehat dan ikan yang terjangkit penyakit, terdapat bangkai ikan yang sakit, baik itu dalam perairan budidaya mau pun disekitar perairan budidaya, Selain hal tersebut, mekanisme lainnya seperti menggunakan peralatan untuk melakukan pemindahan kultivan dari daerah wabah ke daerah yang bukan wabah, menjadi faktor yang dapat jadi jalan penularan penyakit.

Beberapa penyakit atau kendala yang sering ditemukan pada aktivitas budidaya perikanan di air tawar, sebagai berikut:

Tabel 6.1. Penyakit Kendala yang ditemukan

No.	Jenis Penyakit/Kendala	Penyebab
1.	Jamur, luka	<i>Achliya sp.</i> , Kualitas air buruk
2.	<i>White spot</i>	Protozoa, <i>Ichthyophthirius multifili</i> , <i>Trichodina sp.</i> ,
3.	Pendarahan	Trematoda <i>Dactylogyrus sp</i>

6.3 Penutup

Keberhasilan dari aktivitas perikanan budidaya air tawar, sangat bergantung pada usaha menjaga kualitas air. Mulai dari parameter fisika, kimia hingga parameter biologi. Beberapa contoh kasus dari aktivitas perikanan budidaya air tawar, gagal mempertahankan kondisi kualitas perairan budidaya dengan baik. Hasilnya berakibat pada pertumbuhan kultivan yang rendah bahkan terjadi kematian, kematian secara parsial maupun secara massal. Di era industrialisasi ini, para pelaku budidaya perikanan air tawar menginginkan teknik dan cara pengelolaan yang baik terhadap kualitas perairan budidaya. Semoga dengan informasi yang tersedia dalam bacaan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menyebarluaskan kepada banyak pihak yang membutuhkan.



Bab 7

Budidaya Ikan Air Payau

7.1 Pengantar

Budidaya ikan air payau merupakan salah satu kegiatan budidaya ikan atau non ikan yang dipelihara pada lingkungan air payau yaitu kisaran salinitas antara 1-30 ppt. Kegiatan budidaya ikan air payau menjadi salah satu sektor yang berkontribusi dalam pemenuhan protein hewani baik dalam negeri maupun luar negeri. Potensi usaha budidaya ikan air payau sangat menjanjikan yang terbagi dalam dua bagian utama yaitu kegiatan pembenihan dan kegiatan pembesaran. Organisme akuatik yang memiliki nilai ekonomis tinggi pada kegiatan budidaya air payau dibagi dalam 2 jenis yaitu ikan dan non ikan. Ikan yang sering dibudidayakan di air payau yaitu ikan bandeng dan ikan nila salin sedangkan organisme non ikan yang dibudidayakan di air payau yaitu udang vannamei, udang windu, kepiting dan rumput laut.

Permintaan komoditas air payau baik ikan atau non ikan selalu tinggi tiap tahunnya. Untuk memenuhi permintaan pasar dalam dan luar negeri maka kegiatan budidaya mutlak dilakukan agar ketersediaan komoditas organisme payau selalu ada sepanjang waktu. Saat ini kita berada di era industri 4.0 yang mana menuntut semua aspek harus berbenah termasuk industri perikanan budidaya. Di era teknologi dan digital saat ini menuntut kegiatan budidaya harus dilakukan dengan teknologi budidaya yang terupdate agar mampu bersaing dengan usaha bidang lainnya. Kolaborasi antara pemerintah, peneliti,

akademisi dan masyarakat akuakultur dibutuhkan dalam mewujudkan pemenuhan permintaan komoditas perikanan payau. Peran pemerintah dalam segala aspek sangat dibutuhkan misalnya bantuan *capital* (modal usaha), bantuan sarana dan prasarana, pengenalan ilmu pengetahuan dan teknologi dan penerapan sistem bisnis yang berbasis hulu dan hilir. Peran peneliti dan akademisi menjadi salah satu faktor penting dalam peningkatan perikanan budidaya payau. Hasil-hasil riset dan teknologi yang *ter-update* dan relevan akan membantu dalam peningkatan kualitas serta hasil produksi kegiatan usaha perikanan budidaya payau. Selain itu, diperlukan pendampingan yang melibatkan berbagai pihak agar masyarakat akuakultur dapat menggunakan sarana dan prasana dengan baik dan benar, menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi serta manajemen bisnis sesuai yang diharapkan.

7.2 Budidaya Udang Vannamei

Udang Vannamei merupakan salah satu jenis udang introduksi yang dibudidayakan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomis tinggi baik dalam maupun luar negeri. Berbagai keunggulan yang dimiliki udang jenis ini sehingga menjadi komoditas unggulan untuk dikembangkan misalnya pertumbuhan cepat yang dapat dipanen pada masa pemeliharaan 100-110 hari, kelangsungan hidup tinggi dan *food conversion rate* (FCR) rendah (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007). Adanya keunggulan yang dimiliki udang vannamei sehingga Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) membuat suatu terobosan yang menjadikan budidaya udang ini sebagai komoditas unggulan dan mengembangkan budidaya komoditas ini berbasis ekspor. Di tahun 2024 ditargetkan adanya kenaikan produksi hingga 2 juta ton/tahun dan menjadi salah satu komoditas yang berkontribusi penting dalam pendapatan Negara (KKP, 2022).

1. Metode Budidaya Udang Vannamei

Di Indonesia kegiatan budidaya udang Vannamei dapat dilakukan dengan beberapa metode budidaya yaitu tradisional, semi intensif, intensif dan supra intensif. Keempat metode budidaya ini memiliki keunggulan masing-masing. Budidaya secara tradisional merupakan metode budidaya minim sentuhan teknologi bahkan sama sekali tidak menggunakan teknologi dalam menjalankan usaha budidayanya. Umumnya budidaya ini menggunakan wadah tanah dan mengandalkan pakan alami dalam memenuhi suplai pakannya dimulai sejak awal penebaran sampai organsime budidaya siap dipanen. Selain itu padat penebaran juga rendah (8 ekor/m²) dan tidak membutuhkan kincir sebagai suplai oksigen (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007).

Budidaya semi intensif merupakan teknik budidaya yang telah maju dibandingkan dengan budidaya tradisional. Wadah budidaya yang digunakan adalah wadah tanah atau beton dan suplai pakan menggunakan kombinasi antara pakan alami dan pakan buatan. Selain itu, metode budidaya ini memiliki padat penebaran yang lebih tinggi dibandingkan budidaya tradisional yaitu 60 ekor/m² dan telah tersentuh oleh teknologi yaitu adanya penggunaan kincir sebagai suplai oksigen (Subyakto *et al.*, 2009).

Budidaya intensif adalah teknik budidaya yang telah maju dan telah tersentuh dengan teknologi dari berbagai aspek mulai dari suplai oksigen dengan menggunakan kincir, penggunaan *auto feeder* (alat pemberian pakan otomatis). Padat tebar yang tinggi merupakan ciri khas metode budidaya ini yaitu 100 ekor/m² (Suryadi, Merdekawati and Januardi, 2021). Selain itu penggunaan pakannya yaitu menggunakan lebih banyak pakan buatan. Sejak awal penebaran sampai panen menggunakan pakan pakan buatan sedangkan penggunaan pakan alami umumnya hanya diberikan pada awal penebaran.

Budidaya supra intensif adalah teknik budidaya yang menggunakan banyak teknologi dalam kegiatannya. Padat tebar yang sangat tinggi berkisar 1.250 ekor/m² didukung dengan suplai oksigen yang tinggi sehingga menjadi pembeda dengan metode budidaya lainnya (Katili, Adrianto and Yonvitner, 2017). Kegiatan budidaya ini merupakan dampak dari revolusi industri 4.0 yang menuntut perkembangan kegiatan budidaya ikan/udang terus maju sehingga dapat memenuhi kebutuhan protein hewani dalam dan luar negeri serta dapat meningkatkan produktifitas dan penghasilan masyarakat.

2. Persiapan Wadah Budidaya dan Penebaran Benur

Dalam kegiatan budidaya udang vannamei berbagai metode budidaya dapat dilakukan sehingga dalam persiapan wadah budidaya (tambak) dan penebaran benih juga menyesuaikan dengan metode yang digunakan. Pada bagian ini akan dijelaskan metode budidaya dan penebaran benur pada kegiatan budidaya tradisional dan budidaya intensif.

Persiapan wadah metode budidaya tradisional diawali dengan perbaikan pematang. Hal ini dilakukan agar dalam pengisian air dapat berjalan dengan baik dan memudahkan dalam pengontrolan kualitas air. Selanjutnya perlunya perbaikan pintu air agar kokoh dan tahan dengan tekanan air ketika kegiatan budidaya sedang berlangsung. Dasar tambak perlu diolah terlebih dahulu sebelum kegiatan budidaya dilakukan misalnya tanah dibajak, diratakan dan dikeringkan hingga mencapai redoks ≥ 50 mV. Hama dalam kegiatan budidaya udang vannamei perlu diwaspadai sehingga perlu dilakukan penanganan dengan cara pemberian saponin pada wadah budidaya dengan dosis 20mg/L. Setelah diberi saponin, kemudian ditambah dibilas agar tidak mempengaruhi kesehatan udang yang dibudidayakan. pH tanah harus dalam kondisi netral, jika ditemukan pH tanah dibawah 6,5 maka dilakukan pemupukan sebanyak 500-1000kg/ha. Sebelum proses pengisian

air sebaiknya tambak dipupuk dengan menggunakan kombinasi pupuk organik dan pupuk kimia. Pupuk organik yang digunakan adalah jenis pupuk kandang 1.000-2.000kg/ha sedangkan pupuk kimia yang digunakan yaitu urea 200kg/ha dan TSP 100kg/ha. Setelah kegiatan persiapan wadah budidaya dilakukan, tahap selanjutnya yaitu pengisian air sebagai media budidaya yang dilakukan pada kondisi air pasang. Persiapan media budidaya dilakukan selama 7-10 hari sejak pertama kali tambak terisi air. Umumnya pada rentang waktu tersebut pakan alami yang diharapkan telah tumbuh dengan baik, misalnya *olthona*, *copepod*, *calanus*, *chaetaceros*, *brachionus*, *acartia*. Padat tebar pada budidaya tradisional yaitu 8 ekor/m². Padat tebar yang rendah memungkinkan udang vannamei tumbuh dengan baik dengan memanfaatkan oksigen alami yang terdapat dalam media budidaya sehingga tidak perlu pemberian kincir sebagai suplay oksigen dan biaya produksi menjadi lebih rendah (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007).

Persiapan media pemeliharaan pada budidaya vannamei semi intensif tidak jauh berbeda dengan budidaya tradisional namun pada semi intensif kadang dijumpai pematang tambak sudah di beton (plengsengan). Tahap awal persiapan wadah budidaya dilakukan proses pembalikan tanah, proses pengeringan serta pengapuran tanah dasar. Nilai redoks kualitas tanah ≥ 50 mV dan pH tanah minimal 6,5. Pengisian air laut dilakukan pada kondisi air pasang yang dilengkapi dengan saringan size 80 dengan ketinggian air ± 70 cm. Untuk menghindari hama dan penyakit dalam media budidaya, air tambak disterilisasi menggunakan kaporit. Selanjutnya untuk memperoleh salinitas yang mendukung pertumbuhan udang vannamei, air diencerkan menggunakan air tawar hingga diperoleh salinitas 20 ppt. Sebelum penebaran benur, dilakukan pembentukan pakan alami terlebih dahulu dengan cara pemupukan air tambak menggunakan urea 10 kg/ha dan SP 36 sebanyak 15 kg/ha. Kualitas air terus dipertahankan selama masa

pemeliharaan dengan penambahan probiotik pada media pemeliharaan yang mengandung bakteri menguntungkan misalnya *Saccaromyces*, *Bacillus subtilis*, *Rhodococcus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, dan, *Rhodobacte*. Padat tebar pada sistem budidaya semi intensif yaitu 60 ekor/m². Metode budidaya semi intensif memiliki padat tebar yang lebih padat dibandingkan budidaya tradisional sehingga beberapa pembudidaya pada masa pemeliharaan diatas 40 hari akan menambahkan suplai oksigen menggunakan kincir air untuk menjaga nilai oksigen terlarut tetap stabil sesuai kebutuhan udang vannamei seiring bertambahnya bobot udang (Subyakto *et al.*, 2009).

Persiapan media pemeliharaan vannamei pada budidaya intensif awali dengan pembersihan tendon dan tambak dari sisa pakan dan feses udang yang masih tersisa pada wadah pemeliharaan. Umumnya media budidaya intensif dilapisi plastik *High Density Polyethylene* (HDPE). Untuk menghindari pertumbuhan bakteri dan virus yang dapat memicu timbulnya penyakit pada udang vannamei, wadah pemeliharaan disterilisasi menggunakan kaporit dengan dosis 20 ppm. Selanjutnya dilakukan perbaikan atau pemasangan *biosecurity* dengan menggunakan jaring hitam serta plastik LLDPE pada bagian pematang tambak. Air yang digunakan pada budidaya vannamei metode intensif atau supra intensif diendapkan serta disterilisasi dengan kaporit 20 ppm terlebih dahulu dalam tendon yang dilengkapi dengan kincir air agar kaporit tercampur rata. Setelah itu kincir dimatikan dan air diendapkan 4-7 hari untuk menghilangkan bahan organik serta endapan logam. Air yang digunakan berasal dari laut atau sumur bor yang memiliki salinitas 30-34 ppt. Pengisian air media budidaya menggunakan air yang telah steril dengan ketinggian air minimal 100 cm. Pengisian air menggunakan pompa dan kincir air dihidupkan untuk suplai oksigen terlarut. Untuk menjaga udang vannamei tetap sehat maka media budidaya ditambahkan probiotik yang mengandung *Lactobacillus* sp. dengan dosis 20 ppm selama 7 hari

berturut-turut. Selain itu, dilakukan pemberian pupuk ZA dan Urea yang dikombinasikan dengan dosis 5 ppm untuk menumbuhkan pakan alami pada media pemeliharaan sebagai pakan starter (Suriawan *et al.*, 2019).



Gambar 7.1. Aklimatisasi Benur

(Sumber :Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007).

Kualitas benur perlu perhatian khusus agar mampu beradaptasi dengan lingkungan baru serta memiliki pertumbuhan yang cepat dan tahan terhadap serangan penyakit. Benur yang akan ditebar yaitu PL10-PL12 yang telah lolos uji virus dan patogen *spesifik pathogen free* (SPF) (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007; Subyakto *et al.*, 2009). Ciri khusus benur yang baik yaitu pergerakan aktif, tubuh transparan, bentuk tubuh sempurna, berenang melawan arus. Kegiatan penebaran benur diawali dengan proses aklimatisasi dengan cara kantong plastik yang berisi benur diletakkan pada permukaan air. Hal ini dilakukan agar suhu air dalam kantong plastik dapat menyesuaikan dengan suhu air dan salinitas pada media budidaya sehingga benur dapat beradaptasi dengan baik dengan lingkungan baru. Penyesuaian atau adaptasi salinitas dilakukan dengan cara membuka kantong plastik dan memasukkan air dari media budidaya secara perlahan hingga benurnya dapat menyesuaikan dengan ciri benur akan bergerak keluar dari

kantung plastik. Proses aklimatisasi suhu dan salinitas dapat berlangsung 15 sampai 60 menit (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007). Hal tersebut menyesuaikan dengan kondisi lingkungan media budidaya (Tabel 7.1).

Tabel 7.1. Estimasi Aklimatisasi Benur

Beda Salinitas (ppt)	Beda suhu (°C)	Waktu aklimatisasi (menit)
< 5	< 3	15 - 30
	> 3	30 - 45
5 - 10	< 3	30 - 45
	> 3	30 - 45
10 - 15	< 3	30 - 45
	> 3	30 - 45
>15	< 3	30 - 45
	> 3	45 - 60

3. Manajemen Kualitas Air dan Kesehatan

Udang vannamei adalah organisme budidaya yang memiliki keunggulan terhadap adaptasi yang tinggi terhadap kualitas air dan mampu bertahan dalam kondisi penebaran yang padat. Namun, keunggulan yang dimiliki harus tetap dipertahankan dengan cara menjaga kualitas air sesuai dengan kebutuhannya. Keberhasilan kegiatan budidaya udang vannamei dipengaruhi kualitas air media pemeliharaan. Kualitas air yang baik akan mendukung kesehatan udang vannamei sehingga pertumbuhan akan optimal sesuai target panen yang direncanakan. Kualitas air yang buruk akan memicu terjadinya

stres pada udang dan dapat menurunkan nafsu makan sehingga menyebabkan udang vannamei tidak tahan terhadap serangan penyakit.

Kualitas air yang perlu diperhatikan dalam budidaya vannamei yaitu suhu, salinitas, pH serta bahan organik. Selain itu, sumber air yang digunakan harus jelas sumbernya sehingga meminimalisir pencemaran. Kualitas air yang buruk serta pencemaran akan memicu perkembangan bakteri dan virus serta menurunkan sistem imun sehingga udang vannamei mudah terserang penyakit dan akhirnya akan mengalami kematian dan memicu gagal panen. Menurut Rakasiwi, (2017), faktor timbulnya penyakit tidak selalu disebabkan adanya patogen yang terdapat pada tubuh (inang) namun dapat disebabkan oleh penurunan kualitas air (suhu, oksigen, pH, amoniak), penurunan nafsu makan sehingga menyebabkan terjadinya penurunan sistem imun dan udang menjadi lemah serta mudah terserang penyakit.

Terjadinya penyakit pada udang dipicu oleh serangan bakteri dan virus yang bersifat patogen, misalnya *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Yellow Head Baculovirus* (YBH), *Systemic Ectodermal and Mesodermal Baculovirus* (SEMBV), *Infection Hypodermal and Hematopoetic Necrosis Virus* (IHHNV), dan *Hepatopancreatic Parvovirus* (HPV) (Kilawati dan Maimunah, 2015). Untuk mengontrol atau mencegah terjadinya serangan penyakit perlu adanya monitoring kualitas air secara rutin, misalnya monitoring setiap minggu untuk pengamatan bakteri *Vibrio* dan monitoring 20 hari sekali untuk pengamatan virus. Selain kegiatan monitoring penyakit, kegiatan penambahan probiotik sebanyak 10–15 ppm dalam media pemeliharaan sehingga akan sangat membantu dalam menekan pertumbuhan virus dan bakteri patogen. Untuk menjaga kualitas air tetap baik selama pemeliharaan dapat juga dilakukan dengan cara pergantian air 2-3 kali dalam seminggu (Gunarto and Hendrajat, 2008).

Tabel 7.2. Nilai Standar Kualitas Air Budidaya Vannamei

No.	Kualitas air	Nilai standar
1	Salinitas	30 – 34 ppt *
2	Suhu	28 – 33 °C *
3	pH	7,0 – 8,5 *
4.	Oksigen terlarut	> 4 mg/L *
5.	Amoniak	≤ 0,03 ppm **

Sumber: *SNI (8037.1:2014), ** Van Wyk & Scarpa (1999)

4. Manajemen Pakan

Manajemen pakan pada setiap metode budidaya udang vannamei memiliki perlakuan yang berbeda. Budidaya tradisional umumnya hanya mengandalkan pakan alami dan tidak menggunakan pakan buatan. Ketersediaan pakan alami pada masa pemeliharaan dilakukan dengan cara monitoring setiap waktu dengan pemberian pupuk kandang atau pupuk kimia untuk merangsang perkembangan pakan alami. Namun perlakuan yang berbeda jika metode budidaya yang dilaksanakan adalah tradisional plus maka ada sentuhan pakan pada pertengahan atau diakhir pemeliharaan menjelang panen yang berfungsi sebagai pearangsang tonase udang vannamei. Menurut Hendrajat, Mangampa and Suryanto, (2007), pakan udang vannamei dengan metode tradisional plus ditahap awal budidaya mengandalkan pakan alami (plankton dan klekap) dan pada hari ke-70 pemeliharaan akan diberi pakan buatan karena pada waktu tersebut jumlah pakan alami telah berkurang dan terbatas.

Manajemen pakan pada budidaya vannamei dengan metode budidaya intensif memiliki perbedaan yang signifikan dengan metode tradisional. Budidaya intensif sejak awal penebaran benur telah disuplai pakan buatan hingga siap panen. Jenis, ukuran pengontrolan pakan, serta frekuensi pemberian pakan tertera pada Tabel 7.3, Tabel 7.4 dan Tabel 7.5.

Tabel 7.3. Jenis dan Ukuran Pakan

No.	Bentuk dan Ukuran (mm)	Bobot Udang (gr)	Umur (hari)
1.	Powder	0-3	1-15
2.	Crumble 0,2-0,7	3-5	16-30
3.	Pelet 0,7-1,0	5-10	30-45
4.	Pelet 1,0-2,3	10-20	45-90

Sumber: Renitasari, Yunarty and Saridu, (2021)

Tabel 7.4. Pengontrolan Pakan di Anco

DOC	Pakan (%)	Cek Anco (jam)	Penyesuaian Pakan	
			Sisa Pakan (%)	Penyesuaian
20-30	1	2	Habis	Tambah 5%
31-40	1,5	2	≤10%	Tetap
41-50	2	2	10-25%	Kurangi 10%
51-60	2	1,5	25-50%	Kurangi 20%
60- Panen	2	1	>50%	Kurangi 40%

Sumber : Renitasari, Yunarty and Saridu, (2021)

Tabel 7.5. Frekuensi dan waktu pemberian pakan

DOC	Frekuensi	Jadwal Pemberian Pakan (WIB)							
0-10	4x	06. 30	10. 30	15. 30	21. 00				
11-20	6x	06. 30	10. 30	13. 30	15. 30	18. 30	22. 30		
21-90	8x	06. 30	10. 30	13. 30	15. 30	18. 30	22. 30	01. 30	03. 30

Sumber: Renitasari, Yunarty and Saridu, (2021)

5. Pemanenan

Perbedaan metode budidaya pada udang vannamei menyebabkan perbedaan metode pemanenan. Pemanenan pada budidaya tradisional dilakukan pada pemeliharaan 100-110 hari namun hal tersebut harus mempertimbangkan aspek pasar. Jika harga udang sedang tidak stabil maka sebaiknya perlu pertimbangan dalam waktu penentuan panen (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007). Pemanenan udang vannamei metode intensif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu panen parsial dan panen total. Panen parsial dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu panen parsial 10% dan panen parsial 20%. Pelaksanaan panen parsial dapat dilakukan mulai pemeliharaan 60 hari, hal ini dilakukan agar mengurangi kepadatan udang vannamei sehingga tidak terjadi persaingan konsumsi oksigen. Selain itu panen parsial memungkinkan ketersediaan udang selalu siap dengan kebutuhan pasar (Wafi *et al.*, 2020).

Peralatan pemanenan meliputi jaring, keranjang panen, *sterefoam*, ember, jala lempar, baskom, lampu penerangan. Panen parsial dapat dilakukan dengan menggunakan jaring atau jala lempar sedangkan jika panen total maka volume air dapat dikurangi sampai habis. Bagian *outlet* dipasang jaring agar udang tidak keluar tambak (Hendrajat, Mangampa and Suryanto, 2007).

7.3 Budidaya Ikan Bandeng

Salah satu jenis ikan air payau yang banyak dibudidayakan di Indonesia yaitu ikan Bandeng. Ikan jenis ini memiliki banyak keunggulan misalnya mudah dibudidayakan, harga terjangkau serta rasa daging umumnya disukai setiap kalangan masyarakat. Saat ini peluang pasar ikan bandeng tidak hanya target pasar nasional namun telah menjadi salah satu komoditas ekspor sehingga menjadi komoditas penting dalam mendukung perekonomian masyarakat khususnya yang berada di wilayah pesisir (Andriyanto, 2013). Peran penting dari budidaya bandeng yaitu mendukung dalam perekonomian masyarakat nelayan sebagai salah satu pekerjaan tambahan/sampingan ketika waktu menangkap ikan tidak bisa dilakukan akibat cuaca buruk atau ketika terjadinya bulan terang yang mengakibatkan hasil tangkap tidak maksimal. Produksi ikan bandeng secara nasional setiap tahunnya mengalami peningkatan. Tahun 2012 produksi ikan bandeng 29.953 ton dan pada tahun 2019 terjadi peningkatan signifikan yaitu 822.380 ton (BPS, 2022). Data tersebut menunjukkan adanya peran semua elemen yang berkontribusi penting dalam peningkatan produksi ikan bandeng. Pemerintah melalui Kementerian Kelautan Dan Perikanan (KKP) telah melakukan berbagai upaya terkait peningkatan produksi ikan bandeng misalnya bantuan sarana prasarana, permodalan melalui program Kredit Usaha Rakyat (KUR), penyuluhan dan pedampingan serta akses pasar.

1. Persiapan Wadah Budidaya (Tambak)

Wadah budidaya ikan bandeng dibagi dalam 3 petakan yaitu petak pendederan, petak penggelondongan, petak pembesaran. Menurut Jayadi *et al.*, (2019), 3 petakan tersebut sebagai berikut:

1. Petak 1 (wadah pendederan) umumnya digunakan sebagai wadah aklimatisasi awal untuk nener yang baru dipesan oleh pembudidaya dari tempat pembenihan, harapannya nener

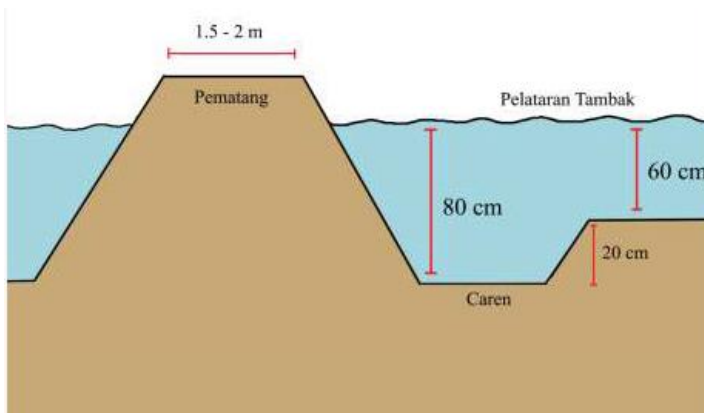
bisa beradaptasi dengan lingkungan baru yang tadinya berada di wadah terkontrol (tempat pembenihan), kemudian dipindahkan pada tambak yang kualitas airnya menyesuaikan kondisi alam. Pemeliharaan nener dilakukan selama 1 bulan dengan pemberian pakan alami dan pakan buatan.

