

Prinsip Produksi Budidaya Perikanan

Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.



PENDAHULUAN

Akuakultur merupakan sektor pembudidayaan ikan dalam media terkontrol untuk menghasilkan produk perikanan dengan nilai ekonomis yang tinggi. Agar dapat melaksanakan kegiatan usaha dengan baik dibutuhkan pengetahuan-pengetahuan dasar terkait usaha budidaya. Keberhasilan kegiatan akuakultur akan ditentukan berdasarkan kemampuan pembudidaya dalam menerapkan prinsip-prinsip, variabel, dan berbagai perhitungan dari kegiatan budidaya. Oleh karena itu, pengetahuan pembudidaya pada bidang tersebut harus memadai guna melaksanakan proses budidaya perikanan yang ideal.

Modul ini akan membahas mengenai prinsip produksi perikanan yang berupa prinsip produksi budidaya, variabel dalam usaha budidaya, dan perhitungan dalam kegiatan budidaya. Masing-masing prinsip produksi perikanan ini akan dijelaskan dalam satu kegiatan belajar tersendiri dengan pembahasan yang lebih detail. Setelah mempelajari modul ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan beberapa aspek berikut ini.

1. Prinsip produksi budidaya;
2. Variabel dalam usaha budidaya;
3. Perhitungan dalam usaha budidaya.

KEGIATAN BELAJAR 1

Prinsip Produksi Budidaya Ikan

Produksi merupakan proses menghasilkan barang (komoditas) untuk tujuan komersial. Produksi akuakultur sendiri mengacu pada proses menghasilkan suatu komoditas budidaya (ikan, udang, mollusca, ataupun tanaman air) yang bernilai ekonomis untuk tujuan komersial. Produksi dalam akuakultur dilakukan sebagai berikut.

1. Menciptakan: mengadakan sesuatu yang sebelumnya belum ada. Contohnya adalah mengadakan benih melalui pembenihan.
2. Memperbanyak jumlah komoditas, contohnya yaitu memperbanyak komoditas ikan melalui produksi benih dari induk pada pembenihan.
3. Menambah ukuran: mengubah ukuran komoditas dari kecil menjadi lebih besar. Contohnya, yaitu pendederan dan pembesaran.
4. Meningkatkan mutu: menaikkan kualitas dari komoditas akuakultur. Contohnya yaitu meningkatkan kualitas larva yang rentan terhadap lingkungan menjadi benih yang siap tebar pada segmen pendederan.
5. Menjual: menjadikan suatu komoditas memiliki nilai jual yang ekonomis.

Ditinjau dari dasar pengelolaannya, produksi akuakultur tidak lepas dari bidang-bidang yang berupa genetika dan reproduksi, lingkungan, nutrisi, sistem, teknologi dan kesehatan. Berikut ini akan dipaparkan prinsip-prinsip dasar dari pengelolaan akuakultur dari kelima bidang tersebut.

ASPEK PENGELOLAAN PRODUKSI**1. Genetika**

Kegiatan budidaya sangatlah membutuhkan benih ikan dengan kualitas yang prima. Kualitas ini didapatkan dari penyediaan benih varietas unggul yang diperoleh melalui perbaikan genetik. Perbaikan genetik pada ikan memiliki tujuan sebagai berikut.

a. Memperoleh Ikan dengan Pertumbuhan yang Tinggi

Agar dapat menghemat waktu pemeliharaan, ikan dapat direkayasa secara genetik agar mampu tumbuh lebih cepat. Rekayasa dapat dilakukan dengan menambahkan hormon pertumbuhan (*recombinant growth hormone, rGH*)

melalui pakan atau perendaman ketika ikan masih dalam stadia larva atau juvenil. Selain melalui jalur eksternal, peningkatan pertumbuhan juga dapat dilakukan dengan menyisipkan gen penyandi rGH ke dalam sel ikan agar rGH dapat terus diproduksi oleh ikan tersebut yang kemudian akan memacu pertumbuhannya. Pertumbuhan ikan yang diberikan hormon ini mampu meningkat sebesar 200% dibandingkan dengan pertumbuhan normal. Berikut ini merupakan perbandingan pertumbuhan ikan normal dan ikan yang telah dilakukan perbaikan genetik agar tumbuh lebih cepat.



<http://slideplayer.com>

Gambar 1.1

Perbandingan pertumbuhan ikan normal (kanan) dan ikan yang telah dilakukan perbaikan genetik untuk memacu pertumbuhan (kiri)

b. Memperoleh Ikan Resisten Penyakit

Perbaikan genetik juga dapat dilakukan untuk memproduksi ikan yang tahan terhadap penyakit. Perbaikan genetik yang dilakukan berupa penyeleksian ikan yang tahan terhadap penyakit dengan penanda (marka) molekular. Ketika ikan yang tahan penyakit telah didapatkan, dilakukan persilangan dengan ikan unggul lainnya untuk mendapatkan keturunan yang lebih resisten penyakit. Selain seleksi marka, rekayasa genetik juga dapat dilakukan dengan menyisipkan gen penyakit yang sudah tidak membahayakan

ke dalam tubuh ikan sehingga ikan akan mengenali dan merespons dengan cepat ketika penyakit yang sesungguhnya menyerang. Contoh dari perbaikan genetik untuk resistensi penyakit adalah seleksi ikan tahan penyakit *streptococcosis* pada ikan nila.