2. Petak 2 (wadah penggelondongan) merupakan wadah pemeliharaan untuk memaksimalkan daya tahan atau adaptasi ikan bandeng sehingga ketika dipindahkan pada tahap pemeliharaan di petak pembesaran ukurannya telah besar serta kelangsungan hidup dapat dipertahankan. Proses penggelondongan dilakukan selama 1 bulan.
3. Petak 3 (wadah pembesaran) adalah wadah memaksimalkan bobot ikan bandeng hingga siap panen. Kegiatan pemeliharaan dilakukan selama 3 bulan.

Persiapan wadah budidaya diawali dengan perbaikan kontruksi tambak, misalnya perbaikan pintu air, perbaikan pematang dan caren. Selanjutnya kegiatan pengolahan tanah dasar dengan cara mengangkat tanah yang berwarna hitam dan mengeluarkan bau busuk. Selanjutnya membuang semua genangan air sisa budidaya sebelumnya. Kemudian dasar tambak dikeringkan dan dilakukan pengecekan pH tanah, jika tanah dasar dalam kondisi asam maka dilakukan pencucian dengan cara memasukkan air dan membuangnya kembali. Pencucian ini dilakukan sesuai kebutuhan hingga ditemukan pH tanah dalam kondisi mendekati 6 atau kondisi pH netral. Tahap selanjutnya yaitu melakukan pemupukan menggunakan pupuk organik atau pupuk kimia. Dosis pupuk organik 1 ton/ha. Pemupukan dilakukan untuk menumbuhkan pakan alami dengan cara menebar pada dasar tanah yang masih dalam kondisi kering. Pakan alami yang diharapkan tumbuh adalah klekap. Untuk memaksimalkan pertumbuhan klekap maka dibutuhkan pengetahuan kondisi awal tentang kondisi tanah dasar. Adanya perbedaan lokasi budidaya maka akan beda

penanganan dalam menumbuhkan klekap. Sebaiknya jenis dan dosis pupuk yang digunakan menyesuaikan dengan kondisi tambak yang digunakan dalam proses pemeliharaan ikan bandeng.

Setelah tanah dasar dinilai siap untuk digunakan sebagai wadah pembesaran maka dilakukan pengisian air 60-80 cm. Tambak yang telah di isi air didiamkan beberapa hari hingga pakan alami (klekap) terbentuk sempurna. Ciri tambak yang siap ditebar nener yaitu adanya pakan alami (klekap) yang telah terbentuk dan warna mulai terlihat hijau. Persiapan petak penggelondongan dilakukan lebih awal untuk wadah pemeliharaan nener. Ketika nener telah mencapai ukuran gelondongan, maka akan dilakukan persiapan petak pembesaran dengan metode yang sama yang dilakukan pada persiapan petak penggelondongan. Umumnya proses budidaya ikan bandeng dilakukan dengan sistem bergandengan yaitu jika nener telah mencapai ukuran gelondongan pada petak gelondongan maka akan dipindahkan pada petak pembesaran. Tujuan sistem budidaya bergandengan adalah untuk memaksimalkan ketersediaan pakan alami (klekap). (WWF-Indonesia, 2014).



Gambar 8.2. Wadah budidaya ikan bandeng
(Sumber: WWF-Indonesia, 2014)

2. Benih Ikan Bandeng (Nener)

Kualitas nener yang akan digunakan dalam proses budidaya harus menjadi perhatian yang serius, karena nener akan mempengaruhi keberhasilan budidaya ikan bandeng. Nener yang kurang baik kualitasnya tidak akan mampu beradaptasi dengan lingkungan baru sehingga berpotensi terjadi kegagalan dalam kegiatan budidaya. Kualitas nener yang baik dapat ditemukan pada hatchery yang telah bersertifikat CPIB (cara pembenihan ikan yang baik). Kriteria nener yang berkualitas yaitu pergerakan lincah, tubuh transparan, ukuran seragam, umur minimal 18 hari dan panjang 1,6 cm. Penebaran nener dilakukan dengan cara diaklimatisasi terlebih dahulu dengan cara kantong plastik yang berisi nener diletakkan diatas permukaan air hingga nilai suhu dalam kantong plastik sama dengan suhu air tambak. Selanjutnya kantong plastik dibuka dan nener yang telah beradaptasi akan segera keluar dari kantong menuju lingkungan barunya (tambak). Penebaran nener dilakukan pada wadah Pendederan selama 1 bulan (WWF-Indonesia, 2014).

3. Pemeliharaan

Proses pemeliharaan ikan bandeng dilakukan dalam 2 tahap yaitu pemeliharaan untuk penggelondongan dan pemeliharaan untuk pembesaran. Kedua kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan sistem bergandengan atau system berpindah dari petak penggelondongan ke petak pembesaran. Padat tebar ikan bandeng pada petak penggelondongan yaitu 100-200 ekor/m² dan kedalaman air 60 cm. Kegiatan penggelondongan dilakukan selama 1 bulan atau ukuran gelondongan telah mencapai minimal 10 cm dan selanjutnya akan dipindahkan pada petak pembesaran.

Kegiatan pembesaran dilakukan dengan kepadatan 7.500-10.000 ekor/ha. Gelondongan yang digunakan adalah yang memiliki ukuran yang seragam. Proses perpindahan ikan

bandeng dari petak gelondongan ke petak pembesaran sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari. Hal ini dilakukan agar suhu air tidak terlalu panas dan mencegah stress pada ikan. (WWF-Indonesia, 2014).

Pakan yang digunakan pada tahap penggelondongan dan pembesaran menyesuaikan dengan metode budidaya yang digunakan. Metode tradisional hanya mengandalkan pakan alami yang ditumbuhkan dengan metode pemupukan dengan pupuk organik atau pupuk kimia. Proses pemupukan telah dilakukan sejak awal persiapan petak dan akan dilakukan pemupukan ulang jika terlihat pakan alami telah berkurang. Selain itu, system budidaya bergandengan adalah metode untuk menyediakan pakan alami yang berkualitas sehingga target panen dapat terealisasi sesuai waktu yang ditetapkan.

4. Pengelolaan Kualitas Air

Pengamatan kualitas air dalam kegiatan budidaya ikan bandeng dibagi dalam 3 kategori yaitu fisika air (kedalaman, kecerahan dan suhu) dan kimia air (Oksigen terlarut, pH air, salinitas, ammonia), biologi air. Nilai fisika air yang menunjang pertumbuhan ikan bandeng yaitu kedalaman air 60-80 cm, kecerahan 30-40 cm, suhu 27-29°C, nilai kimia air yang menunjang pertumbuhan ikan bandeng yaitu oksigen terlarut >3 mg/L, pH air 6,81-7,25 atau pH netral, salinitas 15-25 ppt, ammonia <0,3 ppm sedangkan biologi air adalah kelimpahan pakan alami (klekap dan plankton). Pengelolaan kualitas air dilakukan setiap waktu dengan memperhatikan kondisi pasang surut. Jika hasil pengamatan kualitas air ditemukan nilai fisika dan kimia air yang kurang mendukung kehidupan ikan bandeng maka perlu dilakukan pergantian air. Volume pergantian air menyesuaikan kebutuhan sesuai kondisi kualitas air yang diharapkan. Mempertahankan kualitas air dalam kondisi baik akan menunjang kelangsungan hidup, kesehatan serta

pertumbuhan ikan bandeng (Syahrir, 2020; Irawan and Handayani, 2021).

5. Pengendalian Hama dan Penyakit

Penyakit pada ikan dapat disebabkan beberapa faktor misalnya kualitas air yang buruk, parasit, bakteri dan virus. Pengontrolan kualitas air setiap saat adalah salah satu kunci dalam mencegah timbulnya penyakit. Pengontrolan kualitas air meliputi fisika kimia air serta sumber air yang digunakan harus terhindar dari bahan pencemar. Selain itu, pengamatan dan pencegahan terhadap serangan parasit harus dilakukan setiap saat. Ikan yang terserang parasit akan menyebabkan ikan menjadi luka bagian dalam dan luar tubuh dan akhirnya akan merangsang pertumbuhan bakteri dan virus sehingga menyebabkan terjadinya penyakit. Metode pengamatan parasit meliputi pengamatan saluran pencernaan (lambung dan usus), insang, permukaan tubuh yang diamati menggunakan mikroskop (Seran, Salosso and Toboku, 2019). Metode lain yang dapat dilakukan dalam mencegah serangan penyakit yaitu pemberian probiotik. Aplikasi probiotik dapat dilakukan dengan mencampur dalam pakan atau langsung menebar pada media air (Malik, 2010).

6. Panen dan Penanganan Pasca Panen

Proses pemanenan ikan bandeng dilakukan sesuai kebutuhan pasar. Permintaan ikan bandeng dipasaran berkaitan dengan size ikan. Umumnya pemanenan akan dilakukan pada umur 4-5 bulan pemeliharaan atau size ikan bandeng telah mencapai ukuran 200-250 gram/ekor (size 4-5 /kg). Panen dilakukan pada pagi hari, hal tersebut dilakukan untuk menjaga kualitas ikan karena pada pagi hari lambung ikan kondisi kosong sehingga tidak terjadi pembusukan pada bagian usus. Teknik pemanenan menggunakan jaring yang telah dimodifikasi khusus menangkap ikan bandeng. Ikan yang tertangkap hanya ikan yang berukuran 200 gram ke atas sedangkan ikan yang kecil akan

lolos dan tetap dipelihara sampai mencapai ukuran siap panen, sehingga panen dapat dilakukan secara selektif (Romadon and Subekti, 2011).

Beberapa proses penanganan pasca panen perlu dilakukan agar ikan tetap terjaga kualitasnya. Proses pemanenan ikan dalam kondisi hidup, kemudian disortir sesuai ukuran dan kebutuhan pasar. Wadah *packing* menggunakan *sterefoam* atau boks plastik yang kedap suhu. Untuk menjaga kualitas ikan, wadah yang digunakan ditaburi es yang telah dihancurkan. Es ditempatkan pada dasar wadah, selanjutnya lapisan kedua adalah ikan bandeng, kemudian lapisan ketiga kembali ditaburi es dan begitu selanjutnya. Langkah terakhir menambahkan es pada bagian atas wadah sebelum wadah ditutup (WWF-Indonesia, 2014).

Bab 8

Budidaya Ikan Air Laut

8.1 Budidaya Rumput Laut

8.1.1 Latar Belakang

Permintaan rumput laut kering secara global mencapai 541.020 ton pada tahun 2012 rumput laut kering jenis *E. cottonii* dan 95.760 ton rumput laut kering jenis *G. verrucosa* (Anonim, 2012). Permasalahan akan tetap muncul baik secara non-teknis maupun teknis, apabila upaya pengembangannya tidak didukung dengan teknologi budidaya serta pasca panen yang sesuai dan kebijakan pemerintah yang tepat. Berdasarkan data yang ada, baik produksi maupun ekspor rumput laut, Indonesia menempati urutan kedua setelah Filipina. Potensi pengembangan rumput laut di Indonesia mencapai 1,11 juta ha dengan produksi diperkirakan mencapai sebesar 167.937 MT per tahun (Anonim, 2009).

Negara kepulauan Indonesia mempunyai jumlah 17.504 pulau dan panjang garis pantai mencapai 81.000 km mempunyai potensi yang besar untuk pengembangan budidaya sumber daya laut. Salah satu sumber daya laut yang dapat dibudidayakan dan mempunyai nilai ekonomis penting adalah rumput laut. Rumput laut mempunyai nilai ekonomis penting dan dapat dibudidayakan, rumput laut juga mempunyai prospek pasar yang bagus, baik untuk pasar dalam negeri maupun untuk pasar ekspor serta dapat meningkatkan taraf hidup bagi masyarakat nelayan maupun pesisir. Budidaya rumput laut, selain dapat

memenuhi permintaan pasar juga akan berperan dalam melestarikan lingkungan, terutama sumber daya rumput laut. Komoditas perdagangan internasional, rumput laut telah di ekspor oleh lebih dari 30 negara.

Perairan Indonesia adalah daerah tropis yang memiliki sumber daya rumput laut cukup besar baik sebagai sumber daya plasma nuttuh dengan kira-kira 555 jenis rumput laut di perairan Indonesia (melalui ekspedisi Laut Siboga 1899-1900 oleh Van Bosse). Jenis rumput laut yang terdapat di perairan Indonesia adalah *Gracilaria*, *Gelidium*, *Eucheuma*, *Hypnea*, *Sargassum* dan *Turbinaria*. Beberapa jenis rumput laut telah mampu dikembangkan ratusan jenis produk yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, yaitu industri pangan dan non pangan.

Jenis alga merah yang mempunyai nilai ekonomis penting adalah *Eucheuma* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp., *Turbinaria* sp. dan *Sargassum* sp. Jenis alga merah tersebut yang telah banyak dibudidayakan adalah jenis *Eucheuma* sp. dan *Gracilaria* sp. *Eucheuma* sp. dibudidayakan di perairan pantai dan laut, sedangkan *Gracilaria* sp. lebih banyak dibudidayakan di tambak. Jenis lainnya yang belum dapat dibudidayakan adalah *Gelidium* sp. dan kelas dari alga coklat (*Turbinaria* sp. dan *Sargassum* sp.).

Hingga saat ini hasil budidaya *Gracilaria* di tambak belum dapat mencukupi tingginya permintaan pasar terutama industri agar-agar akan *Gracilaria* kering sebagai bahan baku utama penghasil agar. Intensifikasi budidaya *Gracilaria* hingga saat ini terus digalakkan guna mencukupi kebutuhan industri agar-agar. Peningkatan produksi *Gracilaria* adalah dengan cara pengolahan lahan dan penggunaan pupuk yang tepat pada media tambak. Tujuan dari pemupukan tambak adalah untuk mencukupi unsur hara lahan yang sangat dibutuhkan *Gracilaria* untuk tumbuh dan berkembang.

Tumbuhan yang tergolong ke dalam kelompok alga mengandung banyak senyawa aktif yang dikenal baik bagi

kesehatan manusia. Rumput laut dalam tatanan ilmu biologi lebih dikenal dengan nama ganggang sebab kata “rumput laut” agak rancu karena bisa mencakup tumbuhan lain. Rumput laut atau ganggang digolongkan sebagai tanaman tingkat rendah sebab tidak memiliki struktur lengkap layaknya tumbuhan daratan. Apabila dikaji secara morfologis, rumput laut tampak memiliki daun dan batang serta akar. Akan tetapi tersebut sebenarnya hanya *thallus*. *Thallus* sendiri memiliki banyak bentuk, bisa bulat penuh, kantung, helaian rambut dan masih banyak lagi lainnya. Sejak tahun 1980-an, rumput laut telah dirintis dalam upaya mengubah kebiasaan masyarakat pesisir dari pengambilan hasil alam ke arah budidaya rumput laut dengan konsep ramah lingkungan serta usaha tersebut meningkatkan pendapatan masyarakat serta mempertahankan kelestarian lingkungan. Salah satu alternatif pemberdayaan masyarakat pesisir yaitu pengembangan budidaya rumput laut memiliki keunggulan yaitu: (1) Kegunaan produk beragam, (2) Lahan budidaya luas, (3) Teknologi cukup mudah.

8.1.2 Biologi Rumput Laut

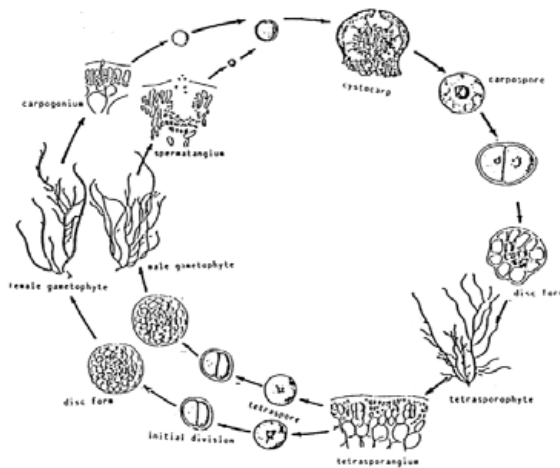
a. Klasifikasi Rumput Laut

Ganggang yang hidup di laut dan tergolong dalam divisio *thallophyta* adalah rumput laut. Keseluruhan dari tanaman ini merupakan batang yang dikenal dengan sebutan *thallus*, bentuk *thallus* rumput laut ada bermacam-macam ada yang bulat seperti pipih, gepeng, bulat, tabung, seperti kantung, rambut dan sebagainya. *Thallus* ini ada yang tersusun hanya oleh satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler). Percabangan *thallus* ada yang *thallus dichotomus* (dua-dua terus menerus), *pinate* (dua-dua berlawanan sepanjang *thallus* utama), *pectinate* dan ada juga yang tidak bercabang.

Pigmen bernama xantofil mendominasi rumput laut cokelat (*Phaeophyceae*). Pigmen tersebut yang bertanggungjawab atas terbentuknya warna cokelat pada rumput laut jenis ini. Selain

xantofil, rumput laut cokelat juga memiliki pigmen lain seperti klorofil dan karoten. Rumput laut cokelat memiliki banyak manfaat di antaranya menyembuhkan penyakit kanker. Rumput laut cokelat memiliki bentuk serupa helaian lembaran dan benang, mencegah dan memulihkan stroke, sebagai penghasil yodium, bahan baku beberapa jenis sup, bahan utama pupuk, dan lain-lain. Dalam ilmu taksonomi, klasifikasi *Phaeophyceae* sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
- Divisio : *Phaeophyta*
- Class : *Phaeophyceae*
- Ordo : *Fucales*
- Famili : *Sargassaceae*
- Genus : *Sargassum*



Gambar 8.1. Daur Hidup *Gracilaria verrucosa*

Gracilaria verrucosa dicirikan dengan bentuk *thallus* silindris, licin, berwarna kuning-hijau atau kuning-coklat. Percabangan berselang-seling tidak beraturan, kadang berulang-ulang memusat pada bagian pangkal. Cabang-cabang lateral memanjang menyerupai rumput, dengan panjang sekitar 25 cm dan diameter *thallus* sekitar 0,5-15 mm (Doty, 1985).

b. Habitat Hidup dan Penyebaran

Pada daerah pasang surut di alam *Gracilaria* hidup dengan cara menempel pada substrat dasar perairan atau benda lainnya. *Gracilaria* tersebar luas di sepanjang pantai daerah tropis. Pada musim-musim tertentu, di daerah Sulawesi rumput laut jenis ini banyak terdampar di pantai karena hempasan gelombang dalam jumlah yang sangat besar dan berakibat over produksi (Anggadiredja *et al*, 2006).

Gracilaria umumnya tumbuh di perairan yang mempunyai rataan terumbu karang melekat pada substrat karang mati atau kulit kerang ataupun batu gamping di daerah intertidal dan subtidal. Tumbuh tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia. Di Indonesia umumnya yang dibudidayakan di tambak adalah jenis *G. Gigas* dan *Gracilaria verrucosa* (Anonymous, 2005).

8.1.3 Agarofit dan Wilayah Pengembangan

Jenis rumput laut penghasil agar adalah agarofit, seperti *Gracilaria spp.* dan *Gelidium spp/Gelidiella* yang diperdagangkan untuk keperluan industri di ekspor dan dalam negeri. Agar-agar merupakan polisakarida yang semakin meningkat nilainya bila dapat ditingkatkan menjadi agarose. Agar-agar dapat membentuk jeli seperti karaginan tetapi kandungan sulfatnya masih ada, bila sudah bebas dari kandungan sulfat menjadi agarose. Jenis yang dikembangkan secara luas adalah *Gracilaria spp* (Kadi dan Atmaja, 1988).

Jenis Agarofit yang sudah banyak dikembangkan adalah dari jenis *Gracilaria spp* jenis ini meliputi *Gracilaria gigas* dan *Gracilaria verrucosa* dan dapat dibudidayakan di tambak. Wilayah pengembangan budidaya *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* meliputi daerah Sulawesi Selatan (Jeneponto, Takalar, Sinjai, Bulukumba, Wajo, Paloppo, Bone dan Maros); Lombok Barat; Pantai Utara Jawa (Serang, Tangerang, Bekasi, Karawang, Brebes, Pemalang, Tuban, Lamongan, Pasuruan dan Situbondo).

8.1.4 Kebutuhan *Gracilaria* dan Agar

Industri rumput laut dimulai sejak tahun 1930, padahal rumput laut telah dikenal lebih dari seabad yang lalu. Perkembangan industri rumput laut dimulai pada tahun 1955 dengan 5 industri yaitu total produksinya 13,7 ton per tahun. Setelah 20 tahun kemudian, pada tahun 1975, industri pengolah rumput laut menjadi 10 industri dan total produksi yaitu 108,7 ton per tahun. Kemudian pada tahun 1993, industri agar menjadi 12 industri besar dan 3 tradisional dengan produksi 888,5 ton per tahun.

Perkembangbiakan rumput laut pada dasarnya ada dua macam, yaitu secara tak kawin dengan cara konjugatif, vegetatif, spora, secara kawin (generatif) antara gamet jantan dengan igamet betina. *Gracilaria verrucosa* dicirikan dengan bentuk *thallus* silindris, licin, berwarna kuning-cokelat atau kuning-hijau. Percabangan berselang-seling tidak beraturan, kadang berulang-ulang memusat pada bagian pangkal. Cabang-cabang lateral memanjang menyerupai rumput, dengan panjang sekitar 25 cm dan diameter *thallus* sekitar 0,5-15 mm (Doty, 1985).

8.1.5 Budidaya *Gracilaria ierrucosa*

a. Pemilihan Lokasi dan Konstruksi Tambak

Konstruksi tambak ideal sangat mempengaruhi usaha budidaya rumput laut, ciri-ciri konstruksi yang baik yaitu:

- a. Bentuk persegi Panjang dengan luas petakan berkisar 0,5-1 ha.
- b. Dasar tambak anah yaitu sedikit berpasir dan berlumpur
- c. Terdapat pintu pemasukan dan pintu pembuangan
- d. Kedalaman air yaitu 50-60 cm
- e. Kontur tanah melandai 5-10 cm

Kriteria lokasi tambak *Gracilaria* sebagai berikut:

- a. Dasar tambak yaitu pasir berlumpur
- b. Tersedianya sumber air tawar
- c. Lokasi dekat dengan pantai
- d. Dalam mempermudah pergantian air, elevasi pasang surut antara 1-2 m
- e. Suhu air antara 20-28°C
- f. Salinitas 20-33 ppt
- g. Kedalaman minimal 50 cm
- h. pH air tambak antara 6-9

b. Persiapan Lahan dan Pengelolaan Air

Persiapan lahan bertujuan untuk mengoptimalkan lahan tambak sebelum digunakan untuk budidaya *Gracilaria*, yang meliputi:

- a. Dasar tambak dijemur hingga kering
- b. Perbaiki saluran air tambak agar sirkulasi air tidak terganggu
- c. Pengisian dengan tinggi air 10 cm dan aplikasi saponin 50 kg/ha
- d. Kemudian, dikeringkan dan tambak diisi air kembali hingga ketinggian 50-100 cm
- e. Kemudian lakukan pemupukan tambak menggunakan NPK 450 kg/ha

Pengisian air tambak dilakukan dengan cara gravitasi atau mengikuti pasang surut air laut, dengan persyaratan kualitas air sebagai berikut, suhu air antara 20-28°C, pH antara 6,8-8,2. Salinitas optimal antara 15-30 ppt, bebas dari bahan pencemar

dan kecerahan antara 50-100 cm serta sirkulasi air minimal dua kali seminggu.

c. Pupuk dan Pemupukan Tambak

Memberikan unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan rumput laut dengan jalan pemupukan, memperbaiki struktur tanah dan menghambat peresapan air pada tanah-tanah yang tidak kedap air (porous). Jenis pupuk yang dapat memperbaiki struktur tanah dan menghambat peresapan air pada tanah adalah jenis pupuk kandang atau pupuk organik, untuk luas areal tanam 1 ha pupuk kandang yang dibutuhkan berkisar antara 160-180 kg.

Seperti pada tanaman lainnya, rumput laut *Gracilaria* juga memerlukan nutrisi untuk pertumbuhannya, di antaranya kalium, nitrogen dan fosfat. Secara umum pada empat minggu pertama, rumput laut lebih banyak memerlukan nutrisi nitrogen, sedangkan pada dua atau tiga minggu sebelum panen rumput laut lebih banyak memerlukan nutrisi phosphate.

d. Penebaran dan Pemeliharaan Bibit Rumput Laut

Bibit yang digunakan harus memenuhi persyaratan atau berkualitas sesuai standar yang ditentukan. Bibit dapat berasal dari pembudidaya atau dari petani penyedia bibit. Bibit *Gracilaria* yang baik harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

Tabel 8.1. Kriteria bibit *Gracilaria*.

No	Kriteria	Uraian
1.	Spesifikasi	<i>Thallus</i> silindris, licin, berwarna merah-cokelat atau kuning-hijau. Percabangan tidak beraturan, memusat pada bagian pangkal. Cabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan panjang sekitar 15-30 cm.

2.	Komposisi	Air 11,6%; Protein kasar 25-35%; Lemak 1,05%; Karbohidrat 43,10%; Serat 7,50%; Abu 11,40%
3.	<i>Gel Strength</i>	220 g/cm ²

Bibit direndam dalam air tambak selama 2 jam sebelum ditebar. Lakukan pemilihan bibit yang baik, bibit yang baik segera ditanam/ditebar. Metode *broadcast*, dapat dilakukan pada bibit *Gracilaria* di tambak. Dimana bibit ditebar pada seluruh bagian tambak. Metode ini dilakukan karena biaya lebih murah, penanaman dan pengelolaan lebih mudah untuk dilakukan. Bibit pada penanaman pertama harus memiliki kualitas sangat baik, karena bibit untuk penanaman selanjutnya dapat diambil dari hasil panen. Bibit yang dibutuhkan untuk penebaran di awal berkisar 1-1,5 ton dengan luas 1 Ha.