c. Memperoleh Ikan dengan Kandungan Nutrisi yang Tinggi

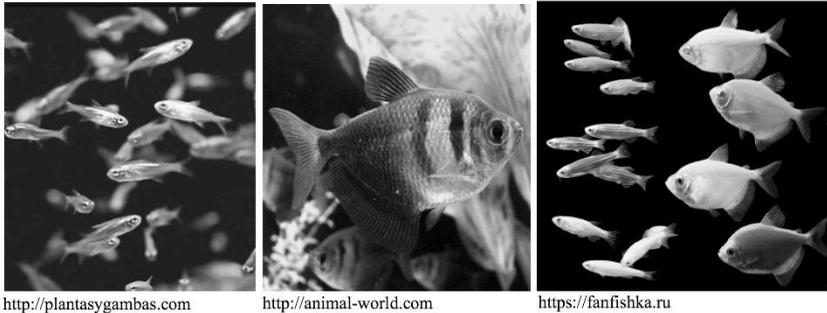
Perbaikan genetik juga dapat dilakukan untuk mendapatkan ikan dengan kadar nutrisi yang tinggi, seperti DHA (*dokosaheksaenoat acid*), PUFA (*polyunsaturated fatty acid*), dan EPA (*eicosapentaenoic acid*). Ketiga nutrisi ini merupakan senyawa asam lemak rantai panjang yang dihasilkan oleh tubuh ikan. Beberapa spesies ikan tidak mampu memproduksi nutrisi tersebut dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu, dilakukanlah perbaikan genetik dengan menyisipkan gen $\Delta 5$ dan $\Delta 6$ *desaturase*. Gen ini berfungsi memperpanjang rantai asam lemak sehingga diperoleh asam lemak rantai panjang berupa PUFA, DHA, dan EPA.

d. Merekayasa Ikan sebagai Penanda Kondisi Lingkungan (Biosensor)

Beberapa spesies ikan transgenik telah dikembangkan untuk mendeteksi adanya polutan pada lingkungan. Ikan akan menunjukkan perubahan warna kulit jika terpapar oleh lingkungan yang tercemar. Oleh karena itu, peneliti dapat memprediksi adanya polusi yang masuk ke dalam air ketika ikan mengalami perubahan warna kulit.

e. Mendapatkan Ikan dengan Warna Menarik

Rekayasa genetik juga merambah pada industri ikan hias. Untuk mendapatkan warna yang menarik dan bervariasi, peneliti menyisipkan berbagai macam gen pigmentasi kulit pada ikan sehingga dihasilkan ikan dengan warna menarik dan memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Berikut ini merupakan perbandingan warna dari ikan normal dan ikan yang telah disisipkan gen pigmentasi kulit dengan warna yang bervariasi.



<http://plantasygambas.com>

<http://animal-world.com>

<https://fanfishka.ru>

Gambar 1.2

Ikan neon tetra dan black tetra dengan warna normal (kiri dan tengah), ikan neon tetra dan black tetra hasil rekayasa genetika (kanan).

Agar dapat memperoleh ikan dengan genetik yang unggul dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan melakukan seleksi induk dan rekayasa genetik.

a. Seleksi Induk

Seleksi induk dilakukan dengan mencari dan menyilangkan induk ikan yang unggul untuk memperoleh keturunan yang lebih baik. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan dapat mencapai beberapa tahun tergantung pada lama waktu pertumbuhan dan pematangan gonad ikan. Selain membutuhkan waktu yang lama, peningkatan kualitas genetik tidak dapat terjadi secara signifikan melainkan secara bertahap tergantung dari berapa kali ikan diseleksi. Perbaikan genetik dari proses seleksi memang membutuhkan waktu lama dan peningkatan yang bertahap, tetapi produk hasil seleksi lebih aman dan prospektif dibandingkan dengan produk *genetic modified organism* (GMO) yang keamanannya masih harus diuji.

b. Rekayasa Genetik

Rekayasa genetik merupakan teknik merekayasa materi genetik ikan untuk mendapatkan *strain* yang lebih unggul. Peningkatan kualitas yang dihasilkan dari rekayasa genetik sangat signifikan dan mampu mencapai lebih dari 200%. Rekayasa genetik yang paling umum dilakukan dalam akuakultur adalah menyisipkan gen-gen tertentu pada sel ikan target untuk diekspresikan. Penyisipan gen dapat dilakukan dengan jalur injeksi, elektroporasi, transfeksi, dan *gen gun*. Meskipun hasil yang didapatkan sangat signifikan, kebanyakan masyarakat masih enggan dengan produk

rekayasa genetik karena dikhawatirkan mampu membawa masalah kesehatan jika dikonsumsi. Untuk industri ikan hias, produk rekayasa genetik tidak menjadi masalah. Regulasi ikan hasil rekayasa genetik juga diawasi ketat agar tidak menyebabkan pencemaran genetik jika lepas ke alam liar.

2. Reproduksi

Penyediaan benih tidak lepas dari proses reproduksi induk-induk ikan. Agar mampu menghasilkan benih ikan dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi, pengelolaan reproduksi wajib dikuasai oleh pembudidaya. Dalam akuakultur pengelolaan reproduksi berupa percepatan kematangan gonad, induksi pemijahan di luar musim, pengarahan jenis kelamin, dan rekayasa pemijahan.

Percepatan pematangan gonad dan induksi pemijahan di luar musim dapat dilakukan dengan pemberian hormon-hormon reproduksi, penyediaan lingkungan, dan nutrisi yang memadai untuk pertumbuhan gonad. Dari beberapa cara tersebut pemberian hormon merupakan tindakan yang paling sering dilakukan. Berbagai macam hormon telah diuji coba, seperti *human chorionic gonadotropin* (HCG), OODEV, ataupun ekstrak organ pituitari ikan. Ketika induk telah matang gonad, induksi pemijahan umumnya menggunakan ovaprim.

Pengarahan jenis kelamin merupakan tindakan untuk mendapatkan benih dengan jenis kelamin yang sama. Pada stadia larva umumnya kelamin ikan belum definitif dan dapat berubah sesuai dengan keadaan genetik dan lingkungan. Contoh dari pengarahan jenis kelamin pada ikan konsumsi adalah mengarahkan kelamin ikan nila menjadi jantan karena ikan jantan umumnya lebih cepat tumbuh daripada ikan betina. Pengarahan kelamin ikan menuju jantan juga umum dilakukan pada ikan hias karena warna ikan hias jantan lebih cerah dibandingkan dengan ikan betina. Pengarahan jenis kelamin ini dapat dilakukan dengan memanipulasi lingkungan seperti menaikkan suhu air agar menjadi jantan ataupun memberikan perlakuan hormonal dan bahan-bahan alami yang mengandung hormon, seperti madu, propolis, atau pasak bumi.

Rekayasa pemijahan dilakukan ketika ikan sulit memijah secara alami. Oleh karena itu, dilakukan pemijahan buatan dengan mengeluarkan sperma dan telur ikan kemudian dilakukan pembuahan secara manual dengan mencampurkan sperma dan sel telur.

3. Lingkungan

Lingkungan merupakan faktor yang sangat vital bagi usaha budidaya. Faktor lingkungan yang umumnya sangat berpengaruh pada organisme target adalah kualitas air. Berikut ini merupakan kualitas air yang baik bagi akuakultur secara umum (Tabel 1.1).

Tabel 1.1
Parameter Kualitas Air yang Layak untuk Akuakultur

Parameter	Nilai optimum
Oksigen terlarut	> 4,0 mg/L
pH	6,5-8
Suhu	20-32°C
Alkalinitas	100-400 mg/L
Kesadahan	100-400 mg/L
Amonia (NH ₃)	< 0,15 mg/L
Nitrat (NO ₃)	< 50 mg/L
Nitrit (NO ₂)	< 0,5 mg/L
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	< 0,15 mg/L
Total padatan terlarut	< 50 mg/L
Kecerahan	30 cm
Warna Air	Hijau muda

Cara-cara yang umumnya dilakukan untuk menjaga air tetap baik, yaitu melakukan oksigenasi, menggunakan sistem sirkulasi yang baik, menggunakan biofilter, dan menggunakan agen bioremediasi untuk lingkungan.

Oksigenasi merupakan proses memasukkan oksigen ke dalam air hingga oksigen terlarut pada air untuk budidaya mampu memenuhi standar minimal. Oksigenasi umumnya dilakukan menggunakan kincir air. Jumlah dan tenaga kincir yang digunakan tergantung dari padat tebar, luas kolam dan volume produksi. Semakin tinggi padat tebar, luas kolam, dan volume produksi, penggunaan kincir akan semakin banyak.

Cara lain untuk menjaga kualitas air tetap baik adalah menerapkan sistem sirkulasi. Pada sistem ini terdapat *inlet* dan *outlet* yang terus mengalir sehingga sisa metabolisme dan polutan di air dapat segera dibuang dan digantikan dengan air yang baru. Jika menggunakan sistem resirkulasi yang tidak memungkinkan untuk memasukkan air baru, digunakanlah filter untuk

menyaring limbah dari air yang telah digunakan. Ketika air sudah bersih, air tersebut kembali dimasukkan dalam kolam atau wadah produksi.

Agar air tetap baik, dapat dilakukan juga proses bioremediasi. Bioremediasi dapat dilakukan dengan menggunakan tanaman air ataupun bakteri. Tanaman mampu memanfaatkan senyawa bernitrogen khususnya nitrat. Oleh karena itu, penggunaan tanaman mampu menurunkan nilai total amonia nitrogen (TAN) di dalam air. Selain menggunakan tanaman, penelitian terbaru menunjukkan potensi bakteri nitrifikasi untuk memanfaatkan limbah amonia dan nitrit untuk dirombak menjadi nitrat yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan air.