Untuk mempertahankan salinitas dan unsur hara yang dibutuhkan rumput laut, perlu dilakukan pergantian air tiap tiga hari sekali dengan cara membuang air tambak antara 50-60% dan menggantinya dengan air yang baru. Pada saat musim kemarau pergantian air dapat dilakukan tiap dua hari sekali, hal ini bertujuan untuk menjaga agar kisaran salinitas tetap dalam keadaan normal.

Pada petakan tambak budidaya rumput laut haruslah dilakukan perawatan secara berkala. Perawatan dapat dilakukan dengan penyiangian/membuang rumput laut/alga *competitor* dan tumbuhan penempel, agar tidak menjadi faktor penghambat pertumbuhan rumput laut. Alga berfilamen dapat menjadi pengganggu dikarenakan dapat menutupi permukaan rumput laut dan menghalangi proses fotosintesis dan penyerapan. Tumbuhan penempel tersebut antara lain *Acanthopora*, *Hypnea*, *Dictyota*, *Laurencia*, *Padina*, *Amphiroa* dan alga filamen seperti *Symploca*, *Lyngbya* dan *Chaetomorpha*.

e. Polikultur dengan Udang dan Bandeng

Budidaya secara monokultur dan polikultur dapat dilakukan pada rumput laut dengan komoditas udang dan bandeng. Polikultur digunakan agar meningkatkan efisiensi dalam penggunaan lahan tambak dan berkesinambungannya pendapatan pembudidaya.

Sistem monokultur dilakukan dengan pembesaran rumput laut saja, berbeda dengan polikultur yaitu pembesaran bersama-sama dengan bandeng dan udang. Keseimbangan alam adalah prinsip dari budidaya ini. Fungsi daripada rumput laut adalah penghasil oksigen dan tempat berlindung serta sebagai *biological filter* bagi ikan dan udang. Kotoran ikan dan udang digunakan sebagai nutrisi bagi rumput laut dan menyerap CO₂ hasil pernapasan udang dan ikan. Kehadiran rumput laut memiliki dampak positif bagi ikan dan udang. Polikultur rumput laut dengan ikan bandeng menggunakan rasio 1.500 ekor gelondongan i: 1 ton rumput laut: 5.000 ekor tokolan udang windu. Penebaran tidak dilakukan secara bersama-sama, pertama rumput laut ditebar terlebih dahulu, setelah 10 hari gelondongan bandeng yang ditebar, kemudian setelah seminggu lakukan penebaran tokolan udang dengan rasio tebar.

f. Panen

Umur rumput laut yang dapat dipanen adalah 90-120 hari setelah penebaran. Panen dapat dilakukan tergantung pertumbuhan dan kesuburan lahan tambak. Panen dapat dilakukan secara total dan selektif. Pemanenan selektif dapat dilakukan dengan cara setelah panen, rumput laut dibersihkan dan dikeringkan, sedangkan pemanenan total dilakukan dengan cara rumput laut dipanen secara keseluruhan dan rumput laut yang masih muda dapat ditanam kembali menjadi bibit. Pada budidaya sistem polikultur, rumput laut dipanen saat berumur 120 hari, udang dan bandeng dipanen terlebih dahulu dengan mengurangi jumlah air tambak, kemudian rumput laut dapat

dipanen. Sebagian rumput laut digunakan kembali sebagai bibit, tahap selanjutnya adalah mengisi air tambak.

8.1.6 Teknik Pemeliharaan

a. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada saat budidaya rumput laut adalah sebagai berikut:

Alat:

- Tali
- Tali
- Pelampung
- Pemberat
- Kayu
- Lilin
- Korek
- Timbangan
- Alat tulis
- Penggaris
- Gunting

Bahan:

- Rumput laut
- Air asin

b. Pembuatan Media

Pembuatan media dengan metode lepas dasar atau *longline* adalah pembuatan media dengan pemeliharaan rumput laut di atas tanah dasar laut, pada saat surut masih terendam air. Adapun cara kerja dari pembuatan media tumbuhnya rumput laut adalah sebagai berikut:

-
1. Tali ris atau tali utama diukur hingga 52 meter per jalur, tali pengikat dipotong-potong 20 cm per tali sebagai pengikat rumput laut pada tali ris
 2. Setelah diukur, tali pengikat di pasang pada tali ris dengan jarak 20 cm (pada bagian awal dan akhir diberi jarak 1 meter sebagai tali pengikat)
 3. Tali pengikat dipasang sebanyak 250 titik per jalur

c. Pemasangan Bibit Rumput Laut

Pemasangan bibit rumput laut dilakukan pada sore hari dan tidak terkena matahari langsung, karena ada beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum rumput laut dipasang adalah:

1. Bibit yang digunakan harus bercabang banyak, rimbun, warna cerah, tidak layu dan tidak terinfeksi penyakit
2. Bibit harus dalam keadaan basah selama dalam perjalanan maupun sebelum dipasang, dapat dipercikkan air laut.
3. Tidak terkena air tawar dan hujan, dan tidak ditumpuk terlalu tinggi atau lebih dari 50 cm
4. Bibit yang akan diikat, ditimbang terlebih dahulu dengan bobot awal tebar 50 gram per bibit

Rumput laut diikat pada bagian ketiak rumput laut untuk mengurangi resiko rumput laut lepas bahkan patah pada saat proses pemeliharaan. Setelah bibit rumput laut diikat ke tali pengikat, rumput laut diusahakan tetap terjaga keseegarannya dengan cara memercikkan air laut, dan ditumpuk tidak terlalu tinggi sebelum penebaran dilakukan.

d. Pemasangan Patok idan Penebaran Rumput Laut

Jarak pemasangan patok dilakukan sesuai dengan jarak tali ris yang akan dibentangkan. Patok menggunakan kayu yang ditancapkan sejajar. Setelah pemasangan patok dilakukan, tali ris

yang telah dipasang bibit rumput laut dibentangkan dan diikat kedua ujung tali ke patok.

e. Pengamatan ipertumbuhan

Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan pembersihan *thalus* dan sampling. Pembersihan *thallus* dilakukan 5 hari sekali dengan cara menggerak-gerakkan tali ris sehingga kotoran berupa lumpur dan sampah yang mengganggu terlepas dari rumput laut serta tanaman rumput laut yang lepas diganti. Pengamatan rumput laut juga dilakukan dengan cara sampling, sampling pertama dilakukan setelah rumput laut berumur 10 hari. Penentuan sampel secara acak dengan 5 titik untuk mewakili populasi rumput laut sebanyak 250 titik.

f. Panen

Panen dilakukan setelah pemeliharaan 45 hari

8.2 Budidaya Kerapu

8.2.1 Latar Belakang

Komoditas ikan laut khususnya ikan kerapu pada umumnya merupakan perdagangan internasional yang mahal harganya dan semakin meningkat permintaannya. Saat ini permintaan ikan kerapu di pasar Asia cukup tinggi, terutama Hongkong, China, Singapore, Jepang dan Taiwan.

Melihat kenyataan tersebut, merangsang orang untuk terus melakukan pemburuan atau penangkapan yang lebih intensif. Dengan adanya penangkapan yang lebih intensif, maka populasi ikan kerapu di alam akan menurun drastis bahkan bisa-bisa mengalami kepunahan. Selain itu dengan penangkapan yang dapat dipastikan >75% menggunakan racun sianida (potas) maka dapat merusak terumbu karang yang ada. Guna mengantisipasi kedua hal tersebut, dan dengan didukung keberhasilan pembenihan ikan kerapu, maka untuk memenuhi permintaan pasar yang ada harus dimulai dari sekarang

pengembangan budidayanya. Sumber daya yang mencukupi serta pasar yang menjamin harga tinggi akan mendorong berkembangnya budidaya ikan-ikan laut khususnya ikan kerapu. Dengan demikian usaha budidaya laut dengan sistem KJA di samping merupakan usaha perekonomian untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat pesisir juga merupakan kegiatan yang tepat sebagai usaha pelestarian sumber daya perikanan.

Indonesia yang memiliki potensi areal untuk budidaya laut sekitar 81.000 km² tersebut, bila 30% digunakan secara optimal untuk budidaya kerapu dapat diperkirakan 5 milyar ekor per tahun benih kerapu yang dibutuhkan. Kebutuhan benih untuk dapat dibudidayakan di keramba jarring apung (KJA) perlu adanya penguasaan teknik pemijahan, penetasan, pendederan hingga pembesaran.

8.2.2 Prospek Pasar Ikan Kerapu

Kebutuhan konsumsi ikan laut khususnya ikan kerapu untuk negara-negara Asia di antaranya Hongkong, China, Taiwan, Singapore dan Jepang adalah dalam bentuk ikan hidup. Sedangkan khusus kerapu tikus dalam ukuran kecil mempunyai pasar sebagai ikan hias. Ikan kerapu tikus ukuran benih (± 2 inci atau ± 5 cm) saat ini utamanya untuk ikan hias, baik lokal maupun untuk ekspor. Para eksportir ikan hias lebih menyukai ikan kerapu tikus hasil pembenihan *hatchery* daripada hasil tangkapan dari alam. Hal ini disebabkan karena ukuran yang seragam dan bebas dari racun sianida (potas).

Sedangkan untuk ikan kerapu ukuran konsumsi (500-1500 gram) khususnya yang ukuran *golden size* (600-700 gram) sangat diminati pasaran terutama Hongkong, Taiwan dan daratan China. Sebagai gambaran kebutuhan ikan kerapu hidup untuk Hongkong dan China pada tahun 1998 dan perkiraan kebutuhan untuk tahun 2003 tertera pada tabel 8.2 dan harganya pada tabel 8.3.

Tabel 8.2 Kebutuhan dan harga kerapu hidup tahun 1998 dan analisa kebutuhan serta perkiraan harga pada tahun 2003 di pasar Hongkong dan Cina.

Jenis kerapu	1998		2003	
	Harga/kg (US \$)	Kebutuhan pasar (ton)	Harga/kg (US \$)	Kebutuhan pasar (ton)
Kerapu tikus	60	21	100	58
Kerapu sunu	27	446	58	1234
Kerapu macan	20	} >836	35	*
Kerapu malabar	15		25	*
Kerapu lumpur	15		25	*
Kerapu Napoleon/Lambe	65	347	100	961

Keterangan: * Data tidak tersedia

Sumber data: The market Analysis of Live Reef Fish Market in Hongkong and China.

Tabel 8.3. Harga beberapa jenis ikan kerapu hidup di tingkat petani dan pengeksportir di Indonesia serta harga di Restoran Hongkong.

Jenis ikan	Petani (US\$/kg)	Eksportir (US\$/kg)	Restoran Hongkong (US\$/kg)
Kerapu tikus	20	40-50	90-150
Kerapu sunu	5-12	25	70-100
Kerapu macan	5-12	25	70-100
Kerapu lumpur	5-12	25	70-100
Kerapu batu, dll	1-5	7-10	10-25
Napoleon/Lambe	20-25	50-60	90-180

Sumber: Live Reef Fish 1997 (Erdmann and Pet-Soedi, 1997)

8.2.3 Teknik Pembesaran Ikan Kerapu dalam Keramba Jaring Apung

Kegiatan budidaya ikan kerapu yang sudah mulai berkembang adalah pembesaran dalam karamba jaring apung (KJA) di laut. Meskipun begitu, tidak tertutup kemungkinan untuk budidaya ikan kerapu di bak terkontrol secara intensif maupun di kolam air laut (tambak). Keberhasilan usaha budidaya pembesaran ikan kerapu dalam karamba jaring apung sangat ditentukan oleh pemilihan lokasi, pembuatan konstruksi, ukuran dan padat tebar, pemberian pakan, pengenalan dan pengendalian penyakit serta panen dan pasca panen.

a. Pemilihan Lokasi

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk menunjang keberhasilan kegiatan budidaya ikan kerapu di KJA adalah pemilihan lokasi. Kesalahan dalam menentukan lokasi

dapat berakibat fatal bagi usaha budidaya pembesaran ikan kerapu. Parameter yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi tersebut adalah:

- Lokasi terlindung dari gangguan angin dan gelombang yang kuat, artinya perairan yang tenang tetapi mempunyai gerakan air/ arus yang baik dengan kecepatan 20-40 cm/detik.
- Kedalaman air minimal 15 m, sehingga pada waktu surut terendah kurungan (jaring) tidak menyentuh dasar perairan.
- Lokasi harus terhindar dari pengaruh berbagai pencemaran seperti logam berat, minyak, sampah dan limbah industri serta limbah hasil kegiatan pertanian, mudah diperoleh sarana dan prasarana yang diperlukan. Selain itu lokasi tersebut memenuhi persyaratan fisika dan kimia air seperti:
 - Salinitas 20-35 ppt
 - Suhu 27-32°C
 - DO \geq 5 ppm
 - pH 7,5-9,0
 - Ammonia dan nitrit $<$ 0,1 ppm

b. Sarana Budidaya

- Kerangka/rakit: berfungsi untuk menempatkan kurungan (jaring), dapat terbuat dari bahan bambu, kayu atau pipa galvanis yang telah dicat anti karat. Pemilihan bahan pembuat kerangka/rakit tergantung pada ketersediaan bahan di lokasi. i Bentuk dan ukuran kerangka/rakit bervariasi tergantung dari ukuran yang digunakan, sebuah rakit biasanya terdiri dari empat buah kurungan (jaring).
- Pelampung: berfungsi untuk mengapungkan keseluruhan sarana budidaya, dapat digunakan pelampung dari bahan drum plastik, drum besi atau pelampung styrofoam. Ukuran dan jumlah pelampung yang dipergunakan disesuaikan

dengan besarnya beban dan daya apung dari pelampung, misalnya sebuah rakit bambu yang terdiri atas empat buah kurungan apung $(3 \times 3 \times 3) \text{m}^3$ diperlukan pelampung drum plastik/drum besi volume 200 liter sebanyak 9 iuah. Pelampung diikatkan pada rakit dengan tali polyethylene (PE) \varnothing 0,8-1,0 cm.

- Kurungan atau wadah untuk memelihara ikan: terbuat dari bahan polyethylene (PE). Pemilihan bahan-bahan ini didasarkan atas daya tahannya terhadap pengaruh lingkungan dan harganya relatif lebih murah jika dibandingkan dengan bahan-bahan yang lain. Bentuk dan ukuran kurungan bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh jenis ikan yang dibudidayakan, ukuran ikan, kedalaman perairan serta faktor kemudahan dalam pengelolaannya. Ukuran kurungan umumnya adalah $(2 \times 2 \times 2) \text{m}^3$; $(3 \times 3 \times 3) \text{m}^3$ atau $(3 \times 3 \times 5) \text{m}^3$. Lebar mata (*mesh size*) kurungan disesuaikan dengan ukuran ikan yang dibudidayakan, misalnya untuk ikan panjang kurang dari 10 cm lebar mata digunakan adalah 8 mm (5/16"), panjang ikan 10-15 cm lebar mata 25 mm (1") serta apabila panjang ikan >15 cm lebar mata adalah 25-50 mm (1-2").
- Jangkar: berfungsi untuk menahan keseluruhan sarana budidaya agar tetap pada tempatnya. Jangkar yang dipergunakan harus mampu menahan sarana budidaya daripengaruh arus, angin dan gelombang. Jangkar dapat terbuat dari besi, karung berisi pasir atau balok semen/beton. Jangkar diikat dengan tali PE dan panjangnya tergantung kedalaman perairan, biasanya 3 kali kedalaman perairan pada saat pasang tinggi.

c. Tehnik Budidaya

- Penebaran Benih: Benih ikan kerapu ukuran panjang 4-5 cm (2") dari hasil tangkapan di alam maupun dari hasil produksi di tempat pembenihan (*hatchery*) biasanya didederkan

terlebih dahulu dalam bak beton atau waring nylon sampai mencapai ukuran glondongan (10 cm) untuk kemudian ditransfer ke karamba jaring apung di laut sampai mencapai ukuran konsumsi. Padat penebaran untuk benih yang beratnya 20-50 gram/ekor adalah 100 ekor/m³.

- Pakan: Pakan yang biasanya diberikan dalam pembesaran ikan kerapu adalah ikan rucah (*trash fish*) dalam bentuk segar, seperti ikan selar, tamban atau layang. Jenis ikan ini mengandung protein tinggi dan kadar lemaknya rendah. Rasio konversi pakan biasanya berkisar antara 7-8, artinya untuk mendapatkan daging ikan 1 kg diperlukan 7-8 kg ikan rucah. Pakan yang diberikan sebaiknya dalam keadaan segar dengan dosis 5-10% dari bobot biomas setiap harinya.
- Pengelolaan ikan: Kurungan apung sebagai tempat untuk membudidayakan ikan kerapu merupakan lingkungan yang terbatas, sehingga kebebasan ikan terbatas pula. Akibat dari keadaan ini terjadi pertumbuhan yang tidak seragam karena adanya persaingan dalam mendapatkan makanan, ruang gerak maupun perbedaan aktivitas ikan. Untuk itu dilakukan penjarangan dengan jalan mengurangi kepadatan dipindah ke jaring lainnya.
- Pengelolaan sarana budidaya: Sarana budidaya berupa rakit, kurungan apung, pelampung dan sarana lainnya harus mendapat perawatan secara berkala.
- Pengendalian Penyakit: Penyakit yang banyak menyerang ikan kerapu yang dibudidayakan dalam karamba jaring apung adalah disebabkan oleh krustacea, trematoda, protozoa, jamur, bakteri dan virus. Krustacea dan trematoda biasanya menyerang insang, sedangkan protozoa, jamur, bakteri dan virus menyerang bagian tubuh yang luka. Gejala ikan kerapu yang sakit berbeda-beda tergantung penyakit yang menyerangnya serta daya tahan tubuh ikan yang

diserang. Gejala tersebut harus diketahui untuk menentukan cara pengendalian yang tepat dan efisien.

- Panen: Ukuran panen dapat disesuaikan dengan permintaan pasar. Biasanya ukuran yang dikehendaki pasar (ukuran konsumsi) adalah 0,5-1,5 kg per ekor ikan. Untuk mencapai ukuran 500-800 gram, ikan kerapu tikus berbobot tebar 20-50 gram harus dipelihara selama 10-12 bulan. Sedang untuk kerapu macan membutuhkan waktu 6-8 bulan. Selama masa pemeliharaan diperlukan seleksi ukuran (*grading*) setelah bulan kelima untuk mengurangi variasi ukuran yang terlalu tajam sehingga diharapkan ukuran panen pada bulan ke-12 adalah relatif seragam. Ikan kerapu tikus mempunyai harga jual yang tinggi biasanya dalam keadaan hidup. Untuk itu penanganan pasca panen juga harus dilakukan dengan sangat hati-hati.

Bab 9

Budidaya Ikan Hias

9.1 Pengantar

Ikan hias adalah jenis hewan vertebrata yang masuk dalam filum *chordata* dan dapat hidup serta berkembang biak baik di air tawar, air payau maupun air laut. Pada dasarnya ikan hias dipelihara untuk memindahkan tempat dan umumnya tidak untuk dikonsumsi. Ikan hias yang dipelihara biasanya diletakkan di akuarium atau kolam. Ikan hias sangat berpotensi dari aspek ekonomi, karena dapat meningkatkan devisa negara dan dapat meningkatkan kesejahteraan pembudidaya ikan hias di Indonesia. Ikan hias terus meningkat nilai ekspornya pada periode 2017 hingga 2021, dengan peningkatan mulai dari 414 milyar di tahun 2017 menjadi sekitar 517 milyar di tahun 2021. Jenis ikan hias yang mendominasi pasar ekspor per 2021 yakni ikan hias air tawar sebesar lebih dari 80 persen senilai 417 milyar dan sisanya ikan hias air laut sebesar kurang dari 20 persen atau senilai 100,5 milyar (KKP|Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022).

Ikan hias yang dibudidayakan selain ikan hias air tawar adalah ikan hias air laut dan air payau. Peminat dari ikan hias air payau tidak sebanyak ikan hias air tawar dan air laut, akan tetapi masih ada peminatnya (Muchlisin, 2013). Berdasarkan habitatnya ikan dibagi menjadi dua, yaitu ikan diurnal dan nokturnal. Ikan diurnal adalah jenis ikan yang melakukan berbagai kegiatan secara aktif di siang hari. Sebaliknya, ikan nokturnal adalah ikan

yang lebih aktif di malam hari. Dalam kontruksi pemeliharaan induk pun demikian, induk ikan hias yang terbiasa hidup secara diurnal sebaiknya diatur wadah dan ruangnya sesuai dengan habitatnya dalam keadaan lebih banyak cahaya. Sementara ikan dengan sifat nokturnal juga demikian, induk ikan hias dipelihara di dalam ruangan khusus yang berada di dalam *hatchery* dalam keadaan sedikit cahaya atau dalam keadaan redup. Sehingga, induk ikan hias yang dipelihara sesuai dengan habitatnya akan dapat hidup dan berkembangbiak dengan baik.

Kegiatan budidaya ikan hias meliputi konstruksi wadah induk, penanganan induk baru, pemeliharaan induk (pakan induk, pengendalian hama dan penyakit pada induk, pengelolaan kualitas air), persiapan alat dan bahan pemijahan, seleksi induk (pengukuran panjang dan berat induk, pemeriksaan kematangan gonad, penyuntikan hormon), inkubasi dan penetasan telur (media inkubasi, persiapan wadah, pengeluaran telur dan sperma, perhitungan daya tetas telur), pemeliharaan larva (pendederan, pengelolaan kualitas air untuk larva, pakan larva, pengendalian hama dan penyakit pada larva, pertumbuhan larva) (Saputra and Efianda, 2020).

9.2 Kegiatan Budidaya Ikan Hias

9.2.1 Konstruksi Wadah Induk

Ukuran ruangan wadah induk sebaiknya sekitar 10x5 m biasanya dinamakan ruangan Sirkulasi Bak Bundar (SBB). Kondisi ruangan tersebut sangat redup dengan pencahayaan dari lampu kecil berwarna merah. Hal tersebut dimaksudkan untuk menyesuaikan dengan habitat ikan hias di alam yaitu di dasar perairan. Wadah pemeliharaan terbuat dari kanvas yang berisi udara agar lebih lembut untuk induk ikan karena mengantisipasi jika induk ikan tidak bersisik, sehingga lebih aman dalam pemeliharannya dan bentuk lingkaran dipilih karena lingkaran tidak mempunyai titik temu, sehingga ikan akan senantiasa aktif berenang, tidak bersembunyi di salah satu sudut.

Wadah pemeliharaan induk terdiri dari 4 komponen, yaitu bak pemeliharaan induk dan calon induk berbentuk lingkaran, bak filter besar berbentuk lingkaran, bak filter kecil berbentuk segi empat, dan bak penampungan air berbentuk segi empat. Wadah induk ikan berbentuk lingkaran dan memiliki diameter 4 m dan tinggi 1 m. terbuat dari kanvas berisi *bioball* berbentuk lingkaran dan diameter 1 m dan tinggi 3 m dengan volume 2.400 liter, sedangkan bak filter berbentuk segi empat memiliki ukuran 2x2 m², bervolume 2000 liter. Bak penampungan air berukuran 60x50x100 cm dengan volume 300 liter. Volume total adalah 14.700 liter.

Wadah induk diisi dengan air sumur yang telah diendapkan dan diresirkulasi di wadah tendon. Kemudian didesinfektan menggunakan formalin 20 ppm, tujuannya untuk mencegah terjadinya penyebaran penyakit yang dari wadah pemeliharaan yang baru. Setelah diberi formalin, kemudian diisi air dan diresirkulasi selama 7-8 hari. Formalin yang ada di dalam wadah indukan diasumsikan akan hilang dengan sendirinya yang disebabkan adanya sistem resirkulasi dan penguapan.

9.2.2 Penanganan Induk Baru

Pembenihan ikan yang dilakukan diawali dari skala laboratorium. Sementara anakan baru, baru diperoleh generasi pertama (F1), sehingga pengelolaan untuk induk diawali dari pemeliharaan induk yang didatangkan dari alam. Indukan ikan saat pertama kali datang harus diadaptasikan dengan lingkungan budidaya yang baru untuk mengantisipasi bila ikan tersebut membawa penyakit, maka dilakukan karantina (Satyani *et al.*, 2007). Karantina dilakukan dengan menempatkan ikan pada akuarium yang berukuran 100x50x40cm, selama 14–21 hari yang diberi plastik gelap pada sekeliling akuarium. Tujuan dari pemberian plastik adalah untuk menghindari ikan supaya tidak stres dari gangguan luar serta menyesuaikan dengan sifat indukan ikan yang akan dijadikan calon induk. Ruang karantina

harus ditempatkan pada ruang yang tenang dan sepi. Tindakan profilaksi dilakukan untuk mencegah penyakit dengan cara memberinya formalin 20 ppm selama 24 jam dilanjutkan dengan *Oxytetracyclin* 10 ppm selama 8 hari. Pakan dapat diberi cacing tanah atau cacing darah, dan diberikan sedikit demi sedikit. Ikan yang baru datang nafsu makannya belum ada, dengan bertambahnya waktu adaptasi biasanya konsumsi pakan akan naik. Pakan ditambahkan sesuai dengan naiknya nafsu makan ikan.

9.3 Teknik Pembenihan

Pembenihan secara buatan dalam budidaya ikan hias dapat dilakukan setiap waktu tanpa dipengaruhi musim penghujan ataupun bisa dilakukan secara alami tergantung dari spesies ikan hias yang akan dibudidayakan. Induk yang digunakan dalam pembenihan pada umumnya perbandingannya 1:1, 1:2, ataupun 1:3.