4. Nutrisi

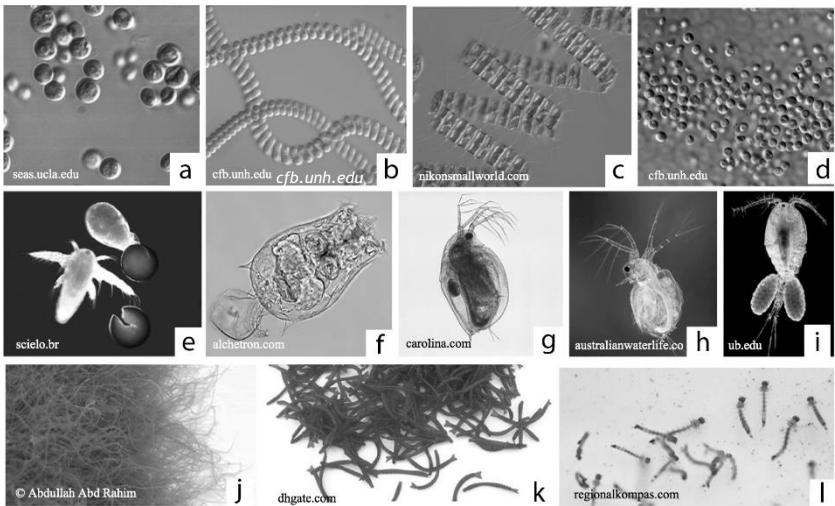
Pertumbuhan organisme budidaya pada kolam pemeliharaan akan sangat tergantung nutrisi pada pakan. Nutrien yang umum dibutuhkan oleh organisme budidaya adalah protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin. Protein, karbohidrat, dan lemak merupakan makronutrien yang diperlukan dalam jumlah banyak, sedangkan mineral dan vitamin hanya diperlukan dalam jumlah yang sedikit. Dari sekian jenis nutrien yang dibutuhkan ikan, protein merupakan nutrien penting yang dijadikan patokan dalam pakan khususnya pakan buatan. Hal ini disebabkan protein memegang peranan penting pada pertumbuhan ikan. Jika retensi (penyimpanan) protein tinggi, ikan cenderung lebih cepat tumbuh. Berikut ini merupakan kebutuhan protein pada beberapa jenis ikan (Tabel 1.1).

Tabel 1.2
Kebutuhan Protein Pakan pada Beberapa Komoditas Budidaya

Spesies Ikan	Kebutuhan Protein Pakan (%)
Lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>)	40
Lele lokal (<i>Clarias bathracus</i>)	30
Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	31-40,6
Patin (<i>Pangasiodon</i> sp.)	35-40
Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	30
Nila merah (<i>Oreochromis</i> sp.)	34,4
Sidat (<i>Anguilla japonica</i>)	44,4
Benih bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	40
Kerapu (<i>Ephinephelus salmoides</i>)	40-50
Kakap merah (<i>Pagrus major</i>)	55
Belanak (<i>Mugil capito</i>)	28

Pakan dibagi menjadi dua, yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami merupakan mikroorganisme yang digunakan sebagai pakan pertama larva organisme budidaya sebelum mampu mengonsumsi pakan buatan. Pakan buatan merupakan pakan yang telah diformulasikan dari bahan alami yang diproses sedemikian rupa sehingga sesuai dengan kebutuhan organisme target.

Pakan alami dapat berupa fitoplankton, zooplankton, ataupun bentos. Pakan fitoplankton berupa *Chlorella* sp., *Spirulina* sp., *Chaetoceros* sp., *Nannochloropsis* sp, dan lain-lain. Zooplankton yang dapat digunakan dalam pakan alami, yaitu rotifera (*Brachionus* sp.), naupli *Artemia salina*, *Daphnia* sp., *Moina* sp., copepoda, jentik nyamuk, dan lain-lain. Bentos yang dapat digunakan sebagai pakan alami, yaitu cacing darah, jentik nyamuk, dan *Tubifex* sp. Contoh pakan alami pada ikan disajikan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3

Pakan alami pada ikan. *Chlorella* sp. (a), *Spirulina* sp. (b), *Chaetoceros* sp. (c), *Nannochloropsis* (d), naupli *Artemia salina* (e), Rotifer *Brachionus* sp. (f), *Daphnia* sp. (g), *Moina* sp. (h), Copepoda (i), *Tubifex* sp. (j), cacing darah (k), dan jentik nyamuk (l).

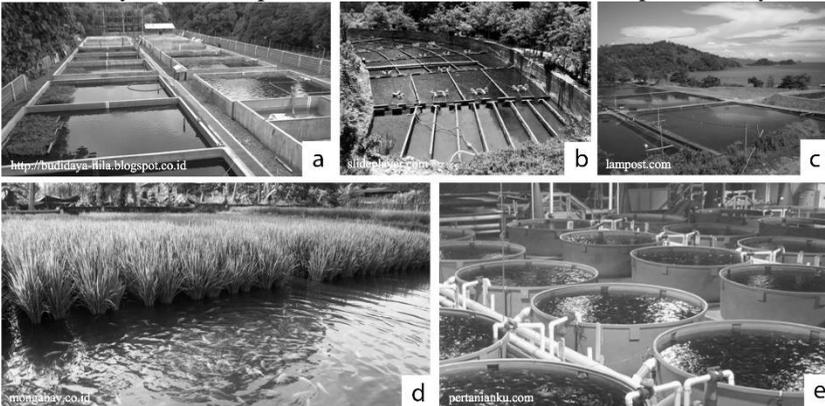
5. Sistem dan Teknologi

Sistem dan teknologi akuakultur mencakup wadah produksi beserta komponen lainnya serta teknologi yang diterapkan pada wadah tersebut serta bekerja sinergis dalam rangka mencapai tujuan akuakultur. Terdapat beberapa

sistem akuakultur yang digunakan dan dikelompokkan menjadi *land based aquaculture* dan *water based aquaculture*.