9.3.1 Pemeliharaan Induk

Stok induk yang didapat dari alam setelah melewati proses pengkarantinaan dipindah ke dalam bak kanvas dalam ruang SBB. Induk-induk tersebut belum diketahui umurnya, namun telah melalui hasil seleksi induk yang baik. Untuk pemeliharaan induk, disarankan agar kepadatannya adalah 6–8 ekor per m² dengan ketinggian air lebih dari 40 cm. kisaran suhu untuk hidup ikan hias adalah 24–30°C dengan pencahayaan yang redup (Kusrini *et al.*, 2015).

a. Pakan Induk

Lumbricus sp. adalah salah satu jenis pakan yang diberikan untuk indukan dan frekuensi pemberiannya satu kali dalam sehari. Penebaran cacing tanah pada wadah yang telah berisi tanah sebanyak 28-36 takar (1 takar = 1 gelas air mineral 220 ml) setiap 3 hari sekali. Cacing tanah dicuci bersih dari sisa tanah dan lendirnya kemudian baru diberikan pada indukan. Fungsi

pencucian ini adalah agar kondisi air dalam bak pemeliharaan induk tidak kotor. Pemberian pakan berupa cacing tanah sebanyak 10% dari biomass. Cacing tanah yang diberikan ditebarkan secara langsung dan acak pada bak pemeliharaan induk agar merata dan tidak menumpuk pada dasar bak (Mukti, 2019).

b. Pengendalian Hama dan Penyakit pada Induk

Pencegahan terhadap penyakit (desinfeksi) pada saat pemeliharaan dilakukan pada saat persiapan wadah pemeliharaan yaitu dengan cara memasukkan larutan formalin 20 ppm dan diaerasi selama 6–7 hari. Selain itu proses pencegahan terhadap penyakit dilakukan pada peralatan pembenihan yaitu dengan cara perendaman peralatan seperti saringan, selang, alat sifon pada larutan Byklin 20 ppt pada sebelum dan sesudah pemakaian.

Berdasarkan Yulianto and Ikrom, (2015) parasit yang sering menyerang induk dan benih ikan adalah parasit *Ichthyophthirius multifiliis* dan dapat menyebabkan kematian yang tinggi. Parasit ini menyerang tubuh bagian luar yang ditandai dengan adanya bintik putih pada seluruh tubuh (*white spot*). Pencegahannya yaitu dengan menjaga suhu air tetap stabil dan memberi imonustimulan berupa vitamin C dosis 500 mg/kg atau glukon dosis 400 mg/kg yang diberikan selama 5-7 hari berturut-turut. Pengobatannya bila induk ikan terjangkit penyakit ini adalah dengan *methylen blue* 3 ppm, atau campuran *malachite green* 0,1 ppm dan formalin 25-50 ppm melalui perendaman selama 24 jam. Perendaman dengan *oxytetracyclin* atau *chofolaksin* dosis masing-masing 5-10 ppm selama 24 jam. Melalui suntikan untuk induk dengan *oxytetracyclin* atau kloramfenikol pada dosis 25-50 mg/kg ikan.

c. Pengelolaan Kualitas Air

Menurut Satyani *et al.*, (2007) induk ikan sebaiknya dipelihara dalam ruang yang suhunya relatif stabil antara 26–

30°C, pH 6,5–7,0 dan oksigen yang cukup, yaitu 5 ppm. Adanya sistem resirkulasi dengan filter, membuat parameter kualitas air dalam media pemeliharaan induk cenderung stabil. Pembersihan dasar bak pemeliharaanpun dilakukan 2 kali seminggu dengan menggunakan metode penyiponan menggunakan alat sipon yang terbuat dari paralon PVC berdiamater 1 inci dengan panjang 1,5 m yang ujungnya berbentuk T, dengan bagian bawah diberi lubang untuk saluran penyerapan sementara bagian sampingnya tertutup rapat, kemudian dimasukkan selang dari panjang pipa. Alat sipon dan teknik sipon dapat dilihat pada Gambar 1. Penyiponan menyebabkan berkurangnya air maka setelah penyiponan dilakukan pengisian air sebanyak 5-10 %, dengan cara mengaliri air ke wadah filter, langsung dari tendon air, dan mengeluarkannya dengan cara membuka kran di bak filter biologi. Hal ini dilakukan dalam rangka menjaga volume dan tinggi air agar tetap stabil pula.



(a)



(b)

Gambar 9.1 (a) Alat Sipon dan (b) Teknik Penyiponan

Untuk pengukuran DO, pH, amoniak dan nitrit, dilakukan setiap seminggu sekali. Pengukuran DO dan suhu dilakukan di lapangan, pengukuran lainnya dilakukan di laboratorium IRD. Pengukuran DO menggunakan DO-meter. Sebelum dilakukan

pengukuran, perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu yaitu menentukan apakah alat tersebut masih layak digunakan atau tidak. Cara kalibrasi untuk Do-meter, terdapat standar nilai yang menunjukkan kelayakan penggunaan alat. Hal ini harus dilakukan karena pada display DO-meter, tampilan digital nilai DO selalu disertai dengan nilai suhu. Dengan demikian, bila hal ini tidak dilakukan, maka pengukuran yang dilakukan hasilnya tidak akan akurat bahkan salah. Metode pengukuran yaitu dengan mencelupkan bandul DO-meter ke dalam air yang akan diukur kadar DO sambil dinaikkan dan ditenggelamkan. Hal ini dilakukan agar nilai yang tercatat memiliki keakuratan yang tinggi.

9.3.2 Persiapan Alat dan Bahan Pemijahan

Pemijahan induk ikan hias terdapat dua cara, yaitu pemijahan secara alami dan pemijahan secara buatan. Tempat pemijahan untuk induk ikan dinamakan ruang inkubasi yang juga terdapat di dalam *Hatchery*. Umumnya pemijahan secara alami cenderung lebih mudah dilakukan, dimana induk ikan jantan dan betina disatukan dalam satu kolam atau akuarium dan diletakkan tempat peletakkan telur seperti kakaban. Kemudian dibiarkan dalam kondisi yang redup dan tenang agar indukan melakukan pemijahan. Akan tetapi, jika dilakukan pemijahan buatan. Seperempat ruangan terdapat meja permanen yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan penyuntikan indukan. Wadah penampungan telur dan sperma menggunakan mangkok dengan permukaan yang halus agar tidak merusak permukaan telur dan sperma.

Alat-alat yang digunakan dalam pemijahan buatan ikan hias adalah mangkok licin, spuit 1.0 ml yang tidak memiliki jarum yang berfungsi untuk menyedot sperma yang dikeluarkan oleh induk jantan, *ependorf*, serta *cool box* yang telah diisi es batu untuk penyimpanan sperma sementara. Bahan yang digunakan untuk pemijahan buatan ini adalah larutan fisiologis (NaCl 0,9%).

9.3.3 Seleksi Induk

a. Pengukuran Panjang dan Berat Induk

Seleksi induk dilakukan satu bulan sekali dan dilakukan di Sirkulasi Bak Bundar (SBB). Sebelum dilakukan seleksi, induk ikan dipuasakan sehari sebelumnya. Tujuannya adalah untuk menghindari tidak validnya data yang diperoleh, terutama pada saat penimbangan berat badan. Seleksi induk diawali dari persiapan alat, pembiusan, pengukuran panjang, penimbangan berat badan, pemeriksaan kematangan gonad serta pencatatan data induk. Bila terdapat induk betina yang telah mengandung telur, maka langsung dilakukan pengamatan terhadap telur dengan metode mikroskopis yaitu pengukuran diameter telur. Proses tersebut dilakukan untuk mengetahui kematangan telur yang berpengaruh pada kesiapan induk untuk dipijahkan.

Alat-alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan seleksi induk adalah seser, jaring, happa, kertas *milileterblock* yang telah dilaminating agar tidak basah, spuit penggaris, timbangan digital dengan bobot maksimal 5 kg, dan baskom yang telah diisi air dan dicampur dengan larutan bius *Phenoxy* dengan dosis 0.3 ppt, handuk kecil, kateter, cawan petri untuk wadah telur, *cool box*, *ependorf* untuk wadah sperma, kertas tisu, senter, *pocket reader*, mangkuk kecil 2 buah, nampan dan mikroskop. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan seleksi induk ikan ini adalah: induk jantan dan betina, *phenoxy* 0,3 ppt, NaCl fisiologis, akuades, dan es batu.

Setelah peralatan untuk seleksi siap, maka dilakukan penangkapan indukan dengan menggunakan seser lalu dimasukkan ke dalam happa berukuran 1x0,5x1 m yang diletakkan di pinggir kolam. Hapa adalah jaring yang diberi kerangka dari pipa paralon sehingga berbentuk seperti balok. Setelah itu diambil beberapa ekor sesuai besar baskom yang digunakan dan dimasukkan ke dalam baskom tersebut yang telah diberi larutan *phenoxy*. Ikan akan pingsan dalam kurun

waktu kurang lebih 1,5–2 menit. Setelah ikan terbius, proses seleksi induk dapat dilakukan.

Seleksi tahapan pertama adalah pengukuran panjang. Pengukuran panjang dilakukan dua kali, yaitu panjang badan dan panjang total. Panjang badan diukur dari terminal mulut ikan sampai pangkal ekor. Sedangkan panjang total diukur dari terminal mulut sampai ujung sirip ekor (*caudal fin rays*). Seleksi tahapan kedua adalah penimbangan berat badan dengan cara meletakkannya di atas timbangan digital. Sebelumnya induk diletakkan di atas handuk selama beberapa detik untuk menghindari penambahan berat badan induk karena adanya air yang masih bersisa pada tubuh indukan yang akan ditimbang.

Setelah seleksi pada panjang dan berat badan diperoleh data panjang dan berat induk, kemudian dilakukan pencatatan untuk digunakan sebagai acuan pada kegiatan *sampling* induk berikutnya. Menurut (Satyani *et al.*, 2007) ukuran merupakan parameter yang digunakan dalam menentukan induk yang baik. Untuk dapat dipakai sebagai induk maka ukuran bobot ikan sebaiknya minimal 100 gram (16 cm) untuk betina dan 40 gram (14 cm) untuk jantan. Perbedaan induk betina dan jantan hanya dapat dibedakan berdasarkan hasil dari proses seleksi induk. Hal itu disebabkan karena belum adanya kriteria khusus secara visual yang dapat membedakan induk jantan dan betina selain dari berat badan dan pemeriksaan dengan menggunakan metode kanulasi.

b. Pemeriksaan Kematangan Gonad

Pemeriksaan kondisi kematangan gonad dilakukan setelah pengukuran panjang dan penimbangan berat badan indukan. Terdapat dua metode pemeriksaan kematangan gonad untuk induk betina. Cara pertama adalah dengan visual dan rabaan, yaitu dengan meraba pada bagian perut induk betina, bila badan tampak gemuk dan bila diraba terasa lembut tidak keras, pada umumnya induk tersebut sudah siap untuk dipijahkan. Cara

rabaan ini amat kasar dan tidak dapat diandalkan. Cara kedua adalah dengan kanulasi atau kateterasi. Prosesnya yaitu mengambil contoh telur dengan kateter. Kateter bayi no 6 FR sesuai untuk ikan hias yang akan dibudidayakan. Selain telur ikan dapat masuk ke dalam selang kateter, kateter ini dapat dimasukkan ke dalam lubang genital. Caranya, selang kateter dimasukkan ke dalam lubang genital induk sedalam 5–7 cm. Setelah itu, ujung selang yang lain disedot dengan mulut decara perlahan-lahan. Telur akan masuk ke dalam selang kateter. Setelah disedot, selang kateter ditarik keluar secara perlahan-lahan kemudian diletakkan di cawan petri yang telah diberi larutan NaCl fisiologis. Kateter dan pengambilan sampel telur dengan kateter dapat dilihat pada Gambar 9.2.



(a)



(b)

Gambar 9.2 (a) Kateter dan (b) pengambilan sampel telur dengan kateter

Bila dalam tubuh induk betina sudah mengandung telur, dan telur tersebut telah didapat dengan menggunakan kateter, maka dilakukan tahapan seleksi selanjutnya, yaitu pengukuran diameter dan stadium telur yang menandakan posisi inti telur, pengamatan ini dilakukan di bawah mikroskop binokuler dengan menambahkan larutan fisiologis NaCl 0,9%. Ciri telur yang baik adalah memiliki bentuk bulat, ukurannya homogeni, mencapai diameter 1–1,2 mm, dan berwarna keabu-abuan.

Pemeriksaan untuk ikan jantan lebih mudah. Pada induk jantan dilakukan pengurutan secara pelan-pelan diperutnya, bila keluar cairan putih seperti susu maka induk berarti mengandung atau memproduksi sperma. Kemudian sperma diambil menggunakan spuit yang telah diberi sedikit larutan fisiologis (NaCl 0,9%) lalu dimasukkan ke dalam *ependorf* yang kemudian disimpan di dalam *cool box* agar sperma dapat bertahan lebih lama.

9.3.4 Penyuntikan Hormon

Teknik yang sebaiknya digunakan untuk memicu indukan melakukan pemijahan buatan adalah dengan teknik penyuntikan hormon yaitu menggunakan metode penyuntikan menggunakan hormon gonadotropin dengan merk dagang *Ovaprim* dan hCG 500IU dengan merk dagang *Organon* yang diproduksi oleh Perancis. hCG adalah hormon gonadotropin yang disekresi oleh wanita hamil dan disintesa oleh sel-sel sintitio tropoblas dari placenta. Hormon ini mempunyai dua rangkaian rangkai peptide yaitu α yang mengandung 92 asam amino dan β yang mengandung 145 asam amino dan berperan dalam pemecahan dinding folikel saat akan terjadi ovulasi yang kuat, atau dengan kata lain berfungsi merangsang produksi sex hormon testosterone atau merancang pematangan akhir. Hormon gonadotropin dengan *glycoprotein* rendah dapat mengontrol *vitelogenesis*, sedangkan yang tinggi mengakibatkan aksi ovulasi. Hormon tiroid akan aktif bersinergi dengan ganodotropin untuk mempengaruhi perkembangan ovary dan kemungkinan lain juga untuk meningkatkan sensitivitas pengaruh gonadotropin. Pada ikan teleostei, GTH dapat merangsang sintesa steroid pematangan pada dinding folikel ovary dan sekresi mediator ovulasi (Gusrina, 2008). Selain *Ovaprim*, khusus untuk induk betina mendapatkan suntikan 2 jenis hormon, yaitu menggunakan *Ovaprim* dan hCG 500 IU. Hormon *Ovaprim* dapat dilihat pada Gambar 9.3.



Gambar 9.3. Hormon Ovaprim

Dosis pemberian hCG untuk induk betina adalah 0,3 ml/kg berat badan, dan 0,6 ml/kg berat badan untuk *ovaprim*. Sama halnya untuk dosis *Ovaprim* pada induk jantan yaitu 0,6 ml/kg berat badan. Sebelum dilakukan penyuntikkan, perlu dilakukan pembiusan dengan metode yang sama seperti pada saat seleksi dan sampling, hal ini bertujuan agar ikan tidak berontak saat penyuntikan berlangsung.

Penyuntikkan pertama induk betina dengan menggunakan hCG pada pukul 00.00. Kemudian dilanjutkan penyuntikkan pada jantan dengan menggunakan *Ovaprim* pada pukul 15.00 WIB. Selang 24 jam dari penyuntikan betina pertama, dilanjutkan penyuntikan kedua dengan menggunakan *Ovaprim*. Cara penyuntikannya adalah dengan menggunakan spuit kecil berukuran 1,0 ml, tetapi jarum yang digunakan berasal dari spuit 2,5 ml. hal ini dilakukan agar hormon yang disuntikan bisa masuk lebih jauh ke dalam daging sehingga hormon yang disuntikkan benar-benar masuk dan tidak ada hormon yang ikut keluar saat jarum ditarik. Penyuntikan dilakukan secara *intramuscular*. Suntikan diberikan di bawah sirip punggung kira-kira 1 cm. Teknik penyuntikkan dilakukan dengan jarak antara jarum dan ikan membentuk sudut 45°. Sesudah disuntik ikan dimasukkan kembali ke dalam akuarium yang berada di ruangan inkubasi sebagai tempat penampungan sementara yang mudah

diamati. Teknik penyuntikan induk dapat dilihat pada Gambar 9.4.



Gambar 9.4. Teknik penyuntikan indukan

9.3.5 Inkubasi dan Penetasan Telur

a. Media Inkubasi

Media inkubasi telur yang sudah dicobakan yaitu air mineral dengan merk dagang Aqua. Kedua media inkubasi telur ini menggunakan metode resirkulasi. Berdasarkan pengamatan didapatkan bahwa, air mineral memberikan daya tetas yang lebih bagus dari air sumur. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan dalam media air sumur, embrio banyak mati pada stadium gastrula sekitar 6 jam sesudah fertilisasi (Abd. Waris, Kasim Mansyur, 2018).

Air untuk inkubasi yang digunakan pada praktek kerja lapang ini adalah air sumur yang sudah diaerasikan kuat dan diendapkan selama lebih dari 48 jam. Suhu dalam media penetasan pun dipertahankan antara 24-26°C dengan menggunakan pendingin ruangan.

b. Persiapan Wadah

Persiapan wadah penetasan telur dilakukan 2-3 hari sebelum dilakukannya pemijahan. Wadah inkubasi telur atau wadah penetasan telur untuk ikan hias menggunakan wadah

berupa corong dari *fiberglass*, dengan dimensi berdiameter 50 cm dan tinggi 80 cm. wadah inkubasi telur berjumlah 4 buah. Wadah penetasan telur menggunakan sistem resirkulasi, dengan air masuk dari bawah dan mengalir ke atas, arus air yang mengalir dari bawah ke atas memastikan telur tetap melayang dan tidak terkumpul dalam satu tempat.

c. Pengeluaran Telur dan Sperma

Setelah kurang lebih 11 jam pasca penyuntikan betina kedua, dapat dilakukan *stripping* atau pengurutan, demikian pula spermanya. Tempat penampungan telur harus disiapkan yaitu wadah yang bersih seperti mangkuk yang licin agar tidak merusak telur. Persiapan lainnya adalah spuit 1,0 ml tanpa jarum, fungsinya untuk megambil sperma yang keluar, selain itu dibutuhkan larutan fisiologis NaCl 0,9% untuk mengencerkan sperma. Pengeluaran sperma dilakukan lebih dulu sebelum induk betina dikeluarkan telurnya. Pengurutan dilakukan secara pelan pada perut induk jantan setelah lubang genital dibersihkan dari air untuk mendapatkan sperma (Amjad *et al.*, 2017). Air yang tercampur sperma akan mengaktifkannya dan nantinya sperma sudah lemah saat akan digunakan dalam pembuahan. Biasanya pertama kali yang akan keluar adalah urin berupa cairan bening. Biarkan urin keluar dulu kemudian apabila cairan bening sudah habis usahakan lubang genital dilap dengan tisu dan pengurutan hentikan dulu. Hal ini untuk menghindari tercampurnya sperma dengan urin yang dapat mempengaruhi aktifitas sperma.

Setelah tampak keluar cairan putih susu maka spuit dapat disiapkan untuk menyedot sperma. Pelaksanaan kegiatan ini membutuhkan dua orang pekerja. Satu melakukan *stripping* dan yang lain menyedot sperma dalam keadaan spuit. Pengurutan dilakukan sampai sperma habis. Volume sperma yang didapatkan dari satu ekor jantan adalah sebanyak 0,03-0,5 ml dengan ukuran induk 40-80 gram. Sperma kemudian diencerkan dengan larutan fisiologis dengan perbandingan 1:4 dalam

ependorf dan disimpan dalam botol *cool box* yang berisi es. Dalam air, umur sperma induk jantan hanya sekitar 45 detik. Sedangkan dalam keadaan tanpa campuran air, sperma dapat bertahan selama 2 jam. Akan tetapi, dalam larutan fisiologis sperma dapat bertahan hidup 4-6 jam, terutama pada suhu dingin antara 4-15°C.

Cara pengeluaran telur dari induk betina sama dengan pengeluaran sperma pada induk jantan, yaitu dengan cara *stripping*. *Stripping* pada induk betina dilakukan 15 jam setelah penyuntikan kedua, yaitu pada pukul 15.00 WIB. Pengurutan akan terasa mudah dan ringan bila ikan sudah waktunya memijah. Sedangkan bila terasa berat, berarti induk belum siap memijah. Oleh karena itu, maka lebih baik di tunggu sampai tiba saat yang tepat untuk memijah. Saat pengurutan induk betina juga harus dihindari masuknya air ke dalam telur sebelum dibuahi oleh sperma sebab bila telur tercampur dengan air, maka lubang *mycropile* telur akan segera tertutup. Hal ini menyebabkan telur tidak dapat dibuahi oleh sperma. Periode atau waktu antara saat suntik dan saat pengeluaran telur dipengaruhi oleh suhu. Semakin rendah suhu, maka waktu yang diperlukan untuk *stripping* lebih lama dan jumlah telur yang dihasilkan lebih banyak (Ananda Sulistyio Adhi, 2019)

Proses pembuahan pada induk ikan betina dilakukan dengan cara pencampuran sperma dan sel telur di dalam satu wadah (mangkok plastik). Lalu ke dalam wadah telur ditambahkan air mineral secara perlahan-lahan secukupnya sambil digoyang-goyangkan dengan merata selama 1 menit setelah itu telur siap ditetaskan atau diinkubasikan. Telur yang keluar harus bebas dari darah, karena telur yang terkena darah saat pengurutan akan menyebabkan telur rusak dan pembuahan tidak bagus lagi. Oleh karena itu, saat pengurutan telur, digunakan *tissue* untuk menggelap daerah sekitar lubang pengeluaran. Telur yang didapat kemudian ditimbang terlebih dahulu. Hal ini untuk mengetahui berat total telur. Penimbangan

dilakukan menggunakan timbangan digital, sehingga hasil penimbangan dapat lebih akurat. Selain menimbang total telur yang ada, juga dilakukan sampling telur untuk mengetahui jumlah butir telur yang diproduksi oleh satu ekor induk ikan. Sampling dilakukan dengan mengambil 0,2 gram telur. Setelah didapat berat telur tersebut dilanjutkan dengan penghitungan jumlah sampling tersebut.

Telur yang berhasil dibuahi ditandai dengan warna telur bening dengan inti telur (calon embrio) di kutub anima berwarna putih susu. Telur yang tidak dibuahi ditandai dengan warna telur abu-abu agak kehijauan yang kusam dan tidak adanya lapisan bening seperti pada telur yang sudah dibuahi.

Menurut (Manurung *et al.*, 2022) derajat pembuahan (*Fertility Rate*) adalah jumlah telur yang terbuahi dibanding dengan jumlah telur yang dihasilkan dan dinyatakan dalam persen (%), dan didapatkan dengan rumus:

$$FR = \frac{\Sigma \text{Telur yang dibuahi}}{\Sigma \text{Telur keseluruhan}} \times 100\%$$

d. Perhitungan *Hatching Rate* (Daya Tetas Telur)

Menurut (Nugraha, 2012), *hatching rate* atau daya tetas telur adalah jumlah telur yang menetas dibanding dengan jumlah telur yang dihasilkan dan dinyatakan dalam persen (%). Perhitungan untuk *Hatching Rate* (HR) adalah dengan menggunakan rumus:

$$HR = \frac{\Sigma \text{Telur sampel yang menetas}}{\Sigma \text{Telur yang dibuahi}} \times 100\%$$

9.3.6 Pemeliharaan Larva

a. Pendederan

Setelah telur menetas menjadi larva, larva-larva tersebut keluar dari corong melewati lubang-lubang yang sengaja dibuat pada bagian atas corong. Corong-corong *fiberglass* tersebut berada dalam happa, yaitu saringan dengan kerapatan tinggi. Setelah semua larva keluar dari corong, maka corong-corong

fiberglass tersebut diangkat. Larva tersebut dibiarkan berenang di dalam happa selama 7 hari kemudian dipindahkan ke dalam akuarium berukuran 80x40x40 cm dan berada di ruangan tertutup terpal dan diberi nama Terpal 1 dan Terpal 2 dengan kepadatan penebaran 5-8 ekor/liter. Pada umumnya pemeliharaan larva merupakan salah satu fase kritis dalam pemeliharaan, karena sering terjadi kematian yang diduga disebabkan oleh faktor kualitas air dan stress akibat kepadatan yang tinggi.

b. Pengelolaan Kualitas Air Untuk Larva

Pada pengelolaan kualitas air, air yang digunakan adalah air sumur yang telah diendapkan dan dengan menggunakan sistem resirkulasi dengan menggunakan 3 filter: dakron sebagai filter fisik, batu karang sebagai filter kimia dan *bioball* sebagai filter biologis. Penyiponan dilakukan setiap hari yaitu pada pagi hari untuk membuang sisa-sisa kotoran dan pakan dengan menggunakan selang kecil dengan diameter 1 cm. tinggi air disarankan tidak terlalu tinggi karena ketinggian air mempengaruhi tekanan air. Semakin tinggi air, maka tekanan dalam air tersebut semakin besar.

Menurut Kusriani *et al.*, (2015) parameter-parameter kualitas air yang masih dapat ditoleransi oleh larva ikan hias, yaitu suhu untuk perawatan larva yang dapat dicatat antara 26-29°C masih bagus untuk pertumbuhan maupun kehidupannya. Kadar oksigen 6,0-9,0 ppm cukup baik untuk perkembangan larva, nilai dibawah 5,0 ppm sebaiknya dihindari, pH antara 6,0-7,5 masih dapat ditoleransi, tetapi melihat hasil yang ada nilai antara 6,0 sampai 7,0 adalah yang paling baik. CO₂ tinggi sampai 14 ppm masih dapat ditoleransi larva tetapi nilai yang lebih rendah yaitu sekitar 6,0 ppm adalah lebih baik untuk pertumbuhan larva. Ammonia dan nitrit biasanya dalam pemeliharaan dengan pergantian air nilainya tidak terlalu tinggi. Kadar yang tercatat 0,1-0,5 ppm masih cukup kuat ditoleransi oleh larva.

c. Pakan Larva

Artemia spp. adalah salah satu spesies pakan larva yang diberikan untuk larva. Pemberian pakan alami untuk larva berdasarkan bukaan mulut larva. Mulut larva mulai membuka pada hari ke-4. Pemangsa pertama sesudah diberi pakan terjadi pada hari ke-4. Ukuran bukaan mulut sekitar 0,2-0,3 mm sehingga nauplii artemia tetasan 20–30 jam yang berukuran 0,1–0,15 mm sudah dapat ditelan (Abd. Waris, Kasim Mansyur, 2018).

Pada pemeliharaan larva, pemberian pakan *Artemia* selama 21 hari dengan frekuensi pemberian pakan lima kali dalam satu hari tepatnya pada pukul 06.00, 10.00, 14.00, 18.00, 22.00 secara *ad libitum*, artinya selalu tersedia sesuai dosis yang diberikan. Banyaknya artemia yang diberikan adalah 0,2 liter artemia yang telah dicuci dan diberi air tawar untuk 1 akuarium dengan kepadatan kurang lebih 500 ekor larva ikan.

d. Pengendalian Hama dan Penyakit Pada Larva

Pada saat pemeliharaan larva, hampir tidak ditemukan adanya penyakit, hal ini disebabkan media air yang digunakan sangat terkontrol. Hanya saja yang perlu diperhatikan adalah penyakit yang bersumber dari genetik, seperti bentuk tubuh yang bengkok dan tidak lengkapnya anggota tubuh ikan. Hal tersebutlah yang menjadi salah satu faktor penyebab meningkatnya angka kematian dalam pemeliharaan larva.

e. Pertumbuhan Larva

Sampling pertumbuhan larva yang dilakukan adalah pengamatan pada pertumbuhan larva secara mikroskopis. Pertumbuhan larva yang baru menetas seperti larva ikan umum lainnya yaitu transparan, dengan kuning telur yang berbentuk oval dan cukup besar. Larva yang sehat akan naik turun mengikuti aliran air.

Memasuki hari ke 2 pada larva mulai terlihat dengan ditandai adanya bintik hitam di tubuhnya. Hari ke 3 sirip dada

mulai tumbuh dan pigmen mulai jelas, gelembung renang mulai tumbuh sehingga larva mulai berenang terarah walaupun masih sedikit meloncat-loncat. *Yolk* pada larva mulai menipis di hari keempat, kira-kira seperempat dari ukuran *yolk* hari pertama, mulut serta anus mulai membuka. Larva mulai dapat memangsa makanan dan bukaan mulut pada larva sudah mampu mengkonsumsi nauplii *Artemia* yang telah menetas sekitar 20-30 jam. Hari ke 5 larva sudah dapat makan dengan baik. Hari ke 6 kuning telur sudah tidak tampak. Sirip-sirip mulai tumbuh dan semua anggota badan lengkap pada hari 7.

Tingkat kelulushidupan atau *Survival Rate* (SR) adalah jumlah ikan/benih yang hidup pada akhir periode dibandingkan dengan jumlah ikan/larva yang hidup pada awal periode, dan dirumuskan dengan:

$$SR = \frac{\text{Jumlah benih yang hidup}}{\text{Jumlah larva awal pemeliharaan}} \times 100\%$$

9.4. Penutup

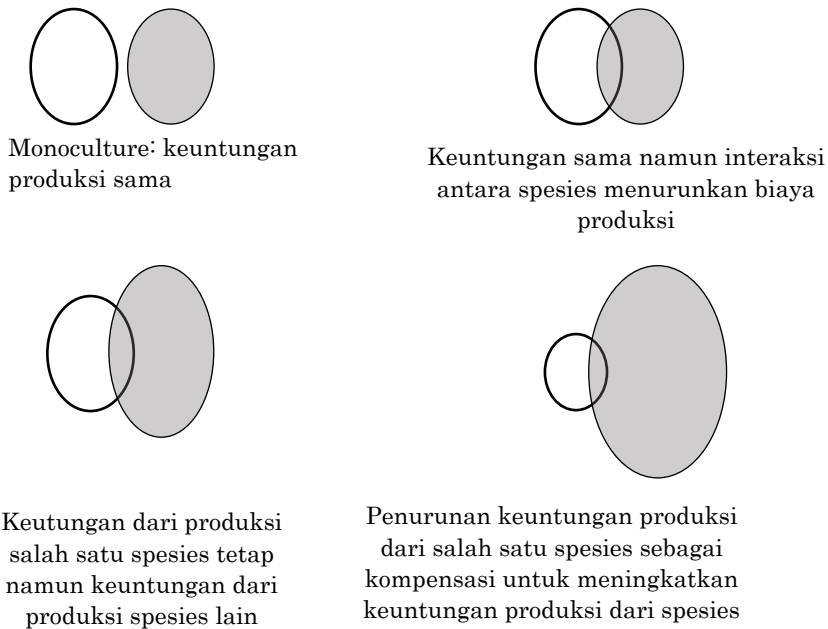
Teknik budidaya ikan hias dilakukan dengan cara alami dan buatan. Teknik budidaya secara alami yaitu membiarkan induk ikan jantan dan betina melakukan pemijahan sendiri tanpa campur tangan manusia. Teknik budidaya buatan yaitu dimulai dengan pemeliharaan induk, persiapan alat dan bahan, seleksi induk, penyuntikan hormon, inkubasi dan penetasan telur, lalu dilanjutkan dengan pemeliharaan larva. Teknik pemijahan secara buatan dengan rangsangan hormonal.

Bab 10

BUDIDAYA IKAN TERINTEGRASI

10.1 Pengantar

Budidaya terintegrasi adalah sistem budidaya yang menggabungkan antara ikan dengan organisme lainnya seperti ternak dan tanaman dimana antara setiap species saling berhubungan melalui pemanfaatan sisa metabolime yang diekskresikan seperti feses, ammonia, CO₂ dari satu spesies oleh spesies lain. Budidaya terintegrasi bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan lahan dan air sehingga menghasilkan lebih dari satu jenis produk dengan biaya produksi yang lebih rendah. Keuntungan ekonomi yang didapatkan dari setiap spesies yang dipelihara dalam budidaya dapat berbeda seperti yang digambarkan pada Gambar 1. Pada budidaya sistem tradisional, keuntungan yang diperoleh lebih rendah, namun jika diintegrasikan dengan spesies lain maka potensi keuntungan akan menjadi lebih besar.



Gambar 10.1 Skema keuntungan produksi dari dua spesies/komponen yang berbeda dalam sistem budidaya terintegrasi (Diadaptasi dari :Little and Edwards (2003).

Budidaya terintegrasi dengan budidaya polikultur memiliki persamaan yaitu memelihara lebih dari satu jenis spesies, namun berbeda dalam hal hubungan antara setiap spesies. Budidaya polikultur lebih bertujuan untuk memanfaatkan ruang dan makanan yang tersedia di kolom air, sedangkan budidaya terintegrasi lebih mengutamakan hubungan antara spesies dalam memanfaatkan hasil ekskresi yang dihasilkan oleh satu spesies untuk spesies lainnya. Pada budidaya polikultur, spesies yang dipelihara menggunakan satu kolam yang sama sedangkan pada budidaya terintegrasi, spesies yang dipelihara tidak harus berada pada satu kolam yang sama.

Salah satu spesies yang dipelihara dalam sistem budidaya terintegrasi harus mendapatkan keuntungan dari spesies lain sehingga proses daur ulang produk ekskresi dapat berlangsung.

Pada umumnya hubungan antara setiap spesies adalah dalam bentuk menjadikan feses yang dihasilkan dari suatu spesies sebagai makanan baik secara langsung maupun tidak langsung untuk spesies yang lainnya.

Budidaya terintegrasi adalah merupakan salah satu solusi untuk mengurangi limbah budidaya dan juga untuk mengurangi penggunaan pakan dalam kegiatan akuakultur. Pemberian pakan dan limbah yang dihasilkan berkontribusi besar dalam menurunkan kualitas air di lingkungan budidaya.

Budidaya terintegrasi mengenal adanya spesies utama. Spesies utama biasanya memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dan berada pada level *trophic* yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lainnya. Pemilihan spesies dalam budidaya terintegrasi sebaiknya memperhatikan perbedaan tingkat tropik dari spesies yang dipilih. Oleh karena itu, budidaya terintegrasi dalam akuakultur biasa juga dikenal dengan sistem *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Spesies yang digunakan dalam IMTA tidak hanya menjadi biofilter akan tetapi juga menjadi komoditas yang bisa dipanen untuk mendapatkan keuntungan. Penerapan sistem biofilter dalam budidaya yang terintegrasi akan memungkinkan bahwa air yang telah digunakan dapat digunakan kembali.

Keuntungan budidaya terintegrasi adalah :

1. Menurunkan tingkat pembuangan limbah
2. Menurunkan biaya produksi relatif terhadap keuntungan yang diperoleh utamanya dalam hal biaya penyediaan pakan dan biaya pemupukan
3. Menyediakan lapangan pekerjaan yang lebih banyak yang disebabkan karena semakin beragamnya spesies yang dipelihara.
4. Meningkatkan hasil panen dengan jenis yang lebih beragam.

-
5. Meningkatkan kesejahteraan masyarakat karena terjadinya peningkatan pendapatan, penyediaan lapangan pekerjaan, dan pemenuhan kebutuhan pangan.

Beberapa contoh penerapan budidaya terintegrasi adalah sebagai berikut:

10.2 Budidaya ikan terintegrasi dengan tanaman

Mina Padi

Salah satu contoh yang sangat umum ditemukan adalah budidaya ikan dengan padi atau disebut juga mina padi. Padi memerlukan air selama masa pertumbuhannya, sehingga ikan dapat menggunakan air sawah tersebut sebagai media pertumbuhan. Feses ikan dan pakan yang tidak termakan akan menyediakan unsur hara bagi padi, di sisi lain padi menyediakan oksigen dan tempat perlindungan bagi ikan. Ikan akan memangsa berbagai jenis hama padi, seperti serangga dan rumput. Jenis ikan yang dapat dipelihara adalah ikan mas, gurame, lele, dan udang galah.

Melalui sistem mina padi, petani dapat mengoptimalkan satu petak sawah untuk menghasilkan dua komoditas. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam budidaya mina padi adalah:

1. Penggunaan pestisida harus dihindari karena dapat bersifat racun terhadap ikan.
2. Dibutuhkan persiapan lahan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem budidaya padi. Hal ini dilakukan agar petak sawah tidak mudah kehilangan air dan ikan akibat kebocoran pematang. Selain itu diperlukan pembuatan saluran air dan parit dalam petakan untuk tempat berlindung, berkumpul dan mengarahkan ikan saat pemanenan. Parit tersebut sangat berguna pada saat ketinggian air sangat rendah, namun demikian keberadaan parit dapat membuat sawah menjadi sulit untuk dikeringkan. Parit juga dapat menjadi tempat untuk

mengungsikan ikan pada saat melakukan pemupukan dan pemberantasan hama pada padi. Kedalaman parit berkisar 0.5 m dengan luas total tidak lebih dari 10% dari luas total lahan sawah agar produksi padi tetap maksimal (Gambar 10.1).



A

B

Gambar 10.1. Model sawah mina padi (A) Tampak dari samping (Sumber :Yi (2019)). (B) Tampak dari atas (Sumber: Son et al. (2022)).

3. Kawasan persawahan harus bebas banjir untuk menghindari terlepasnya ikan saat banjir.
4. Petak sawah mampu menahan volume air. Tanah dasar yang liat lebih mampu menahan air dengan lebih baik dibandingkan dengan tanah yang berpasir.
6. Varietas padi yang dipilih memiliki ketahanan terhadap genangan air. Kebutuhan genangan air untuk padi disesuaikan dengan dengan lama waktu pemeliharaan ikan.
7. Padi memiliki perakaran yang kuat agar tidak mudah roboh yang dapat mengganggu pergerakan ikan dan menghalangi difusi oksigen dipermukaan air.
5. Ukuran ikan disesuaikan dengan waktu dan ukuran panen yang diharapkan.
6. Pemeliharaan ikan di sawah rawan untuk mengalami pencurian. Sawah yang terbuka dan tingkat kedalaman air yang rendah menyebabkan ikan dapat dengan mudah

terlihat. Selain itu pada umumnya sawah tidak memiliki pagar keliling. Keberadaan ikan di sawah juga akan menarik predator lain seperti biawak dan burung. Oleh karena itu, hal ini dapat diantisipasi dengan cara memberikan jaring keliling dan jaring atas.

7. Budidaya mina padi memerlukan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan hanya membudidayakan padi saja. Ukuran ikan yang dipanen cenderung lebih kecil dibandingkan dengan ukuran ikan yang dipelihara di kolam dengan masa pemeliharaan yang sama. Selain itu, mina padi memerlukan tenaga kerja yang lebih banyak dibandingkan dengan budidaya padi.
8. Ikan yang dipilih mampu hidup dengan kedalaman air kurang dari 15 cm dengan fluktuasi suhu yang tinggi. Ikan mampu mentoleransi tingkat kekeruhan yang tinggi dan level oksigen yang rendah.

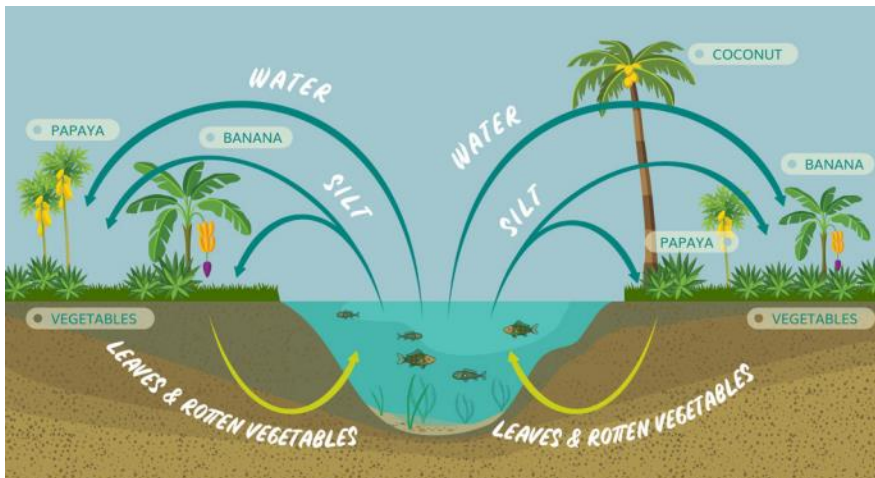
Penerapan budidaya mina padi dapat meningkatkan pendapatan petani. Ali (2017) melaporkan bahwa petani yang sebelumnya melakukan budidaya ikan secara konvensional dan kemudian beralih ke sistem budidaya mina padi menunjukkan bahwa produksi padi dapat meningkat hingga 10-20% dan pendapatan petani meningkat sebesar 61,7 % per ha per tahun.

10.3 Budidaya Ikan Terintegrasi dengan Tanaman Hortikultura

Tanaman hortikultura meliputi buah-buahan, sayuran, bunga, tanaman hias, dan tanaman biofarmaka yang ditanam di kebun (Poerwanto and Susila, 2021). Tanaman tersebut dapat ditanam di atas permukaan air ataupun di pematang kolam. Keberhasilan sistem ini tergantung pada pemilihan tanaman. Tanaman yang dipilih adalah tanaman dengan ketinggian yang pendek, tidak rimbun, dan memiliki waktu pemeliharaan yang pendek. Meskipun demikian beberapa tanaman seperti mangga dan kelapa juga dapat digunakan dalam sistem ini. Pada perkebunan kelapa, budidaya ikan dilakukan dengan

memanfaatkan ruang kosong yang tersedia di antara pohon kelapa yang biasanya berjarak 9 sampai 10 meter. Ruang kosong tersebut dapat dibuat kolam atau tempat penampungan air yang akan digunakan untuk mengairi pohon kelapa selama musim kemarau (Samuel and Mathew, 2014).

Hubungan antara setiap spesies dalam sistem budidaya ikan sistem integrasi dapat dilihat pada Gambar 10.2. Salah satu sistem budidaya ikan yang terintegrasi dengan tanaman hortikultura yang banyak dilakukan adalah budidaya sistem akuaponik.



Gambar 10.2. Sistem budidaya ikan terintegrasi dengan tanaman (Sumber: Anschell and Salamanca (2021))

Akuaponik

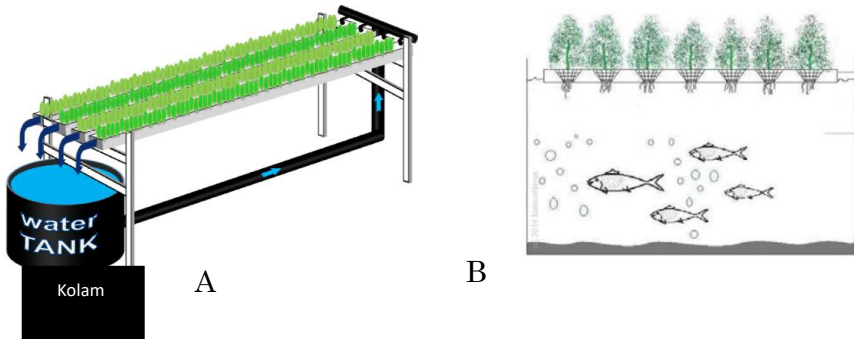
Sistem akuaponik menggabungkan budidaya ikan dengan budidaya tanaman, sedangkan pada sistem hidroponik hanya menerapkan budidaya tanaman. Pada budidaya hidroponik, pupuk yang ditambahkan ke air adalah merupakan satu satunya sumber unsur hara, sedangkan pada sistem akuaponik, sumber unsur hara berasal dari limbah budidaya ikan. Feses dan pakan yang tidak termakan dan semua bahan organik dalam air termasuk fitoplankton yang telah mati akan didekomposisi oleh

bakteri dan kemudian menghasilkan ammonia. Selain itu, ikan sendiri mengekskresikan ammonia sebagai hasil metabolisme protein. Amonia selanjutnya akan dirubah menjadi nitrat dan kemudian nitrit melalui proses nitrifikasi. Nitrat yang ada dalam air digunakan oleh tanaman sebagai unsur hara sekaligus sebagai penyaring air sebelum air tersebut dialirkan kembali ke dalam kolam ikan.

Proses nitrifikasi memegang peranan penting dalam sistem akuaponik karena proses nitrifikasi akan menghilangkan ammonia yang bersifat racun dan mengubahnya menjadi nitrat yang dapat diasimilasi oleh tanaman. Keuntungan sistem akuaponik adalah sebagai berikut:

1. Sistem akuaponik adalah suatu sistem yang tertutup sehingga sangat efisien dalam penggunaan air. Penambahan air baru ke dalam sistem budidaya sangat kecil dan hanya dilakukan untuk mengganti air yang hilang karena evaporasi. Pergantian air sedapat mungkin dihindari untuk menghindari hilangnya unsur hara.
2. Tidak membutuhkan lahan tambahan untuk menghasilkan tanaman hortikultura.
3. Pencemaran lingkungan dapat dihindari karena tidak adanya penggunaan pestisida dan pupuk yang dapat terbang ke luar dari lingkungan budidaya.
4. Selain menghasikan ikan, juga dapat menghasilkan tanaman organik lainnya.

Sistem akuaponik yang paling sederhana adalah dengan meletakkan wadah/media/tanaman secara langsung di atas permukaan air kolam. Tanaman seperti kangkung bahkan dapat diletakkan secara langsung tanpa menggunakan media. Pada sistem aquaponik yang lebih kompleks, tanaman ditempatkan terpisah dari kolam dan disuplai air dengan menggunakan bantuan pompa air (Gambar 10.3).



Gambar 10.3. Desain penempatan tanaman dalam sistem aquaponik. (A) Tanaman terpisah dari kolam ikan (Sumber Nicoletto et al. (2018)). (B) Tanaman diletakkan langsung diatas air menggunakan sistem rakit (Sumber: Chakravartty et al. (2017)).

Sistem akuaponik dapat dilakukan sebagai kegiatan ekonomi maupun sebagai kegiatan rekreasi. Sistem akuaponik bahkan menjadi alternatif kegiatan yang dapat dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan pangan secara mandiri. Beberapa tanaman yang dapat dibudidayakan dalam sistem akuaponik adalah kangkung, selada, kemangi, tomat, timun, cabe, dan bayam, sedangkan untuk jenis ikan yang dapat digunakan adalah ikan air tawar contohnya ikan mas, gurame, nila, dan lele. Aquaponik sebagai kegiatan ekonomi, harus memperhatikan beberapa hal berikut ini :

1. Beberapa tanaman seperti tomat, memerlukan nutrisi yang tinggi, sehingga penanaman tomat tidak bisa segera dilakukan setelah penebaran ikan. Membutuhkan waktu agar jumlah masukan nutrisi dan proses nitrifikasi dalam penyediaan unsur hara berlangsung seimbang dengan kebutuhan tanaman.
2. Pengontrolan selama pemeliharaan lebih intensif dilakukan dibandingkan dengan budidaya ikan atau hortikultura saja.

Pengecekan kualitas air dan kerja mesin (contohnya pompa dan aerasi) lebih sering dilakukan untuk memastikan kondisi kualitas air tetap optimal untuk ikan dan tanaman.

3. Membutuhkan masukan energi listrik yang lebih besar. Ketersediaan energi listrik menjadi mutlak untuk menggerakkan pompa. Bahkan diperlukan penambahan aerasi untuk menjamin agar proses nitrifikasi dapat berlangsung secara terus menerus untuk menghasilkan nitrat yang dibutuhkan oleh tanaman.
4. Ikan yang dipelihara harus memiliki toleransi yang tinggi terhadap fluktuasi pH, oksigen terlarut, nitrat, tahan terhadap kepadatan tinggi dan penyakit.
5. Permukaan air kolam tidak boleh tertutup seluruhnya oleh tanaman apabila menggunakan sistem rakit yang ditempatkan langsung di atas permukaan air kolam pemeliharaan ikan. Penutupan keseluruhan permukaan air dapat menyebabkan difusi oksigen dari udara bebas menjadi terhambat, sehingga ikan akan kekurangan oksigen.
6. Limbah dan proses nitrifikasi tidak selalu dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Pemberian pakan dengan komposisi tertentu yang sesuai dengan kebutuhan ikan belum tentu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Oleh karena itu kekurangan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman harus dipenuhi dengan melakukan penambahan unsur hara tersebut. Ikan sangat sedikit dalam mengeksresikan potassium, zat besi, calcium, dan phosphore sehingga harus ketersediaanya dalam air harus diatur (Suhl *et al.*, 2016).

10.4 Budidaya Ikan Terintegrasi dengan Ternak

Hewan ternak yang dapat dibudidayakan secara terintegrasi dengan ikan adalah kambing, domba, ayam, kelinci, dan sapi. Budidaya terintegrasi dengan ternak juga biasanya dikombinasikan dengan tanaman. Prinsip budidaya ikan

terintegrasi dengan ternak adalah melalui penggunaan limbah dari ternak untuk produksi ikan. Limbah ternak dapat menambah kesuburan air atau tanah sehingga fitoplankton atau tumbuhan air dapat tumbuh. Selanjutnya fitoplankton atau tanaman air tersebut dapat digunakan sebagai pakan oleh ikan atau ternak. Meskipun demikian hubungan lainnya antara ternak dan ikan dapat melalui penggunaan limbah hasil pemotongan hewan untuk diberikan langsung sebagai pakan ikan.

Penggunaan kotoran atau limbah ternak secara langsung untuk meningkatkan kesuburan perairan memiliki resiko yang tinggi jika masukan limbah tersebut terlalu tinggi. Oleh karena itu, sangat disarankan untuk tidak menggunakan limbah tersebut secara langsung namun digunakan terlebih dahulu seperti untuk menumbuhkan cacing yang selanjutnya akan digunakan sebagai pakan ikan. Tanaman air seperti *azolla* dapat menjadi makanan untuk ikan, dan sebagai pakan tambahan untuk ternak seperti babi, domba, ayam dan kelinci (Pillai *et al.*, 2002). *Azolla* dengan proteinnya yang tinggi mampu menggantikan pakan ikan hingga 30%, dan dapat digunakan sebagai pupuk hijau untuk memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah (Ali, 2017). Selain itu *azolla* juga dapat berfungsi sebagai biofilter untuk menghilangkan total ammonia sebanyak 32.3% (Sumoharjo *et al.*, 2018).

Hewan air lainnya yang terdapat secara liar dalam kolam dapat menjadi pakan tambahan untuk ternak unggas. Salah satu contoh budidaya terintegrasi yang umum ditemukan adalah budidaya ikan dengan ayam atau longyam.

Budidaya Ikan dengan Ayam (Longyam)

Longyam berasal dari kata balong ayam yang berarti kolam ayam. Ayam yang dipelihara dapat berupa ayam petelur ataupun ayam pedaging. Kandang ayam ditempatkan di atas kolam ikan sehingga kotoran ayam bisa langsung terbuang ke kolam dan membuat kandang ayam tidak bau (Gambar 10.4).

Kotoran ayam akan menjadi pupuk untuk air yang dapat menumbuhkan fitoplankton dan tumbuhan air. Selanjutnya fitoplankton dapat meningkatkan pertumbuhan zooplankton dalam kolam sebagai pakan ikan.