a. *Land Based Aquaculture*

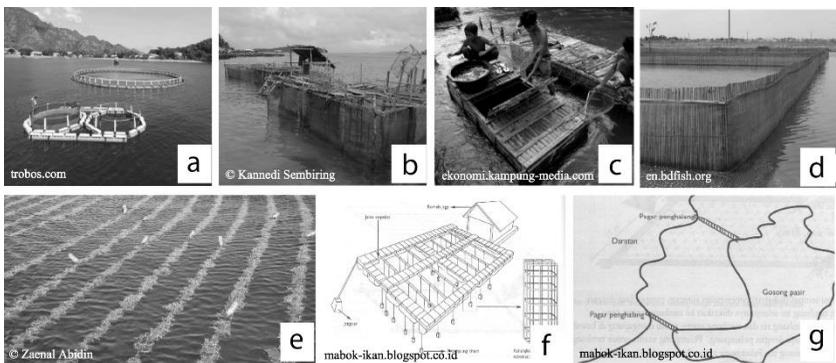
Land based aquaculture merupakan sistem budidaya dengan menggunakan tanah atau wadah lain sebagai media untuk menampung air (Gambar 1.4). Sistem ini terbagi lagi menjadi kolam air tenang, kolam air deras, tambak, sawah, bak, akuarium, ataupun tangki. Kolam air tenang umumnya memiliki pergantian air yang rendah. Air yang masuk ke kolam hanya untuk menggantikan air yang hilang karena peresapan, penguapan ataupun air yang keluar melalui *outlet*. Kolam air deras memiliki debit air 10-100 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kolam air tenang. Tambak memiliki struktur yang mirip dengan kolam air tenang, tetapi berbeda dalam hal lokasi dan sumber air yang digunakan. Tambak umumnya berada di kawasan pesisir dengan sumber air berupa air laut dan air sungai (payau). Sawah merupakan lahan yang digunakan untuk budidaya yang tradisional, seperti membudidayakan ikan bersama dengan padi (minapadi). Penggunaan wadah lain, seperti akuarium, bak, ataupun tangki biasanya dilakukan jika luas lahan tidak memadai untuk dijadikan kolam sehingga alternatif yang dapat dilakukan, yaitu menempatkan wadah-wadah khusus untuk pembudidayaan.



Gambar 1.4
Land Based Aquaculture. Kolam Air Tenang (a), Kolam Air Deras (b), Tambak (c), Sawah (d), dan Bak (e).

b. *Water Based Aquaculture*

Water based aquaculture merupakan sistem akuakultur dengan memasang wadah tertentu di suatu perairan (Gambar 1.4). Sistem ini meliputi jaring apung, jaring tancap, karamba, kombongan, kandang (*pen culture*), *longline*, rakit, dan sekat (*enclosure*). Jaring apung merupakan wadah berupa jaring yang mengapung (*floating net cage*) dengan bantuan pelampung dan ditempatkan di perairan, seperti danau, waduk, selat, ataupun teluk dengan kedalaman 7-40 m. Jaring tancap merupakan wadah berupa jaring yang diikatkan pada patok yang menancap ke dasar perairan dangkal (3-7 m) dengan padat penebaran yang lebih rendah dibanding karamba jaring apung (KJA). Karamba atau kombongan merupakan wadah budidaya berupa kandang yang terbuat dari kayu, papan, bambu yang ditempatkan di dasar sungai. Karamba masih memiliki bagian yang lebih tinggi dari permukaan air, sedangkan kombongan memiliki struktur yang seluruhnya terendam di air. Kandang merupakan wadah berupa kandang dinding terbuat dari jaring atau yang dibuat mengelilingi suatu perairan dengan dasar kandang berupa dasar perairan. Sekat merupakan wadah budidaya berupa teluk kecil atau selat sempit yang disekat. Sebagian besar dinding wadah bersifat alamiah kecuali sekat/pagar penghalang. *Longline* merupakan sistem teknologi budidaya dengan menggunakan tambang sebagai komponen utama wadah produksi. Rakit merupakan sistem teknologi budidaya yang mirip seperti *longline*, tetapi bahan yang digunakan berupa bambu yang dirangkai seperti rakit. Organisme yang dibudidayakan berupa rumput laut, kerang mutiara, kerang konsumsi (*oyster* dan *abalone*).

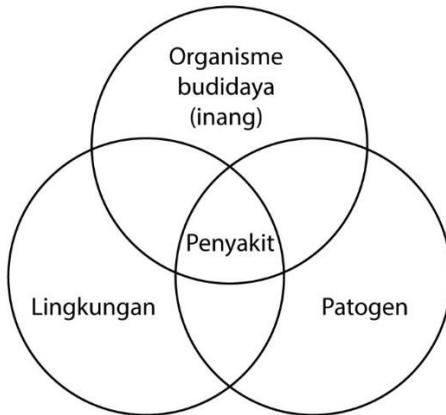


Gambar 1.5

Water Based Aquaculture. Jaring Apung (a), Jaring Tancap (b), Karamba (c), Kandang (d), *Longline* (e), Rakit (f), dan Sekat (g).

6. Kesehatan

Kesehatan merupakan aspek yang sangat penting dalam budidaya organisme akuatik. Jika ikan terserang penyakit, kematian massal merupakan hal yang tidak dapat dihindarkan lagi. Kesehatan dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu organisme budidaya, lingkungan, dan patogen. Berikut ini merupakan model hubungan antara ketiga faktor tersebut (Gambar 1.6).



Gambar 1.6
Hubungan antara Lingkungan, Patogen, dan Inang dalam Menyebabkan Penyakit pada Ikan

Agar kesehatan ikan tetap terjaga, perlu dilakukan pencegahan dengan menggunakan berbagai macam perlakuan. Pencegahan penyakit dapat dilakukan dengan desinfeksi wadah, pemberian vaksin, probiotik, imunostimulan, dan zat antimikroba alami. Desinfeksi wadah akan mengurangi jumlah patogen yang ada di air sehingga mencegah paparan patogen terhadap organisme target. Pemberian vaksin merupakan cara yang efektif untuk mencegah penyakit spesifik yang disebabkan oleh bakteri atau virus dengan meningkatkan sistem imun target. Probiotik juga umum digunakan dalam mencegah penyakit karena probiotik merupakan bakteri menguntungkan yang dapat bersaing dan menekan pertumbuhan bakteri patogen. Pemberian imunostimulan merupakan cara yang dilakukan untuk menstimulasi respons imun nonspesifik pada organisme budidaya. Pemberian

zat antimikroba alami seperti fitofarmaka akan mengurangi jumlah patogen yang ada di dalam tubuh organisme akuakultur.

Ketika ikan telah terkena serangan patogen, pengobatan merupakan tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi dampak penyakit pada organisme budidaya. Pengobatan dapat dilakukan dengan perlakuan suhu dan salinitas, penggunaan fitofarmaka, dan penggunaan antibiotik. Perlakuan suhu dan salinitas umumnya dilakukan untuk mengobati organisme target yang terserang parasit. Jika yang terserang merupakan organisme air tawar, dilakukan perendaman menggunakan air dengan salinitas yang lebih tinggi misal 25 ppt selama 15 menit. Jika yang terserang merupakan organisme air laut, dilakukan perendaman dengan menggunakan air tawar. Perlakuan lain yang dapat dilakukan untuk mengobati ikan adalah menggunakan fitofarmaka yang mengandung bahan antimikroba sehingga bakteri patogen penyebab penyakit dalam tubuh organisme budidaya dapat diturunkan dan kesehatan ikan akan pulih. Cara terakhir ialah menggunakan antibiotik. Dalam perikanan budidaya, antibiotik secara umum dilarang penggunaannya karena dapat menghasilkan residu yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Oleh karena itu, antibiotik sebisa mungkin tidak digunakan untuk mengobati ikan yang terserang penyakit. Untuk penyakit-penyakit yang sangat sulit diobati seperti serangan virus, pemisahan ikan sakit merupakan cara terbaik untuk menanggulangi penyakit pada ikan. Karena sulit diobati, penyebaran penyakit viral harus segera dihentikan dengan memisahkan ikan yang sakit dan mengganti air untuk membuang virus yang ada di media pemeliharaan.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan aspek-aspek (prinsip) yang perlu diterapkan dalam akuakultur!
- 2) Sebutkan tujuan dari perbaikan genetik!
- 3) Bagaimana cara mempertahankan lingkungan (air) tetap baik dalam kegiatan budidaya dari awal hingga proses panen?
- 4) Sistem budidaya apakah yang umumnya dilakukan untuk budidaya kerang?
- 5) Penyakit viral sangat sulit diobati, apa tindakan yang dapat dilakukan ketika terdapat ikan yang terinfeksi penyakit ini?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab pertanyaan di atas, Anda dapat mempelajari kembali uraian materi Kegiatan Belajar 1 mengenai hal berikut ini.

- 1) Aspek dalam akuakultur;
- 2) Genetika;
- 3) Lingkungan;
- 4) Sistem dan teknologi;
- 5) Kesehatan.



RANGKUMAN

1. Terdapat banyak aspek-aspek produksi yang harus dikuasai dalam akuakultur, yaitu genetika dan reproduksi, lingkungan, nutrisi, sistem dan teknologi, serta kesehatan ikan.
2. Genetika dan reproduksi merupakan aspek yang sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas benih yang akan dijadikan *input* dalam produksi pembesaran. Dengan sifat genetik yang unggul serta reproduksi yang memadai akan dapat diproduksi benih unggul dengan kuantitas yang tinggi.
3. Lingkungan memberikan sumbangan besar pada produktivitas akuakultur karena lingkungan merupakan media hidup, tumbuh, dan berkembangnya ikan. Jika lingkungan sesuai, ikan akan mampu hidup, tumbuh pesat dan berkembang secara optimum.
4. Aspek yang tidak kalah pentingnya dalam menjalankan usaha budidaya adalah nutrisi. Jika nutrisi yang diberikan seimbang, ikan akan tumbuh dengan baik dan mencapai target produksi yang diharapkan.
5. Sistem dan teknologi budidaya penting untuk diperhatikan karena untuk mengefisienkan produksi perlu dipilih sistem budidaya yang paling tepat. Sistem budidaya yang umum dilakukan, yaitu kolam air tenang, kolam air deras, tambak, sawah, bak, akuarium, tangki, jaring apung, jaring tancap, karamba, kombongan, kandang (*pen culture*), *longline*, rakit, sekat (*enclosure*).
6. Penyakit disebabkan adanya ketidakseimbangan antara inang, patogen, dan lingkungan. Manajemen kesehatan ikan meliputi pencegahan dan pengobatan. Pencegahan dapat dilakukan dengan desinfeksi wadah dan media, vaksinasi, pemberian imunostimulan, probiotik, dan zat antimikroba alami. Pengobatan dapat dilakukan

dengan perlakuan suhu dan salinitas, perlakuan zat antimikroba alami, seperti fitofarmaka dan penggunaan antibiotik (tidak disarankan).