Selain ketersediaan fitoplankton dan zooplankton yang melimpah di kolam, detritus yang tersedia juga akan meningkat. Detritus akan menjadi substrak untuk bakteri. Namun demikian, konsentrasi oksigen harus tetap tinggi untuk mendukung proses dekomposisi secara aerob agar tidak menghasilkan ammonia. Penggunaan ikan yang bersifat *bottom feeder* juga sangat disarankan agar dapat mengkonsumsi pakan ayam yang tidak termakan dan jatuh ke dasar kolam. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam budidaya longyam adalah sebagai berikut:

1. Kandang ayam tidak boleh menutupi seluruh kolam. Kolam yang tertutup akan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air yang menyebabkan tidak terjadinya proses fotosintesis untuk fitoplankton. Selain itu posisi ketinggian dasar kandang juga harus diatur (minimal 75 cm), agar sirkulasi udara di bawah kolam dapat berjalan dengan lancar. Dasar kandang yang terlalu rendah dapat menyebabkan kandang menjadi lembab.
2. Jumlah ayam dan ikan serta luas/volume kolam harus seimbang. Jika jumlah ayam yang terlalu banyak maka penumpukan kotoran dalam air dapat terjadi terlebih lagi jika debit dan volume air rendah. Contoh perbandingan jumlah ayam dan ikan adalah: luas kolam 200 m² dengan kedalaman minimal 90 cm ditebar ikan 3-5 ekor per m² dan ayam dewasa sebanyak 50 ekor (Gaffar *et al.*, 1998).
3. Semakin banyak masukan limbah dari kandang ayam, kandungan oksigen juga harus tetap tinggi dan merata di badan air agar proses dekomposisi tidak menghasilkan gas yang beracun. Jika terjadi *alga bloom* maka jumlah limbah ikan

yang masuk ke dalam air harus dikurangi sambil melakukan pengenceran air.

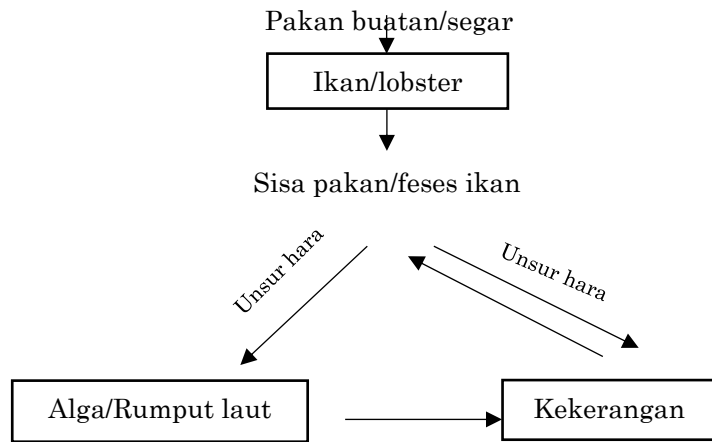
4. Ikan yang dipilih diutamakan ikan yang bersifat herbivora atau omnivora seperti ikan nila, ikan tawes, dan ikan gurame.

10.5 Budidaya Ikan Terintegrasi Diperairan Pantai

Berbagai kombinasi spesies yang dapat digunakan dalam budidaya terintegrasi di laut atau di pantai adalah udang windu/putih, rumput laut, abalone, bandeng, kerapu, kepiting, teripang, kekerangan, rumput laut, dan mangrove. Beberapa sistem budidaya di perairan pantai yang dapat diterapkan adalah IMTA dan *silvofishery*. IMTA menggunakan beberapa spesies yang memiliki tingkat trofik yang berbeda dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi limbah melalui proses bioremediasi. Oleh sebab itu, IMTA dianggap sebagai teknologi budidaya yang paling ramah lingkungan.

Sistem IMTA tidak hanya dapat diterapkan di perairan pantai namun juga dapat diterapkan pada komoditas air tawar. Sebagai contoh penggunaan spesies yang berada pada tingkat *trophic* yang rendah seperti rumput laut atau kekerangan, digunakan untuk mengasimilasi limbah atau sisa pakan dari spesies yang berada pada level *trophic* yang lebih tinggi seperti ikan atau lobster. Spesies yang berada di level *trophic* yang rendah dapat menjadi produk tambahan yang dapat meningkatkan pendapatan petani. Penggabungan berbagai spesies dengan tingkat tropik yang berbeda dalam satu kegiatan budidaya diharapkan agar output dari satu spesies dapat menjadi input untuk spesies yang lain. Oleh karena itu, IMTA adalah konsep budidaya yang ramah lingkungan dengan tingkat efisiensi penggunaan pakan yang tinggi. Nederlof *et al.* (2022) melaporkan bahwa tingkat asimilasi nitrogen, phosphor, dan karbon yang diberikan ke ikan melalui pakan dapat mencapai 45-75% pada budidaya IMTA sistem tertutup dan 40-50% pada budidaya IMTA sistem terbuka.

Salah satu contoh budidaya IMTA adalah kombinasi antara rumput laut, kerapu, lobster, dan abalone. Kerapu dan lobster yang ada dalam keramba atau tambak menerima masukan nutrisi dari luar melalui pemberian pakan buatan atau ikan rucah, sedangkan rumput laut berfungsi untuk menyerap limbah nitrogen dan phospat dan sekaligus sebagai biofilter. Disisi lain, abalone dapat berfungsi sebagai pemakan sisa pakan dan detritus serta memakan rumput laut (Gambar 10.5).



Gambar 10.4. Sistem IMTA

Silvofishery adalah sistem budidaya terintegrasi yang melibatkan komponen hutan mangrove. *Silvofishery* juga disebut sebagai tambak tumpangsari dimana mangrove dan ikan dipelihara dalam tambak secara bersama sama. Dalam tambak terdapat parit dimana pada saat air surut bagian tersebut tetap tergenang oleh air sebagai tempat hidupnya ikan atau udang yang dipelihara. Pada bagian lain dalam tambak terdapat kumpulan tanaman mangrove yang pada saat air surut, permukaan tanahnya dapat terekspos dengan udara secara langsung. Produksi tambak tradisional lebih kecil dibandingkan dengan produkti tambak tumpangsari. Tambak tumpangsari dikelola secara tradisional dan dengan tutupan mangrove hingga

>80% produksi udang dapat mencapai 411 kg/ha/tahun sedangkan pada tambak tradisional tanpa mangrove hanya bisa memproduksi 171 kg/ha/tahun (Takashima, 2000).

Dalam budidaya tambak tumpangsari, kelestarian mangrove harus tetap diperhatikan. Mangrove yang tumbuh besar akan menghalangi sinar matahari dan mengundang predator sehingga perlu dilakukan peremajaan tanaman mangrove secara berkala.

Pada budidaya udang secara semi tradisional sangat rendah. Jumlah pakan dan pupuk yang dikonversi menjadi biomassa udang hanya 23-31% yang menunjukkan bahwa banyak bagian dari input pakan dan pupuk yang terbuang ke lingkungan (Chang *et al.*, 2020). Kombinasi udang dengan kerang, rumput laut, kepiting, dan ikan juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan dan pupuk. Alga dan organisme autotroph mengambil CO₂, menghasilkan oksigen, dan mengkonversi limbah menjadi biomassa sebagai makanan udang, ikan, atau kepiting. Alga juga dapat berperan sebagai biofilter air dan memiliki sifat *antagonistic* terhadap beberapa penyebab penyakit organisme akuatik, sedangkan kerang menjadi pemakan detritus atau sisa pakan yang tak termakan (Chang *et al.*, 2020).

Bab 11

Budidaya Dengan Teknologi Bioflok

11.1 Pendahuluan

Teknologi bioflok telah menjadi teknologi yang populer dalam budidaya ikan atau udang air tawar, payau dan laut. Teknologi bioflok pertama kali diterapkan secara komersial di Belize oleh *Belize Aquaculture* (Amerika Utara). Teknologi ini juga telah berhasil diterapkan dalam budidaya udang di Indonesia dan Australia (Taw, 2010). Jumlah tambak udang yang saat ini menggunakan teknologi bioflok belum diketahui jumlahnya, akan tetapi beberapa contoh tambak yang telah berkembang adalah Belize Aquaculture Ltd., di Belize dan PT. Central Pertiwi Bahari di Indonesia. Keberhasilan atau kegagalan teknologi bioflok terletak pada tingkat pemahaman dasar konsep teknologi dalam aplikasi komersial. Belize Aquaculture merupakan budidaya komersial pertama yang berhasil menggunakan teknologi bioflok dengan produksi 13,5 juta ton udang/ha saat itu merupakan pencapaian yang cukup baik. Teknologi Belize awalnya diterapkan di PT. Central Pertiwi Bahari, Indonesia yang mencapai produksi rata-rata lebih dari 20 juta ton/ha di tambak komersial seluas 0,5 ha. Selama tahun 2008 dan 2009, teknologi bioflok berhasil dikembangkan di Jawa dan Bali. Karena kisah sukses di Indonesia dan Amerika Serikat, banyak pembudidaya udang kini tertarik dengan teknologi bioflok. Di

China juga sejumlah pembudidaya udang tertarik mengadopsi teknologi ini. Kolam pembesaran udang yang dilapisi plastik dan dilapisi HDPE dengan budidaya kepadatan tinggi sangat ideal untuk teknologi ini. Sebuah kelompok dari Brasil menjalankan uji coba bioflok komersial. Malaysia saat ini sedang memprakarsai proyek budidaya udang intensif terpadu seluas 1.000 ha di Setiu, Terengganu oleh Blue Archipelago. Perusahaan juga berencana untuk menggunakan teknologi ini.

Teknologi bioflok merupakan teknologi inovatif yang diidentifikasi untuk memecahkan masalah yang terjadi dalam budidaya perikanan terutama dampak pada lingkungan. Mikroba seperti bakteri umumnya dianggap sebagai agen penyebab penyakit pada hewan dan tumbuhan. Namun, dengan pengelolaan yang tepat dan ilmiah, kita dapat memanfaatkan populasi bakteri secara efektif. Pesatnya pertumbuhan perikanan yang ditujukan untuk perluasan berkelanjutan yang diperlukan untuk memenuhi permintaan protein di masa depan akan bergantung pada peningkatan produktivitas tanpa membebani sumber daya lahan dan air, penerapan teknologi berkelanjutan yang meminimalkan dampak lingkungan, dan pengembangan sistem produksi hemat biaya yang mendukung ekonomi dan sosial.

Teknologi bioflok dapat memberikan kontribusi besar terhadap hasil budidaya dengan menghasilkan produk berkualitas tinggi, aman, menarik, dan dapat diterima secara sosial. Teknologi bioflok memfasilitasi budidaya intensif, sekaligus mengurangi biaya investasi dan pemeliharaan dan menggabungkan potensi untuk mendaur ulang pakan. Teknologi ini didasarkan pada *zero exchange water* atau meminimalkan penggunaan air untuk memaksimalkan biosekuriti dan meminimalkan efek lingkungan eksternal. Sedangkan penggunaan aerasi non stop untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan menangguk partikel organik, serta pengembangan mikroba heterotrofik yang ada di kolam.

Komunitas mikroba yang beragam ini berfungsi untuk memineralisasi limbah, meningkatkan pemanfaatan protein dan mengurangi peluang dominasi strain patogen. Bioflok memanfaatkan kultur bersama bakteri heterotrofik dan alga yang tumbuh dalam flok dengan kondisi terkendali di dalam kolam budidaya. Jadi biomassa mikroba tumbuh pada pakan yang tidak dikonsumsi, kotoran ikan dan produk nitrogen anorganik yang mengakibatkan penghapusan komponen yang tidak diinginkan dari air. Kekuatan utama dalam teknologi bioflok adalah pertumbuhan intensif bakteri heterotrofik yang mengkonsumsi karbon organik (Avnimelech, 1999; De Schryver *et al.*, 2008).

11.2 Bioflok

Teknologi bioflok pertama kali dikembangkan untuk memecahkan masalah kualitas air. Pengelolaan kualitas air didasarkan pada pengembangan dan pengendalian bakteri heterotrofik dalam kolam budidaya (Avnimelech, 2007). Penambahan karbon pada teknologi bioflok bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri dalam membentuk gumpalan atau flok sebagai pakan alami (Crab *et al.*, 2007; Uddin *et al.*, 2007). Penguraian senyawa nitrogen beracun atau ammonium menjadi protein bagi mikroba terjadi melalui proses asimilasi dengan menambahkan sumber karbon yang tepat ke sistem kultur merupakan prinsip dasar teknologi bioflok. Keberhasilan paling utama teknologi ini tergantung pada pemilihan spesies, karena hewan yang dibudidayakan harus memiliki kemampuan untuk menghasilkan flokulus bakteri yang dikembangkan dalam sistem, dan harus memiliki kemampuan untuk mencerna dan memanfaatkan protein mikroba. Flok bakteri hasil bioflokulasi berfungsi sebagai sumber protein pakan yang penting

Implementasi sistem pergantian air kolam maksimum sebesar 5% untuk menggantikan hilangnya air akibat proses evaporasi/penguapan. Penggantian air dengan volume terbatas

berfungsi untuk mempertahankan dominasi bakteri dalam pengembangan flok partikel tersuspensi, yang menghambat masuknya sinar matahari ke dalam air dan secara tidak langsung membatasi ruang dan pertumbuhan plankton dan agen fotosintesis bakteri (Aiyushirota, 2019).

Bioflok dibuat dalam kondisi aerobik, maka konsentrasi oksigen terlarut harus selalu terpenuhi. Energi listrik yang cukup diperlukan untuk menggerakkan kincir air/aerator untuk mempertahankan suspensi flok mikroba dan kondisi proses aerobik agar kolam dapat berfungsi secara optimal. Menurut Ebeling *et al.* (2006), setiap gram amonium nitrogen yang diubah menjadi biomassa mikroba heterotrofik membutuhkan 4,71 g oksigen terlarut, 15,17 g karbohidrat, dan 3,57 g alkalinitas, serta menghasilkan 8,07 g biomassa mikroba dan 65 g biomassa mikroba.

Folke (1988) menunjukkan bahwa dalam budidaya intensif, pendekatan untuk menjaga kualitas nutrisi dan air dengan sistem tertutup dan pertukaran air yang terbatas menciptakan peluang untuk konsumsi energi yang tinggi dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang substansial. Roy dan Knowles (1995) mengkritik teknologi bioflok karena hanya mengukur konversi TAN (total amonia nitrogen) menjadi nitrit dan mengabaikan konsumsi O₂ yang diperlukan untuk proses aerobik oleh bakteri dalam konversi nitrit menjadi nitrat.

11.3 Struktur dan Komposisi Bioflok

Produksi bioflok oleh bakteri berfungsi untuk meningkatkan konsumsi nutrisi, mencegah biota stress akibat lingkungan dan predasi (Bossier dan Verstraete, 1996; de Schryver *et al.*, 2008). Flok bakteri terdiri dari campuran mikroorganisme (bakteri pembentuk flok, bakteri berfilamen, jamur), partikel tersuspensi, berbagai bentuk koloid dan polimer organik, berbagai kation, dan sel mati (Jorand *et al.*, 1995; Azim *et al.*, 2007; de Schryver *et al.*, 2008). Selain flok bakteri, ditemukan

pula makhluk hidup lain seperti protozoa, rotifera, dan *oligochaeta* di dalam bioflok (Azim *et al.*, 2007; Ekasari, 2008). Komposisi organisme dalam flok akan mempengaruhi struktur bioflok dan kandungan nutrisinya (Izquierdo *et al.*, 2006; Ju *et al.*, 2008). Ju *et al.*, (2008) mencatat bahwa bioflok yang didominasi oleh mikroalga hijau dan bakteri memiliki lebih banyak protein (masing-masing 38 dan 42% protein) dibandingkan dengan bioflok yang berupa diatom (26% protein).

Faktor lingkungan abiotik seperti rasio C/N, pH, suhu, dan kecepatan pengadukan juga mempengaruhi perkembangan bioflok (De Stryver *et al.*, 2008; Van Wyk dan Avnimeleeh, 2007). Menurut De Schryver *et al.* (2008), secara sistematis pembentukan gumpalan atau flok oleh komunitas bakteri merupakan kombinasi kompleks dari fenomena fisik, kimia, dan biologi, seperti interaksi fisik dan kimia permukaan bakteri dan *quorum sensing* sebagai pengatur biologis.

11.4 Pengembangan Bioflok

Inovasi yang berkembang di masa depan dalam bidang perikanan khususnya bioflok, diharapkan mampu mengatasi pembatasan budidaya pada sistem intensif dan semi intensif serta menghadirkan peluang yang signifikan. Sejumlah penelitian telah dilakukan dalam upaya untuk menyelesaikan beragam tantangan yang dihadapi pembudidaya di tambak. Sejumlah masalah sosial ekonomi, lingkungan, dan keberlanjutan jangka panjang saat ini mengancam kelangsungan hidup industri budidaya ikan. Menurut (Jamal *et al.*, 2020; Suprianto, Redjeki dan Dadiono, 2019) bahwa bioflok merupakan salah satu inovasi pemecahan masalah industri akuakultur terbaru.

11.4.1 Keunggulan dan Kelemahan Sistem Bioflok

Keunggulan Sistem Bioflok

Penerapan teknologi bioflok berkontribusi pada peningkatan kualitas air, biosekuriti, dan produktivitas. Meningkatkan efisiensi pakan dan menurunkan biaya produksi melalui pemotongan biaya pakan (Avnimelech, 2007; Crab *et al.*, 2008, 2009; Ekasari, 2008; Hari *et al.*, 2006, Kuhn *et al.*, 2009; Taw, 2005). Secara teoritis dan eksperimental, bioflok telah menunjukkan kapasitas yang sangat tinggi untuk mengontrol kadar amonia dalam sistem akuakultur. Secara teoritis, Ebeling *et al.* (2006) dan Mara (2004) menyatakan bahwa bakteri heterotrofik melumpuhkan amonia empat puluh kali lebih cepat daripada bakteri nitrifikasi. Schryver *et al.* (2009) menetapkan bahwa bioflok yang ditumbuhkan dalam bioreaktor dapat mengkonversi N dengan konsentrasi 110 mg NH₄/L menjadi 98% dalam satu hari. Hal ini menjelaskan bahwa bioflok memiliki kapasitas tinggi untuk mengubah nitrogen anorganik menjadi nitrogen organik dalam air, sehingga dapat meningkatkan kualitas air dengan lebih cepat. Hasil penelitian aplikasi langsung bioflok dalam budidaya menunjukkan bahwa kualitas media pemeliharaan, pertumbuhan, dan efisiensi pakan udang windu yang dihasilkan dengan meningkatkan rasio C/N secara signifikan lebih unggul dibandingkan dengan kelompok kontrol (Hari *et al.* 2004, 2006; Samocha *et al.*, 2007).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa perlakuan bioflok juga meningkatkan efisiensi pakan (Azim dan Little, 2008; Hari *et al.*, 2004, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bioflok ke pakan telah meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi secara keseluruhan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa bioflok dapat dimanfaatkan secara langsung atau sebagai tepung untuk bahan baku pakan (Azim dan Little, 2008; Ekasari, 2008; Kuhn *et al.*, 2008; 2009). Penelitian ini menemukan bioflok dengan profil nutrisi variabel yang dapat memenuhi kebutuhan

nutrisi kehidupan akuatik. Craig dan Helfrich (2002) mencatat bahwa pakan ikan harus memiliki 18 sampai 50 persen protein, 10 sampai 25 persen lemak, 15 sampai 20 persen karbohidrat, kurang dari 8,5% abu, dan berbagai vitamin dan mineral. Penelitian Avnimelech dan Kochba (2009) tentang penggunaan bioflok nitrogen oleh nila menggunakan isotop N mengungkapkan bahwa nila dapat mengkonsumsi 240 mg N bioflok per kilogram ikan, yang sebanding dengan 25 persen protein yang ditambahkan dalam pakan. Teknologi bioflok juga telah diterapkan pada produksi tepung bioflok, yang telah dievaluasi dengan udang vaname (Kuhn *et al.*, 2009).

Metode bioflok dapat mengurangi konsentrasi amonia dalam air. Sehingga ikan yang kita pelihara dapat tumbuh dengan baik di air yang bebas racun. Selain itu, bioflok terdiri dari polisakarida, protein, bahan kimia humat, asam nukleat, dan lipid, sehingga kaya akan protein mikroba (Zita dan Hermansson, 1994). Sehingga dapat mengurangi jumlah pelet yang digunakan pada media kultur. Hal ini dapat menurunkan biaya produksi yang terkait dengan pembelian pelet. Menurut Avnimelech (2007), pakan bioflok memberikan lebih dari lima puluh persen kebutuhan protein ikan di kolam uji. Ikan tidak terburu-buru menerima pelet sebagai makanan tambahan karena mereka memiliki akses ke sumber makanan prospektif 24 jam sehari.

Kelemahan Sistem Bioflok

Sistem budidaya bioflok memiliki kelemahan berupa pertumbuhan ikan yang sulit di amati (Azim dan Little, 2008). Hal ini disebabkan banyaknya flok yang mengambang pada air sehingga tidak mudah melakukan pengamatan pada pertumbuhan ikan di periode tertentu. Selain itu, penggunaan aerasi 24 jam atau non stop menjadi salah satu kelemahan dari sistem bioflok, mengingat biaya listrik yang digunakan serta penggunaan genset ketika terjadi pemadaman listrik dalam

waktu yang cukup lama. Parameter kualitas air dapat menjadi suatu kelemahan apabila pengontrolan pada kualitas air kurang tepat. Misalnya terjadi penurunan kualitas air yang menyebabkan menurunnya nafsu makan ikan yang diikuti dengan tingkat kematian yang tinggi (Yunianto dan Suryandari, 2022). Terlepas dari kelemahan pada sistem bioflok, semua organisasi terkait baik pemerintah, pemangku kepentingan, akademisi, dan pelaku budidaya perikanan, diharapkan melakukan inovasi untuk memajukan proses budidaya ini agar dapat menghasilkan produk ikan yang berkelanjutan, berkualitas, dan layak secara finansial.

11.5 Persiapan Media Bioflok Pada Kolam Budidaya

Pengisian air

Kolam dibersihkan dan disanitasi sebelum diisi air. Jika diperlukan, pengeringan dan desinfeksi dengan klorin 10%. Mengisi kolam sampai penuh dengan air yang telah diolah dengan 30 gram klorin per meter persegi selama tiga hari (untuk kolam outdoor) dan dinetralkan dengan *Sodium Thiosulfate* dengan dosis 15 gram per meter persegi setelah setidaknya 24 jam pemberian klorin (untuk kolam dalam ruangan).

Pemasangan peralatan

Pemasangan peralatan pompa dan peralatan lainnya. Setelah pemasangan, kekuatan arus dan kapasitas untuk mengaduk dilakukan pengujian. *Central drainasee* dibuat sehingga lumpur menumpuk di tengah kolam. Pompa harus diletakkan di tengah kolam, dan air harus dibuang ke arah yang berlawanan di sekeliling kolam.

Perlakuan (*treatment*)

Perlakuan (*treatment*) air dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Kapur tohor 100 gr per m³/dolomit 200 gr per m³/kaptan 200 gr per m³/mill 150 gr per m³.
- Garam krosok (non-iodium) : 3 kg per m³ air.
- Probiotik 5ml per m³. Jenis probiotik yang digunakan adalah bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*.
- Molase (tetes tebu) sebanyak 100 ml per m³ atau gula pasir 75 gr per m³.
- Kemudian dibiarkan air kolam selama 7 hari atau sampai air berubah warna.
- Kolam telah siap digunakan.

Penggunaan aerasi

Blower digunakan untuk mengaduk air pada kolam yang akan digunakan dengan tujuan untuk mencampur media sehingga bahan organik terdistribusi secara merata. Sehingga terurai secara aerobik, untuk meningkatkan oksigen terlarut (DO) dan menghilangkan gas karbon dioksida (CO) untuk membatasi penurunan pH dan alkalinitas air, dan untuk meningkatkan bakteri kolam dan kandungan oksigen ikan (O₂). Selama pemeliharaan, pengadukan dan aerasi harus dijaga untuk mencegah kematian plankton akibat rendahnya oksigen dan kadar amonia yang tinggi. Flok harus tetap tersuspensi di dalam air melalui pengadukan dan aerasi agar kualitas air cukup untuk ikan.

11.6 Penebaran Dan Pemeliharaan Benih Ikan

Masukkan benih ikan ke dalam kolam setelah media air disiapkan seperti yang dijelaskan. Sifat-sifat benih yang sehat dan unggul tentu saja merupakan hasil dari pembibitan yang luar biasa (dari induk yang sama). Indukan unggul menghasilkan keturunan yang unggul, karena keturunan mewarisi karakteristik orang tua mereka. Benih yang baik dicirikan oleh kelincihan/aktivitasnya, ukuran benih yang konsisten, warna yang seragam, seluruh organ tubuh, dan panjang tubuh 4-7 cm. Tambahkan probiotik tambahan 5 ml/m³ keesokan harinya, setelah benih berkualitas telah merata.

Perawatan benih ikan berikutnya adalah setiap 10 hari sekali berikanlah:

- Probiotik 5 ml/m³
- Ragi tempe 1 sendok makan/m³
- Ragi tape 2 butir/m³
- Malam harinya tambahkan dolomite 200-300 gr/m³ dapat diambil airnya saja

Setelah benih mencapai ukuran 12 cm atau lebih, setiap 10 hari sekali masukkan:

- Probiotik 5 ml/m³
- Ragi tempe 2-3 sendok makan/m³
- Ragi tape 6-8 butir/m³
- Malam harinya tambahkan dolomite 200-300 gr/m³ (diambil airnya saja). Pemberian ragi tape dilarutkan dalam air. Proses pemeliharaan benih ikan selanjutnya yang tidak kalah penting yaitu pemberian pakan.

Pemberian pakan

Pakan merupakan faktor yang paling signifikan dalam mengoptimalkan produksi budidaya ikan. Aksesibilitas pakan

berkualitas tinggi dapat berkontribusi pada perluasan produksi akuakultur. Pakan dapat diberikan dua kali sehari pada pagi dan sore hari, hingga 500-700 gram per hari, selama 2,5 hingga 3 bulan, berdasarkan jumlah benih yang ditebar.

11.7 Menejemen Kualitas Air Bioflok

Dalam sistem budidaya yang memanfaatkan teknologi bioflok, menurut Ekasari (2009), air media budidaya hanya ditempatkan satu kali dalam wadah dan digunakan kembali sampai panen. Air hanya ditambahkan untuk menggantikan penguapan dan mengatur kepadatan bioflok. Berbeda dengan sistem resirkulasi yang sangat kompleks, sistem kultur yang memanfaatkan teknologi bioflok hanya membutuhkan satu wadah yaitu wadah kultur. Penguraian bahan organik oleh bakteri dan mikroorganisme pengurai, hingga penggunaan produk penguraian oleh mikroalga dan mikroorganisme yang sedang tumbuh, terjadi dalam wadah dengan konsentrasi organisme kultur yang seimbang.

Setelah terjadinya proses penguraian limbah pada air budidaya, warna air akan terjadi perubahan yaitu air berwarna kecoklatan dan ada partikel mengambang di kolam. Hal ini merupakan pengelolaan kualitas air berdasarkan kapasitas bakteri heterotrofik untuk mengonsumsi N organik dan anorganik dalam air. Sesuai dengan de Schryver *et al.* (2008), dalam kondisi keseimbangan C dan N dalam air, bakteri heterotrofik akan menggunakan bentuk N organik dan anorganik yang ada dalam air untuk menghasilkan biomassa, sehingga menurunkan konsentrasi N dalam air.

11.8 Pemanenan Ikan

Menggunakan teknologi bioflok pada budidaya ikan akan mempercepat masa panen dibandingkan dengan budidaya tanpa sistem bioflok. Selain masa panen yang singkat, pertumbuhan dan bobot ikan juga lebih meningkat. Kemudian, sehari sebelum panen biasa ikan dipuaskan (tidak diberi pakan). Hal ini

dilakukan untuk mencegah ikan mengeluarkan feses selama pengangkutan dan menghindari penurunan kualitas air. Gunakan sabun dan desinfektan untuk membersihkan flock yang tersisa dalam kolam budidaya, kemudian lakukan pengeringan kolam selama 4-7 hari kemudian isi kolam pada saat akan digunakan kembali.

11.9 Penutup

Teknologi bioflok dapat memberikan kontribusi besar dalam memenuhi tujuan budidaya dengan menghasilkan produk berkualitas tinggi, aman, mudah, dan dapat diterima secara sosial. Pada intinya, teknologi bioflok dapat bermanfaat dalam meningkatkan keberlanjutan budidaya ikan/udang baik secara ekstensif, intensif, maupun modifikasi sistem budaya yang luas. Terdapat peluang besar untuk perbaikan lebih lanjut dari strategi pengelolaan ini, tidak hanya dengan mengoptimalkan kuantitas pada berbagai intensitas budidaya, tetapi juga dengan membandingkan kualitas dan potensi sumberdaya perikanan lainnya. Dalam satu kata, "Bioflok dalam budidaya adalah kunci untuk pengembangan budidaya yang berkelanjutan".

DAFTAR PUSTAKA

- [OIE] Office International des Epizootic. 2016. Red sea bream iridoviral disease. <http://www.oie.int/>. diakses pada 3 Oktober 2022.
- Abd. Waris, Kasim Mansyur, R. (2018) 'Penggunaan Bubuk Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) dengan Dosis dan Suhu Inkubasi Berbeda Terhadap Embriogenesis dan Penetasan Telur Ikan Cupang (*Betta splendens*)', *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan V*, pp. 9–24.
- Afrianto, E., Evi L. 2005. Pakan Ikan. Kanisius. Yogyakarta.
- Afrianto, E., Liviawaty, E., 1992. Pengendalian Hama & Penyakit Ikan, Kanisius. Yogyakarta. 89 p
- Afriyanto, E., Liviawaty, E., Jamaris, Z., dan Hendi., 2015. Penyakit Ikan. Penebar Swadaya, Jakarta, Hal 220
- Agus, F., Yusrial dan Sutono. 2022. Penetapan Tekstur Tanah. Diakses pada http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20sifat%20fisik%20tanah/05penetapan_tekstur_tanah.pdf
- Agustina, S, S. 2017. Budidaya Ikan Lele Dumbo dalam Kolam Terpal di Desa Buon Mandiri Kecamatan Luwuk Utara Kabupaten Banggai. Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat
- Ahlina, F,H., Riono, Y., Harahap, R, S., 2019. Pengaruh Penggunaan Jenis Wadah yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Betutu (*Oxeyeleotris Marmorata* Blkr). *Aquatic Sciences Journal*. 6:2, 93-98.
- Aiyushirota. 2009. Konsep Budidaya Udang Sistem Heterotroph Dengan Bioflok *Biotechnology Consulting and Trading* Komp. Bandung. Jawa Barat.

-
- Aji, N., Muh Murdjani, dan Notowinanto. 1989. Budidaya Ikan Kerapu di Kurungan Apung. Direktorat Jenderal Perikanan.
- Alawi, H. dan U.M. Tang, 2017. Dasar-dasar Budidaya Perikanan. Penerbit Intimedia. 172 hlm.
- Aleyev, Y. G. (1977) *Nekton, News.Ge.* Springer Netherlands.
- Ali, A., 2017. Peran Intensifikasi Mina Padi dalam Menambah Pendapatan Petani Padi Sawah Digampong Gegarang Kecamatan Jagong Jeget Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Sains Pertanian.* 1, 28-38.
- Alifuddin, M. 2003. Pembesaran Ikan Bandeng. Departemen Pendidikan Nasional
- Amjad, J. *et al.* (2017) 'Tingkat Keberhasilan Pemijahan Ikan Koridoras Albino (*Corydoras aeneus*) Dengan Substrat Yang Berbeda Pada Kolam Semen', *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, VIII(2), pp. 1-6. Available at: <http://journal.unpad.ac.id/jpk/article/view/15481>.
- Amri, K., Khairuman. 2002. Buku Pintar Budidaya Ikan Konsumsi. Jakarta: Agromedia
- Amri, K., Khairuman. 2013. Budi Daya Ikan. Jakarta: Agromedia.
- Ananda Sulistyio Adhi, Y. L. D. (2019) 'Implementasi Metode Computer Assisted Intruction (CAI) Untuk Pembelajaran Budidaya Ikan Hias', *Jurnal Satya Minabahari*, 1(01), pp. 105-112.
- Andriyanto, S. (2013) 'Kondisi Terkini Budidaya Ikan Bandeng', *me*, 8(2), pp. 139-144.
- Anggadiredja, J. A. Jatnika, H. Purwoto, dan S. Istini, 2006. Rumput Laut. Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial Seri Agribisnis. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta. 147 pp.

- Anggraini, A., Sudarsono and Sukiya (2016) 'Kelimpahan dan tingkat kesuburan plankton di Perairan Sungai Bedog', *Jurnal Biologi*, 5(6).
- Anonim. 2007. Budidaya rumput laut (*Eucheuma cottonii*). Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- Anonim. 2008. Statistik perikanan Indonesia 2008. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- Anonim. 2009. Indikator kelautan dan perikanan. Agustus 2009. Pusat Data, Statistik dan Informasi (Pusdatin KKP), Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Anonim. 2012. Pengembangan rumput laut di Sulawesi dan Sumbawa. Paket Kebijakan Industrialisasi Kelautan dan Perikanan Skala UMKM. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Anschell, N., Salamanca, A., 2021. Integrated Agriculture-Aquaculture System for Climate Change Adaptation, Mitigation and Livelihoods, Asean Climate-Smart Land Use Insight Brief 1. Jakarta. Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Stock.
- Aryani N., Henny S., Iesje L., Morina R. 2004. Parasit dan Penyakit Ikan. UNAI Press. Pekanbaru.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/Nitrogen Ratio as a Control Element in Aquaculture Systems. *Aquaculture*, 176:227-235.
- Avnimelech, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. *Aquaculture* 264: 140-147.
- Avnimelech, Y., Kocba, M, 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using ¹⁵N tracing. *Aquaculture*, 287; 163-168.

-
- Azim, M. E., and Little, D. C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1), 29-35.
- Azim, M.E., Little, D.C., Bron, .I.E., 2007. Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C/N ratio in feed and implications for fish culture. *Bioresource Technology* 99, 3590-3599.
- Beu, A. G. (2017) 'Evolution of Janthina and Recluzia (Mollusca: Gastropoda: Epitoniidae)', *Records of the Australian Museum*, 69(3), pp. 119–222. doi: 10.3853/j.2201-4349.69.2017.1666.
- Bossier, P., Verstraete, W., 1996. Triggers for microbial aggregation in activated sludge? *Appl Microbiol Biotechnol* 45, 1-6.
- Boyd, C. E. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture Development in Aquaculture and Fish Science*, Vol. 9. Elsevier Scientific Pub. Comp.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality Management for Pond Fish Culture. Department of Fisheries and Allied Aquaculture*. Auburn University Alabama. Agricultural Experiment Station. 318 pages.
- Bujeng, V. and Albert, D. D. . (2016) 'Preliminary Analysis on the Metal Age Shell Mollusc', *Asia Pacific Journal of Advanced Business and Social Studies*, 2(1), pp. 288–301.
- Chakravartty, D., Moncal, A., Rychowdhury, P., Bhattacharya, S.B., Mitra, A., 2017. Role of aquaponics in the sustenance of coastal India–Aquaponics is a solution for modern agriculture in ecologically sensitive Indian mangrove Sundarbans: A review. *International Journal of Fisheries Aquatic Studies*. 5, 441-448.

- Chan, Z.-Q., Neori, A., He, Y.-Y., Li, J.-T., Qiao, L., Preston, S.I., Liu, P., Li, J., 2020. Development and Current State of Seawater Shrimp Farming, With an Emphasis on Integrated Multi-Trophic Pond Aquaculture Farms, in China – A Review. *Reviews in Aquaculture*. 12, 2544-2558.
- Cholik. 2005. *Akuakultur. Masyarakat Perikanan Nusantara. Taman Akuarium Air Tawar*. Jakarta.
- Churchill, C. K. C., Valdés, Á. and Foighil, D. Ó. (2014) 'Molecular and morphological systematics of neustonic nudibranchs (Mollusca:Gastropoda:Glaucidae:Glaucus), with descriptions of three new cryptic species', *Invertebrate Systematics*, 28(2), pp. 174–195. doi: 10.1071/IS13038.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal in aquaculture towards sustainable production. *Aquaculture* 270,1-14.
- Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W., Avnimelech, Y. 2008. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquaculture Engineering* 40, 105-112.
- Craig, S., Helfrich, L. A., 2002. Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. Virginia Cooperative Extension, Virginia Polytechnic Institute and State University, Publication number. 420-256.
- de Schryver, P. and Verstraete, W. 2009. Nitrogen removal from aquaculture pond water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab-scale sequencing batch reactors. *Bioresource Technology* 100, 1162-1167.
- Dewi C. D., Ekastuti D. R., Sudrajat A. O., Manalu W. 2018. The role of turmeric powder supplementation in improving liver performances to support production of siam catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Omni-Akuatika* 14(1): 44–53.
- Dodds, W. and Whiles, M. (2020) *Freshwater Ecology: Concepts and*

Environmental Applications of Limnology, Third Edition, Academic Press. London: Academic Press.

- Dong, S., H. Shan, L. Yu, X. Liu, Z. Ren dan F. Wang. 2022. An Ecosystem approach for integrated pond aquaculture practice: application of food web models and ecosystem indices. *Ecological Indicators – ScienceDirect*. 141 : 1-9.
- Doty MS. 1985. *Eucheuma alvarezii* sp.nov (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. Di dalam: Abbot IA, Norris JN (editors). *Taxonomy of Economic Seaweeds*. California Sea Grant College Program. p 37 – 45. I
- Dumitrascu, M. (2011) ‘*Artemia salina*’, *Balneo Research Journal*, 2(4), pp. 119–122. doi: 10.12680/balneo.2011.1022.
- Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J., 2006. *Engineering Analysis Of The Stoichiometry Of Photoautotrophic, Autotrophic, and Heterotrophic Control Of Ammonia-Nitrogen In Aquaculture Production Systems*. *Aquaculture* 257, 346–358.
- Effendi, I. dan Mulyadi. 2022. Modul 1 Budidaya Perikanan. Diakses pada tanggal 25 September 2022 pada <http://repository.ut.ac.id/4184/1/MMPI5201-M1.pdf>
- Effendi. 2000. Telaahan Kualitas Air, bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Jurusan manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan, IPB. Bogor
- Ekasari, J. 2008. Bioflocs technology: the effect of different carbon source, salinity and the addition of probiotics on the primary nutritional value of the bioflocs. *Thesis*. Faculty of Bioscience Engineering. Ghent University. Belgium.
- Ekasari, J. 2008. Bio-Flocs Technology: the Effect of Different Carbon Source, Salinity and the addition of Probiotics on the Primary nutritional Value of the Bio-Flocs. *Tesis*. Gent: Faculty of Engineering, Ghent University.

- Ekasari. 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan aplikasi dalam perikanan budidaya sistem intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(2): 117- 126.
- Falkowski, P. (2012) 'The power of phytoplankton', *Nature*, 483, pp. 17–20.
- FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2020. doi: 10.4060/ca9229en.
- Firdausi, AP., Rahman., Mahadhika, R., Sumadikarta A., 2020. The Ectoparasitic Protozoa of Koi Fish (*Cyprinus carpio*) in Sukabumi. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8 (1) : 50 - 57
- Folke, 1998 *dalam* Ma'in. 2013. Kajian Dampak Lingkungan Penerapan Teknologi Bioflok Pada Kegiatan Budidaya Udang Vaname Dengan Metode *Life Cycle Assessment*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 11(2) : 110-119.
- Folke, C. 1988. Energy Economy of Salmon Aquaculture in the Baltic sea. *Environmental Management*. 12(4): 525-537.
- Gaffar, A.K., Haryono, S., Suryaningrat, S.,1998. Budi Daya Terpadu Ayam Buras dan Ikan (Longyam) di Daerah Pasang Surut. *Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu-ISDP*, 17.
- Ge, Y. L. *et al.* (2018) 'Comparison of the life-history parameters and competition outcome with *Moina macrocopa* between two morphs of *Brachionus forficula*', *Scientific Reports*, 8(1), pp. 2–11. doi: 10.1038/s41598-018-24441-9.
- Ghufran, K.H.M., Tancung, B.A. 2005. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- González, S. *et al.* (2014) 'Dosima fascicularis (Cirripedia: Lepadidae) in Uruguayan waters: The southernmost western Atlantic presence of the "blue goose barnacle"',

Marine Biodiversity Records, 7(99), pp. 1–8. doi: 10.1017/S1755267214000748.

Gunarto and Hendrajat, E. A. (2008) 'Budidaya udang Vanamei, *Litopenaeus vannamei* Pola Semi-Intensif Dengan Aplikasi Beberapa Jenis Probiotik Komersil', *Jurnal Riset Akuakultur*, 3(3), pp. 339–349.

Hardi, E.H., 2018. Bakteri Patogen pada Ikan Air Tawar *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas fluorescens*. Mulawarman University Press. Samarinda.

Hari, B., Kurup, B.M., Varghese, J.T., Schrama, J.W., Verdegem, M.C.J., 2006. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture* 252, 248–263.

Hari, B., Madhusoodana, K., Varghese, J.T., Schrama, J.W., Verdegem, M.C.J., 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture* 241, 179–194.

Harijono, T., Arifin, Z., Abrori, M., Ritonga, B,R, L. 2019. Modul Teknik Budidaya Ikan Air Payau. Amafrad Press. Jakarta Pusat

Hasibuan, S., Syafriadiman., Nuraini., Nasution, S., Darfia, E, N., 2021. Pengapuran dan Pemupukan untuk Meningkatkan Kualitas Air Kolam Budidaya di Rumbai Bukit Kecamatan Rumbai Pekanbaru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4, 2502–7220.

Hendrajat, E. A., Mangampa, M. and Suryanto, H. (2007) 'Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Pola Tradisional Plus Di Kabupaten Maros, Sulawesi Tengah', *Media Akuakultur*, 2(2), pp. 67–70.

Hendrey, G. (2001) 'Acid Rain and Deposition', in Levin, S. A. (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*. Elsevier, pp. 1–15. doi:

10.1016/B0-12-226865-2/00001-8.

- Irawan, D. and Handayani, L. (2021) 'Studi kesesuaian kualitas perairan tambak ikan bandeng (*Chanos chanos*) di Kawasan Ekowisata Mangrove Sungai Tatah', *Budidaya Perairan*, 9(1), pp. 10–18.
- Irianto, A., 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 256 hlm.
- Izquierdo, M. S., Fernandes-Palacios H., Talcon, A. G. J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197: 25-42.
- Izquierdo, M., Forster, L, Divakaran, S., Conquest, L., Decamp, O., Tacon, A., 2006. Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition* 12,192 - 202.
- J. Schwoerbel (1987) *Handbook of Limnology.*, Cambridge University Press. Cambridge University Press. doi: 10.1017/S002531540002748X.
- Jamal, M. T., Broom, M., Al-Mur, B. A., Al Harbi, M., Ghandourah, M., Al Otaibi, A., dan Haque, M. F. 2020. Biofloc Technology: Emerging Microbial Biotechnology for the Improvement of Aquaculture Productivity. *Polish journal of microbiology*, 69 (4), 401-409.
- Jasmanindar, Y. 2011. Prevalensi Parasit dan Penyakit Ikan Air Tawar yang Dibudidayakan di Kota / Kabupaten Kupang. *Bionatura – Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 13, No. 1: 25-30.
- Jayadi *et al.* (2019) 'Penerapan budidaya bandeng semi intensif dengan metode modular di tambak Universitas Muslim Indonesia, Kali Bone Kabupaten Pangkep', *Jurnal Dedikasi*, 21(2), pp. 159–161.

-
- Jenkinson, I. R. *et al.* (2021) 'The rôles of plankton and neuston microbial organic matter in climate regulation', *Journal of Plankton Research*, 43(6), pp. 801–821. doi: 10.1093/plankt/fbab067.
- Jorand, F., Zartarian, F., Thomas, F., Block, J.C., Bottero, J.Y., Villemin G., Urbain, V., and Manem, J. 1995. Chemical and Structural (2d) linkage between bacteria within activated sludge flocs. *Water Resources*. 29(7):1639-1647.
- Ju, Z.Y., Forster, I., Conquest, L., Dominy, W., Kuo, W.C., Horgen, F.D., 2008. Determination of microbial community structures of shrimp floe cultures by biomarkers and analysis of floe amino acid profiles. *Aquaculture Research* 39, 118-133.
- Junaidi, M., Affan. 2012. *Cages Based on Environmental and Water Quality Factors in East Coast Bangka Tengah District*. Depik, 1(1):78-85. April 2012. ISSN 2089-7790
- Kabata, Z., 1985. *Parasites and Diseases of Fish Cultured in the Tropic*. Taylor and Prancis. London. 318 p.
- Kadi, A dan W.S. Atmadja. 1988. *Rumput Laut, Jenis, Reproduksi, produksi, budidaya dan pasca panen*. Seri Sumberdaya Alam. P3O-LIPI. Jakarta 71 hal.
- Kaiser, S. *et al.* (2013) 'Patterns, processes and vulnerability of Southern Ocean benthos: A decadal leap in knowledge and understanding', *Marine Biology*, 160(9), pp. 2295–2317. doi: 10.1007/s00227-013-2232-6.
- Katili, V. R. A., Adrianto, L. and Yonvitner (2017) 'Evaluasi Emery Pengembangan Sistem Budidaya Udang Supra Intensif Di Kawasan Pesisir Mambooro, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah', *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), pp. 138–147. doi: 10.29244/jpsl.7.2.138-147.

- Kaushik, S. J. 2000. Applied nutrition for sustainable aquaculture development. *In* Book of Synopses, pp. 155-158. NACA/FAO International Conference on Aquaculture in the Third Millennium, 20-25 February 2000, Bangkok.
- Khairuman, Subenda. 2002. Budidaya Ikan Air Tawar: Ikan Bandeng, Ikan Nila, Ikan Lele. Cetakan Kelima 113 p. Yogyakarta: Kanisius
- Khouadja, S., Suffredini, E., Baccouche, B., Croci, L., Bakhrouf, A., 2014. Occurrence of virulence genes among *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* strains from treated wastewaters. *Environ. Monit. Assess.* 186: 6935–6945
- KKP | Kementerian Kelautan dan Perikanan (no date). Available at: <https://kkp.go.id/setjen/satudata> (Accessed: 9 October 2022).
- KKP RI., 2019. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 13. Tentang Pengendalian Penyakit Ikan.
- KKP, 2020. Rencana Strategis Tahun 2020-2024. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Diakses pada <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DJPB/Renstra%202020%20-%202024/4.%20Renstra%20DJPB%202020-2024.pdf>
- KKP, 2022. Laporan Kinerja Triwulan Dua. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2022. <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DJPB/Laporan%20Kinerja/2.%20LKJ%20DJPB%20TW%20%202022.pdf>
- Koniyo, Y. 2020. Analisis Kualitas Air Pada Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. Universitas Negeri Gorontalo.

-
- Kuhn, D.D., Boardman, G.D., Craig, S.R., Flick Jr., G.J., McLean, E. 2008. Use of microbial flocs generated from tilapia effluent as a nutritional supplement for shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in recirculating aquaculture systems *Journal of the World Aquaculture Society* 39,72-82.
- Kuhn, D.D., Boardman, G.D., Lawrence, A.L, Marsh, L., and Flick, G.J. 2009. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*, 296, 51-57.
- Kurniawan, A., 2012. Penyakit Akuatik. Penerbit UBB Press, Pangkalpinang.
- Kusrini, E. *et al.* (2015) 'Pengembangan Budidaya Ikan Hias Koi (*Cyprinus carpio*) Lokal di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok', *Media Akuakultur*, 10(2), pp. 71-78. Available at: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma/article/view/958> (Accessed: 9 October 2022).
- Kwak, I. and Park, Y. (2020) 'Food chains and food webs in aquatic ecosystems', *Applied sciences*, 10(5012), pp. 1-5. doi: 10.3390/app10145012.
- Little, D.C., Edwards, P., 2003. Integrated Livestock-Fish Farming System. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy.
- Lomartire, S., Marques, J. C. and Gonçalves, A. M. M. (2021) 'The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment', *Ecological Indicators*, 129. doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107867.
- Lucas, J., Southgate, P. and Tucker, C. (2019) *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. Third edit, Wiley Blackwell. Third edit. John Wiley & Sons.

- Lukistyowaty, I., Morina, R. 2005. Analisa Penyakit Ikan. UNRI-Press. Pekanbaru. 120 halaman.
- Mainassy M. C., Manalu W., Andriyanto, Sudrajat A. O., Kapelle I. B. D., Gunadi B. 2021. The efficacy of curcumin analog supplementation in improving the liver function of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *AAFL Bioflux* 14(6):3366-3374.
- Mainassy M. C., Manalu W., Andriyanto, Sudrajat A. O., Kapelle I. B. D., Gunadi B. 2022. Evaluasi suplementasi analog kurkumin dalam pakan terhadap respons hematologi dan performa pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *ACTA VETERINARIA INDONESIA* 10(2):182–192.
- Malik, A. (2010) 'Pengaruh Pemberian Suplemen Dan Probiotik Terhadap Hasil Panen Bandeng (*Chanos chanos*) Di Wilayah Desa Kentong Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan', *Grouper: Jurnal Ilmiah Fakultas Perikanan Universitas Islam Lamongan*, 1(1), pp. 57–65.
- Manurung, V. R. *et al.* (2022) 'Studi Pengamatan Pemijahan Metode Semi Alami Parameter Fekunditas, Pembuahan, Daya Tetas Telur dan Sintasan Larva Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) di Desa Perbarakan, Deli Serdang', *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(1), pp. 1–6. doi: 10.32734/jafs.v1i1.8610.
- Mara, D., 2004. Domestic waste water treatment in developing countries. Earthscan. UK. 293p.
- Marshall, H. G. and Burchardt, L. (2005) 'Neuston: Its definition with a historical review regarding its concept and community structure', *Archiv fur Hydrobiologie*, 164(4), pp. 429–448. doi: 10.1127/0003-9136/2005/0164-0429.

-
- Masyitoh, N., Rosyadi, A., 2020. Manajemen Usaha Longyam di Kecamatan Sukaru Kabupaten Tasikmalaya. KOMMAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. 1, 135-143.
- Mayunar, R., Purba, P.T., Imanto. 1995. Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan Laut. Prosiding Temu Usaha Pemasarakatan Teknologi Keramba Jaring Apung Bagi Budidaya Laut, Puslitbang Perikanan. Badan Litbang Pertanian: 179 – 189.
- Moreira, M., Schrama, D., Farinha, A.P., Cerqueira, M., Raposo de Magalhães, C., Carrilho, R., Rodrigues, P., 2021. Fish Pathology Research and Diagnosis in Aquaculture of Farmed Fish; a Proteomics Perspective. *Animals*. 11: 125
- Muchlisin, Z. A. (2013) 'Potency of freshwater fishes in Aceh waters as a basis for aquaculture development program', *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 13(1), pp. 91–96.
- Mukti, A. T. (2019) 'Perbedaan Metode Pemeliharaan Ikan Hias Pada Kelompok Pembudidaya Ikan Hias', *Grouper*, 10(April), pp. 11–17.
- Mustajib, Elfisari, T., Chilmawati, D. 2018. Prosepek Pengembangan Budidaya Pembesaran Ikan Lele (*Clarias* Sp) di Desa Wonosari Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. *Jurnal Sains Akuakultur*. 2(1), 38-48
- Nederlof, M.A.J., Verdegem, M.C.J., Smaal, A.C., Jansen, H.M., 2022. Nutrient retention efficiencies in integrated multi-trophic aquaculture. 14, 1194-1212.
- Nicoletto, C., Maucieri, C., Mathis, A., Schmutz, Z., Komives, T., Sambo, P., Junge, R., 2018. Extension of Aquaponic Water Use for NFT Baby-Leaf Production: Mizuna and Rocket Salad. *Agronomy*. 8.
- Nirmala, K. 2022. Akuakultur: Prinsip dan Ruang Lingkup. Diakses pada tanggal 25 September 2022 pada

<https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/MMPI520102-M1.pdf>

- Novriadi, R., Agustatik, S., Hendrianto., Pramuanggit, R., Hariwibowo, A., 2014. Penyakit Infeksi pada Budidaya Ikan Laut di Indonesia. Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Dirjen Perikanan Budidaya. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Nugraha, D. (2012) 'Pengaruh Perbedaan Suhu terhadap Perkembangan Embrio, Daya Tetas Telur dan Kecepatan Penyerapan Kuning Telur Ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)* pada Skala Laboratorium', *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 1(1), pp. 38–43. doi: 10.14710/marj.v1i1.248.
- Nurhalisa. 2018. Persiapan Kolam Pendederan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) di UPTD Balai Perbenihan dan Pengembangan Budidaya Ikan Air Tawar Kabupaten Soppeng. Skripsi. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
- Paice, R. (2016) *Assessment of mosquito larvicide impacts on aquatic invertebrates in the Vasse-Wonnerup Wetland System Report to the City of Busselton.*
- Pawlik, J. R., Burkepile, D. E. and Thurber, R. V. (2016) 'A vicious circle? altered carbon and nutrient cycling may explain the low resilience of Caribbean coral reefs', *BioScience*, pp. 1–7. doi: 10.1093/biosci/biw047.
- Pillai, P.K., Premalatha, S., Rajamony, S., 2002. Azolla-A sustainable feed substitute for livestock. *Leisa India*. 4, 15-17.
- Pillay, T.V.R. dan M.N. Kutty. 2005. *Aquaculture – Principles and Practices (Second Edition)*. Blackwell Publishing.
- Poerwanto, R., Susila, A.D., 2021. *Teknologi hortikultura*. PT Penerbit IPB Press, Bogor.