TES FORMATIF 1 _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Aspek yang *bukan* termasuk hal penting dalam produksi akuakultur
 - A. nutrisi (pakan)
 - B. lingkungan
 - C. kesehatan
 - D. pegawai
 - E. sistem dan teknologi

- 2) Salah satu jenis pakan alami adalah fitoplankton, diantaranya adalah
 - A. *Daphnia* sp
 - B. *Artemia* sp
 - C. *Chaetoceros* sp
 - D. *Brachionus* sp
 - E. Copepod

- 3) Berikut ini perbedaan karamba dengan kombongan yaitu
 - A. karamba terbuat dari kayu
 - B. karamba memiliki bagian yang berada di atas permukaan air
 - C. seluruh permukaan karamba tenggelam di air
 - D. sebagian permukaan kombongan tenggelam di air
 - E. kombongan memiliki pelampung

- 4) Penyakit disebabkan ketidakseimbangan antara
 - A. lingkungan dan inang
 - B. penyakit dan inang
 - C. penyakit, lingkungan, dan inang
 - D. agen penyebab penyakit, lingkungan, dan inang
 - E. patogen dan lingkungan

- 5) Berdasarkan pengetahuan umum Anda, selain menggunakan *longline*, rumput laut dapat dibudidayakan dengan sistem
- A. karamba
 - B. karamba laut
 - C. tebar dasar
 - D. pengambilan dari alam
 - E. kolam air deras

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Variabel Produksi Akuakultur

Produksi akuakultur dibagi menjadi tiga segmen yang berbeda, yaitu pembenihan, pendederan, dan pembesaran. Pembenihan merupakan proses produksi larva dari induk melalui proses pemijahan. Pendederan merupakan proses produksi benih siap tebar dari larva yang dihasilkan oleh segmen pembenihan. Pembesaran merupakan proses produksi komoditas ukuran pasar dari pendederan. Berikut ini merupakan tiga segmen produksi akuakultur beserta *output* dan satuan yang digunakan dalam menentukan penjualan *output* (Tabel 1.3).

Tabel 1.3
Output, Satuan, dan Variabel pada Produksi Akuakultur

Produksi Akuakultur	<i>Output</i>	Satuan	Variabel yang Berperan
Pembenihan	Larva/benih	Jumlah (ekor), panjang (cm, inchi, S, M, L)	Kelangsungan hidup
Pendederan	Benih siap tebar	Jumlah atau bobot	Kelangsungan hidup dan pertumbuhan
Pembesaran	Ikan ukuran konsumsi	Bobot (kg, ton)	Pertumbuhan lebih mendominasi

Setiap segmen produksi akan memiliki variabel-variabel yang berbeda oleh karena itu akan dibahas secara rinci mengenai dua segmen utama budidaya, yaitu pembenihan dan pembesaran. Pendederan sebagai segmen peralihan akan dimasukkan ke dalam pembenihan.

A. PEMBENIHAN

Pembenihan merupakan kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk menghasilkan benih dan selanjutnya benih yang dihasilkan menjadi komponen *input* bagi kegiatan pendederan/pembesaran. Benih umumnya dapat dihasilkan dari proses penangkapan alam, pemijahan, ataupun pembuahan buatan.

Penangkapan benih di alam dilakukan jika spesies target masih sulit dibudidayakan, seperti sidat, kerang-kerangan, kepiting bakau, dan betutu. Pemijahan merupakan cara pengadaan benih yang paling efektif, berkelanjutan, dan ramah lingkungan karena tidak merusak stok ikan di alam. Pemijahan merupakan cara pengadaan benih yang paling umum dilakukan dalam usaha akuakultur. Pembuahan buatan merupakan salah satu cara mendapatkan benih untuk ikan yang sulit dipijahkan. Oleh karena itu, dilakukan pembuahan buatan dengan mengambil telur dan sperma ikan target kemudian dilakukan pencampuran agar terjadi pembuahan. Cara ini kurang efektif dan efisien karena dapat menimbulkan stres bahkan kematian pada ikan target. Derajat penetasan larva yang dihasilkan juga relatif rendah dibandingkan dengan pemijahan secara alami.

Produksi benih pada *hatchery* merupakan pilihan terbaik dalam bisnis pembenihan organisme akuakultur. Hal ini disebabkan produksi benih pada *hatchery* umumnya memenuhi persyaratan-persyaratan pengadaan benih sebagai berikut.