-
- Rakasiwi, S. (2017) 'Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web', *Jurnal Simetris*, 8(2), pp. 647–654.
- Rand, G M., Petrocelli, S. R. 1985. *Fundamental of Aquatic Toxicology. Methods and Application*. Washington: Hemisphere Publishing Co.
- Rawung L. D., Ekastuti D. R., Sunarma A., Junior M. Z., Rahminiwati M., Manalu W. 2021. Effectivity of curcumin and thyroxine supplementations for improving liver functions to support reproduction of african catfish (*Clarias gariepinus*). *Jordan Journal of Biological Sciences* 14(1): 121–128.
- Renitasari, D. P., Yunarty and Saridu, S. A. (2021) 'Pemberian Pakan Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Intensif dengan Sistem Index', *Jurnal Salamata*, 3(1), pp. 20–24.
- Ria Retno Dewi Sartika Manik. 2021. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Widina Bhakti Persadaa, Bandung
- Rianto, A., 2019. *Jenis Jamur Yang Sering Menyerang Ikan*. Info Budidaya Ikan. ISW Group, Medan.
- Romadon, A. and Subekti, E. (2011) 'Teknik Budidaya Ikan Bandeng Di Kabupaten Demak', *Mediagro*, 7(2), pp. 19–24.
- Roy, R. Knowles, R. 1995. *Differential Inhibition By Allylsulfide Of Nitrification And Methane Oxidation On Freshwater Sediment Application*. *Environment Microbiology* 61, 4278– 4283.
- Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A.M., Burger, J.M., Almeida, R.V., Ayub, Z., Harisanto, M., Horowitz, A., Brock, D.L., 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquac. Eng.* 36, 184-191.
- Samuel, M.P., Mathew, A., 2014. Improving water use efficiency by integrating fish culture and irrigation in coconut based

farming system: A case study in Kasaragod District of Kerala (India). *International Journal of Agricultural Biological Engineering*. 7, 36-44.

- Santoso, F. *et al.* (2020) 'Cardiovascular performance measurement in water fleas by utilizing high-speed videography and imagej software and its application for pesticide toxicity assessment', *Animals*, 10(9), pp. 1–16. doi: 10.3390/ani10091587.
- Saputra, F. and Efianda, T. R. (2020) 'Pelatihan Manajemen Pemeliharaan Ikan Cupang Sebagai Ikan Hias Yang Berpotensi Meningkatkan Pendapatan Masyarakat', *Jurnal Marine Kreatif*, 2(1), pp. 44–49. doi: 10.35308/.v2i1.2274.
- Sargent, J. 1992. New developments in the omega-3 story from man to fish and heart to brain. *Aquacult. News*, 14: 4–5.
- Sarjito., Prayitno, SB., Haditomo, AH., 2013. Buku Pengantar Parasit dan penyakit Ikan. Cetakan I. UPT UNDIP Press Semarang.
- Satyani, D. *et al.* (2007) 'Peningkatan teknik pembenihan buatan ikan hias Botia, *Chromobotia macracanthus* (Bleeker)', *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(2), pp. 135–142.
- Scholz, T., 1999. Parasites in Cultured and Feral Fish. *Veterinary Parasitology* 84 317-335.
- Schryver, P. and Verstraete, W. 2009. Nitrogen Removal from Aquaculture Pond Water by Heterotrophic Nitrogen Assimilation in Lab-Scale Sequencing Batch Reactors. *Bioresource Technology*, 100(3): 1162:1167.
- Sealey, W., Hardy, R., 2005. Vitamins: Varied Factors Affect health, disease resistance effect in fish. *Article*. Global Seafood Alliance's (GSA). USA.
- Seran, Y., Salosso, Y. and Toboku, R. (2019) 'Identifikasi Parasit Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) Yang

Dibudidayakan Secara Tradisional Di Tambak Desa Badarai , Kletek Dan Suai Kabupaten Malaka Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT)', *Jurnal Aquatik*, 2(1), pp. 86–99.

Sjafrie, N. D. M. *et al.* (2018) *Status padang lamun Indonesia 2018*. 2nd edn, *Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI*. 2nd edn.

Son, J., Kong, M., Nam, H., 2022. Design Model and Management Plan of a Rice–Fish Mixed Farming Paddy for Urban Agriculture and Ecological Education. 11, 1218.

Steven Craig, Kuhn D., D. 2017. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. *College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Tech*.

Subagja. 2009. *Bioindikator Kualitas Air*. Universitas Trisakti. Jakarta.

Subagja. 2009. *Bioindikator Kualitas Air*. Universitas Trisakti. Jakarta. Sunarto A. 2005. *Epidemiologi Penyakit Koi Herpes Virus (KHV) di Indonesia*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta.

Subyakto, S. *et al.* (2009) 'Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Semi Intensif Dengan Metode Sirkulasi Tertutup untuk Menghindari Menghindari Serangan Virus', *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol.*, 1(2), pp. 121–127.

Sugama, K., Wardoyo, Rohaniawan, D., & Matsuda, H. (1998). Teknologi perbenihan ikan k e r a p u tikus, *Cromileptes altivelis*. Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai. Denpasar, 6-7 Agustus 1998, hlm. 80–88.

Suhl, J., Dannehl, D., Kloas, W., Baganz, D., Jobs, S., Scheibe, G., Schmidt, U., 2016. Advanced aquaponics: Evaluation of intensive tomato production in aquaponics vs. conventional hydroponics. *Agricultural Water Management*. 178, 335-344.

- Sumantadinata, K., 2003. Pendederan Kerapu Bebek. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta
- Sumoharjo, S., Ma'ruf, M., Budiarto, I., 2018. Biomass production of *Azolla microphylla* as biofilter in a recirculating aquaculture system. *Asian Journal of Agriculture*. 2, 14-19.
- Sunarto, A., Rukyani, A., Itami, T., 2005. Indonesian Experience on the Outbreak of Koi Herpesvirus in Koi and Carp (*Cyprinus carpio*). *Bull. Fish. Res. Agen. Supplement No. 2*, 15-21
- Suprianto, Redjeki, E., Sri, dan Dadiono, M., Sulaiman. (2019). Optimalisasi Dosis Probiotik Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*oreochromis niloticus*) pada Sistem Bioflok. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(2), 80-85.
- Suriawan, A. *et al.* (2019) 'Sistem Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Tambak Hdpe Dengan Sumber Air Bawah Tanah Salinitas Tinggi Di Kabupaten Pasuruan', *Jurnal Perencanaan Budidaya Air Payau dan Laut*, (14), pp. 6–14.
- Suryadi, Merdekawati, D. and Januardi, U. (2021) 'Produktivitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Tambak Intensif di PT . Hasil Nusantara Mandiri Kelurahan Sungai Bulan Kecamatan Singkawang Utara', *Nekton*, 1(2), pp. 104–114.
- Susanto. 2004. Budidaya Mas. Jakarta: Kanisius
- Sutiani, L., Bachtiar, Y. 2020. Analisis Model Budidaya Ikan Air Tawar Berdominansi Ikan Gurame (*Oshpronemus Gouramy*) di desa Sukawening Bogor Jawa Barat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2, 207-214
- Syafriadiman. 1999. Kajian Biologi, Toksikologi dan Pengkulturan Tiram *Crassotrea iredalei*. Thesis Doktor

Falsafah (Ph.D) pada Jabatan Marine Science, Faculti Sains dan Sumber alam, UK. Malaysia. Pusat Pengkajian Siswazah, UK. Malaysia.

- Syafriadiman. 2006. Toksisitas Limbah Industri Minyak Bumi PT. CPI terhadap Benih Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 90 hal
- Syafriadiman. 2009. Teknik Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Perikanan Pada Era Industrialisasi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Syahrir, M. (2020) 'Penentuan Padat Penebaran Optimal Pendederan Bandeng (*Chanos chanos*) dalam Hapa di Tambak Tanah Gambut', *Jurnal Salamata*, 2(1), pp. 1–5.
- Takashima, F., 2000. Silvofishery: An Aquaculture System Harmonized with the Environment, Mangrove-Friendly Aquaculture. Seafdec, Iloilo City, Philippines, 13-19.
- Taw, N. 2010. *Biofloc Technology Expanding at White Shrimp Farms*. Global pendukung Aquakultur. Selangor Malaysia.
- Taw, N. 2014. *Shrimp Farming in Biofloc System: Review and recent developments*. FAO project, Blue Archipelago. Presented in World Aquaculture 2014, Adelaide.
- Taw, N., 2005. Shrimp farming in Indonesia: Evolving industry responds to varied issue. *Global Aquaculture Advocate Magazine*. August 2005, 65 – 67.
- Toffan, A., Pascoli, F., Pretto, T., Panzarin, V., Abbadi, M., Buratin, A., Quartesan, R., Gijón, D., Padrós, F., 2017. Viral Nervous Necrosis in Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) Caused by Reassortant Betanodavirus RGNNV/SJNNV: An Emerging Threat for Mediterranean Aquaculture. *Sci. Rep.* 7, 46755; doi: 10.1038/srep46755

- Uddin, M.S., Farzana, A., Fatema, M.K., Azim, M.E., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J. 2007. Technical evaluation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) monoculture and tilapia-prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in earthen ponds with or without substrates for periphyton development. *Aquaculture* 269: 232-240.
- Ummari, Z., Marsi, Jubaedah, D., 2017. Penggunaan Kapur Dolomit CAMG (CO₃)₂ pada Dasar Kolam Tanah Sulfat Masam terhadap Perbaikan Kualitas Air pada Pemeliharaan Benih Ikan Patin (*Pangasius* Sp)
- Van Wyk, P. and Avnimelech, Y. 2007. Management of nitrogen cycling and microbial populations in biofloc-based aquaculture systems. Presented in World Aquaculture Society Meeting, San Antonio, Texas, USA. February 26 to March 2, 2007.
- Wafi, A. *et al.* (2020) 'Model Simulasi Panen Parsial Pada Pengelolaan Budidaya Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)', *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11(2), pp. 118–126.
- Wakida-Kusunoki, A. T. *et al.* (2011) 'Presence of pacific white shrimp *litopenaeus vannamei* (boone, 1931) in the southern gulf of Mexico', *Aquatic Invasions*, 6(SUPPL.1). doi: 10.3391/ai.2011.6.S1.031.
- Wardana, I. *et al.* (2014) 'Seleksi benih tiram mutiara (*Pinctada maxima*) dari hasil pemijahan induk alam dengan karakter nacre putih', *Jurnal Riset Akuakultur* *Akuakultur*, 9(1), pp. 1–13.
- Wehr, J. and Sheath, R. (2003) *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*, Academic Press. United States of America (US): Academic Press.
- WWF-Indonesia (2014) *Budidaya Ikan Bandeng (Chanos chanos) Pada Tambak Ramah Lingkungan*. WWF-Indonesia.

-
- Yi, S., 2019. Contingent Valuation of Sustainable Integrated Agriculture–Aquaculture Products: The Case of Rice–Fish Farming Systems in South Korea. *Agronomy*. 9, 601.
- Yulianto, H. and Ikrom, F. D. (2015) ‘Kajian budidaya ikan Rainbow (*Melanotaenia parva*) Di Balai Penelitian dan Pengembangan Ikan Hias Depok, Jawa Barat’, *PENA Akuatika*, 12(1), pp. 79–93.
- Yunianto, A., dan Suryandari, E. 2022. Peningkatan Ekonomi Masyarakat melalui Budidaya Ikan Nila berbasis Teknologi Bioflok dan Akuntansinya. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 4(5).
- Zita, A., Hermansson, M. 1994. Effects of ionic-strength on bacterial adhesion and stability of flocs in a waste-water activated-sludge system. *Appl. Environ. Microbiol.* 60 (9), 3041 –3048.

Biografi Penulis



Tholibah Mujtahidah, S.Pi., M.P. lahir di kota Probolinggo pada tanggal 3 Mei 1992. Menempuh perguruan tinggi di Universitas Brawijaya, lulus S1 pada tahun 2014 dan S2 tahun 2016 pada bidang keilmuan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Profesi sebagai dosen tetap pada Program Studi Akuakultur di Universitas Tidar. Selain mengajar, juga aktif dalam kegiatan tridharma lainnya diantaranya penelitian dan pengabdian. Beberapa judul kegiatan penelitian dan pengabdian berhasil mendapatkan pendanaan dari Ristekdikti dan LPPM-PMP Untidar. Salah satu fokus tema penelitiannya adalah mengenai kajian biodiversitas dan domestikasi iktiofauna di Magelang, Jawa Tengah. Kegiatan lainnya menjadi pemateri dan aktif kepanitiaan kegiatan kampus. Selain itu, saat ini sedang mengemban amanah menjadi tim gugus kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Tidar.



Dr. Dian Novita Sari, SPi, MSi lahir di Kabupaten Kepulauan Selayar pada tanggal 19 September 1992. Pada tahun 2022 berhasil mendapatkan gelar Doktor di Program Studi Ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor. Penulis merupakan awardee beasiswa PMDSU Batch ketiga dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi. Saat ini penulis tercatat sebagai dosen tidak tetap di Program Vokasi Selayar, Universitas Hasanuddin. Penulis juga berkarir sebagai staf tim sains pada salah satu perusahaan start up teknologi

perikanan di Jakarta. Pada tahun 2022, penulis juga berkontribusi dalam penulisan buku yang berjudul “Pengantar Bioteknologi”.



Dwi Utami Putri, S.Pi.,MP lahir di desa Laulalang, Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli, Sulawesi Tengah. Lulus sebagai Magister Pertanian di Universitas Tadulako Palu pada Tahun 2016. Bidang ilmu keahlian Budidaya Perairan. Saat ini tercatat sebagai salah satu dosen tetap Yayasan Pendidikan Tolitoli di Universitas Madako Tolitoli Fakultas Perikanan Program Studi Budidaya Perairan. Selain sebagai dosen sekarang menjabat sebagai Ketua Program Studi Budidaya Perairan Periode 2021-2025. Selain aktif dalam bidang pengajaran, ia juga aktif dalam kegiatan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Beberapa publikasi ilmiah yang di tulis adalah Growth Performance of Tilapia Fed With Feed Containing Moringa Leaf Meal and Shrimp Meal yang terbit pada Tahun 2022. Pertumbuhan Larva Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) dengan Dosis Berbeda di Balai Benih Udang (BBU) Desa Sabang Kecamatan Galang Kabupaten Tolitoli terbit pada Tahun 2021. Keanekaragaman Gastropoda di Lantai Hutan Mangrove di desa Binontoan Kabupaten Tolitoli Sulawesi Tengah.



Dr. Meillisa Carlen Mainassy, S.Si., M.Si lahir di Maluku Tengah pada tanggal 21 Februari 1984. Penulis menyelesaikan pendidikan Magister Sains (S-2) tahun 2012 pada Program Studi Magister Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Pada tahun 2019, penulis memperoleh kesempatan melanjutkan pendidikan Doktor (S-3) pada Program Studi Ilmu-Ilmu Faal dan Khasiat Obat, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor (IPB), melalui program Beasiswa BPPDN Direktorat Jenderal Sumber Daya Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Pendidikan doktoral diselesaikan pada tahun 2022 dengan kajian riset mengenai Suplementasi Analog Kurkumin Dari Minyak Lawang (*Cinnamomum cullilawan* Blume) Untuk Perbaikan Kualitas Reproduksi Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). Penulis merupakan staf pengajar pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura.



Inem Ode, S.Pi., MP lahir di Tulehu/Maluku Tengah pada tanggal 12 Agustus. Gelar Magister Perikanan diperoleh pada tahun 2009 di Universitas Brawijaya Malang. Saat ini sedang menempuh pendidikan Doktorat pada program studi Ilmu Akuakultur, di Institut Pertanian Bogor. Ia tercatat sebagai dosen dpk LLDIKTI wilayah XII pada program studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Darussalam Ambon. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya yakni penelitian dan pengabdian. Beberapa penelitian kolaborasi dengan lembaga luar negeri sejak tahun 2018 sampai sekarang berjudul : Marine ecotourism, Understanding the interaction of

ocean acidification and marine tourism for sustainable management of coral reefs. Beberapa penelitian yang berhasil didanai Ristekdikti berjudul : Kadar Alginat Alga Coklat dari Perairan Pantai Desa Hutumuri Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon, Ektoparasit Pada Ikan Budidaya di Perairan Teluk Ambon, dan Strategi pengembangan Suplly Chain rumput laut di Kabupaten Seram Bagian Barat provinsi Maluku. Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, ia pun pernah beberapa kali terlibat sebagai narasumber pada kegiatan seminar dan pelatihan.



Muh. Amri Yusuf, S.Pi., M.Si. lahir di Ujung Pandang pada tanggal 08 Januari 1996. Pada Desember 2018 telah menyelesaikan jenjang Strata 1 di Universitas Hasanuddin, Makassar di Departemen Perikanan, Budidaya Perairan. Agustus 2021 telah menyelesaikan jenjang Strata 2 di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar pada Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Saat ini sebagai dosen tetap di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan (THP) Institut Teknologi Sains dan Bisnis Muhammadiyah (ITSBM) Selayar sekaligus mendapatkan kesempatan mengajar di Universitas Hasanuddin pada Fakultas Vokasi, Program Studi Budidaya Laut dan Pantai, Kampus Selayar. Salah satu jurnal terpublikasi di *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation (AACL) - International Journal of The Bioflux Society* dengan judul *Abundance and Characteristic of Microplastics in Lake Towuti, East Luwu, South Sulawesi*. Selain itu, penulis juga aktif pada berbagai kegiatan, moderator pada beberapa kegiatan hingga kolaborasi riset dengan berbagai pihak.



Suardi Laheng, S.Pi., M.Si lahir di Kota Tolitoli pada tanggal 11 Agustus 1988. Menamatkan pendidikan Magister pada tahun 2016 dan mendapat gelar Magister Sains (M.Si) pada Program Studi Ilmu Akuakultur, IPB University. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Madako Tolitoli dan telah mendapat sertifikat pendidik. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini diamanahi sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM), Chef editorial JAGO TOLIS : Jurnal Agrokomples Tolis, dari Universitas Madako Tolitoli. Beberapa penelitian telah berhasil di publikasi pada jurnal internasional dan nasional yang terindeks Scopus dan Sinta.



Ria Retno Dewi Sartika Manik, S.ST.Pi., M.P adalah Dosen Jurusan Perikanan pada Fakultas Teknik dan Pengelolaan Sumberdaya Perairan Universitas HKBP Nommensen Pematangsaintar (UHKBPNP) dilahirkan di Kota Singkawang, tanggal 3 Oktober 1992. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Perikanan pada Tahun 2014 pada Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta dengan topik penelitian pakan ikan lele dan Magister pada Tahun 2017 pada Universitas Brawijaya dengan topik penelitian pakan ikan sidat (*Anguilla bicolor*) menggunakan penambahan khamir laut. Pengalaman mengajar sejak lulus Magister, dosen di Perguruan Tinggi Swasta yaitu Sekolah Tinggi Perikanan Sibolga, menjadi Dewan Riset Daerah Kota Sibolga 2019-2020, sebagai Narasumber pada pelatihan teknis Budidaya di Dinas Perikanan Kabupaten Batubara 2019-2021, sebagai Anggota

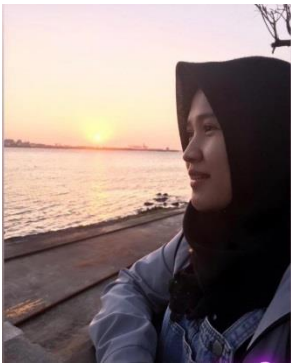
Asosiasi Masyarakat Akuakultur Indonesia. Penulis telah menghasilkan publikasi dengan bidang ilmu Nutrisi dan Pakan Ikan.



Laily Fitriani Mulyani, S.Pi., MP. lahir di kota Mataram pada tanggal 08 April 1991. Ia menyelesaikan gelar sarjananya di Universitas Mataram pada tahun 2013 dan di tahun 2017 menyelesaikan gelar Magister di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Saat ini ia sedang menyelesaikan (*ongoing*) studi program doktornya di Universitas Brawijaya Malang mengambil minat budidaya perairan tropis. Dan saat ini ia juga tercatat sebagai dosen aktif di Universitas Mataram. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridharma lainnya yaitu penelitian dan pengabdian. Ia diamanahi menjadi editor jurnal pengabdian perikanan Indonesia (JPPI) Universitas Mataram dan aktif menjadi reviewer tetap untuk jurnal Airaha dari Politeknik Kelautan dan perikanan sorong. Penelitian yang berhasil didanai oleh PNPB Universitas Mataram tahun 2022 berjudul : Pemetaan karakteristik perairan laut untuk budidaya kerang kima (famili: tridacnidae) di sekitong lombok Barat. Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat ia pernah terlibat menjadi volunteer pengajar bagi anak-anak di pedesaan pada era pandemi covid-19.



Dr. Zaenal Abidin, S.Pi., M.Si lahir di Ujung Pandang, 7 Juni 1980. Menyelesaikan pendidikan S3 di bidang akuakultur di National Taiwan Ocean University, Taiwan pada tahun 2022. Saat ini beliau tercatat sebagai Dosen di Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram sejak tahun 2018. Sebagai seorang dosen, beliau aktif dalam kegiatan tridarma yang berhubungan dengan kegiatan akuakultur diantaranya adalah tentang teknologi budidaya ikan air tawar dan penyediaan pakan ikan berbahan baku lokal. Beliau juga memiliki beberapa artikel ilmiah yang berhubungan dengan akuakultur yang diterbitkan di jurnal bereputasi nasional dan international. Sebelum terjun ke dalam dunia pendidikan, Zaenal Abidin adalah praktisi dalam kegiatan usaha pembenihan dan pembesaran udang windu



Yenni Putri Sari, S.Pi., M.Sc. lahir pada tahun 1991. Ia mendapat gelar *Magister of Science* di salah satu kampus di Taiwan yaitu *National Taiwan Ocean University* (NTOU) awal tahun 2021. Saat ini ia tercatat sebagai Aparatur Sipil Negara di Universitas Bengkulu sejak tahun 2014 hingga sekarang, selain aktif di kampus ia juga seorang penyelam wanita. Sekarang ia diamanahi sebagai *Journal Manager* pada Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi di bawah UNIB Press. Di tahun 2021 juga, ia merupakan salah satu penerima Hibah Penelitian dari Kemenristekdikti. Selain itu juga ia aktif menjadi pembicara dalam seminar nasional dan international, pada bulan Agustus 2022 ia menjadi Panel pada *International Forum On Aquaculture Service 17th series : Shellfish Green Technology*

“An Innovation of Biofloc Technology Incorporation with Microalgae and Bacteria for L. Vannamei Production”. Yang di selenggarakan oleh *Institute of Tropical Aquaculture and Fisheries (AKUATROP)*-Malaysia. Sekarang ia fokus berkolaborasi meneliti dan menulis artikel mengenai Bioflok, Mikroplastik, dan Sampah Laut serta melakukan penelitian di dasar laut.

Sinopsis

Dunia perikanan mengalami perkembangan yang pesat. Tidak hanya berfokus pada air tawar, akan tetapi juga mencakup air payau dan laut. Selain itu, budidaya perikanan juga dapat dipadukan dengan teknologi, budidaya tanaman dan ternak. Buku ini sangat bermanfaat bagi praktisi, peneliti, akademisi maupun masyarakat umum untuk lebih membuka wawasan terkait kemajuan dunia perikanan saat ini. Buku Budidaya Perikanan terdiri dari 11 BAB, hal pertama yang dibahas terkait dengan prinsip produksi budidaya perikanan, lalu ada juga biota akuatik, penyiapan media budidaya untuk air tawar, air payau dan air laut. Buku ini juga membicarakan tentang nutrisi dan pakan budidaya, pengendalian penyakit ikan, budidaya di air tawar, budidaya ikan di air payau dan air laut serta membahas budidaya ikan hias. Selain itu, terdapat pembahasan budidaya ikan terintegrasi serta budidaya ikan dengan teknologi bioflok. Informasi yang disampaikan menggunakan bahasa, kata dan istilah yang mudah dipahami oleh semua kalangan disertai penambahan tabel maupun gambar.

Buku ini dapat dijadikan sebagai acuan dasar dalam mempelajari dan memahami budidaya perikanan maupun bidang ilmu lain yang bersinggungan. Semoga kehadiran buku Budidaya Perikanan dapat meningkatkan wawasan, menambah informasi serta memberikan manfaat bagi para pembaca pada umumnya, dan khususnya bagi pembudidaya ikan.

TOHAR MEDIA

No Anggota IKAPI : 022/SSL/2019
Workshop : Jl. Rappocini Raya Lr.II A No 13 Kota Makassar
Redaksi : Jl. Muhktar dg Tompo Kabupaten Gowa
Perumahan Nayla Regency Blok D No 25
Telp. (0411) 8987659 Hp. 085299993635
<https://toharmedia.co.id>

ISBN 978-623-8148-06-6