1. **Jumlah.** Produksi benih pada *hatchery* memiliki kuantitas tinggi yang dihasilkan dari pemijahan massal dibandingkan dengan penangkapan di alam yang jumlahnya terbatas.
2. **Waktu.** Umur benih dapat ditentukan secara pasti mulai dari penetasan telur.
3. **Ukuran.** Karena berasal dari pemijahan massal yang bersamaan, benih dari *hatchery* umumnya seragam. Penyeragaman melalui sortasi juga rutin dilakukan ketika benih akan dipasarkan.
4. **Mutu.** Mutu benih dapat dipertanggungjawabkan melalui proses sertifikasi. Pemeliharaan benih pada *hatchery* juga memungkinkan adanya sortasi untuk memilih benih dengan kualitas yang baik.
5. **Harga.** Harga benih dapat dikendalikan sesuai jumlah permintaan dan produksi.

1. Kegiatan Utama

Kegiatan utama dalam pembenihan ikan adalah pemeliharaan induk, pemijahan induk, penetasan telur, pemeliharaan larva dan benih, serta kultur pakan alami.

Pemeliharaan induk bertujuan menumbuhkan dan mematangkan gonad (sel telur dan sperma) ikan, dengan pendekatan lingkungan, pakan, dan hormonal. Induk ikan harus dipelihara dalam lingkungan yang optimum, diberi

pakan bernutrien, dan jika diperlukan dapat dilakukan pemberian hormon agar gonad ikan lebih cepat matang. Dalam tahap ini perlu dilakukan pengecekan kematangan gonad ikan secara rutin agar dapat ditentukan waktu yang tepat untuk pemijahan. Secara umum ciri-ciri induk betina yang telah matang gonad adalah perut yang membesar, lembek, urogenital kemerahan, dan kematangan telur telah sempurna ketika dilakukan pemeriksaan dengan kateter. Induk jantan yang telah matang gonad umumnya ditandai dengan keluarnya sperma bila dilakukan pengurutan perut ke arah urogenital. Ketika induk telah matang gonad, pemijahan dapat segera dilakukan.

Pemijahan merupakan proses pembuahan sel telur oleh sperma. Pemijahan dapat dilakukan secara alami dengan memelihara induk jantan dan betina dalam satu wadah hingga memijah atau juga dapat dilakukan secara buatan dengan mengambil telur dan sperma melalui pengurutan (*stripping*) kemudian melakukan pembuahan pada wadah tertentu. Agar dapat cepat memijah secara alami, induk ikan umumnya perlu diberikan rangsangan lingkungan maupun hormonal. Rangsangan lingkungan berupa suhu, bau (*petrichor*, *feromon*), tekanan air, arus, salinitas, keberadaan substrat penempel telur, dan tentunya keberadaan lawan jenis. Rangsangan hormonal berupa hormon-hormon reproduksi dari golongan gonadotropin, LHRHa, dan steroid. Setelah induk memijah, dilakukan penetasan telur hingga menjadi larva.

Penetasan telur umumnya dilakukan untuk pemijahan ikan yang bukan *parental care* dan *livebearer*. Untuk ikan-ikan *parental care* seperti nila atau *livebearer* seperti guppy, molly, dan platy, penetasan telur umumnya tidak dilakukan dan hanya dilakukan pengambilan larva saja. Penetasan telur untuk ikan pada umumnya berlangsung antara 24-48 jam tergantung pada jenis ikan yang akan ditetaskan. Ketika ditetaskan, telur sangat rentan terhadap serangan patogen khususnya jamur (*Saprolegnia* sp., *Achlya* sp., *Aphanomyces* sp.). Oleh karena itu, disinfeksi wadah dan air merupakan hal yang wajib dilakukan sebelum menaruh telur pada media penetasan. Setelah beberapa hari menetas, larva ikan siap diberikan pakan pertama berupa pakan alami.

Pakan alami merupakan makanan ikan yang berupa makhluk hidup lain. Jenis pakan ini paling umum digunakan pada larva karena berukuran kecil, hidup dan bergerak, berwarna menarik, dan mengandung *exogenous enzyme* sehingga mudah dicerna larva. Pakan alami yang umum digunakan berasal dari fitoplankton, zooplankton, ataupun organisme bentos. Tahap terakhir dalam pembenihan adalah pendederan larva. Telur yang telah menetas akan dipelihara hingga siap ditebar pada kegiatan pendederan.

2. Indikator Keberhasilan Pembenuhan

Berikut ini merupakan indikator keberhasilan pembenuhan ikan berdasarkan subyek, obyek, *output*, dan tolok ukur keberhasilan (Tabel 1.4).

Tabel 1.4
Indikator Keberhasilan Pembenuhan Ikan

Subjek/Kegiatan	Objek	Output	Tolok ukur	Satuan
Pemeliharaan induk	Induk	Induk matang gonad	- TKG	- %
			- Fekunditas	- Butir/kg
Pemijahan induk	Induk	Telur	- Frekuensi pemijahan	- Kali
			- Produksi telur	- Butir
			- Derajat pembuahan	- %
Penetasan telur	Telur	Larva	- Derajat penetasan	- %
			- Abnormalitas	- %
Pemeliharaan larva	Larva	Benih	- Kelangsungan hidup	- %
Pendederan benih	Benih	Benih	- Kelangsungan hidup	- %
			- Pertumbuhan	- %
Pendederan lanjutan	Benih	Benih siap jual	- Kelangsungan hidup	- %
			- Pertumbuhan	- %

3. Segmentasi Usaha Pembenuhan

Pembenuhan merupakan sektor yang memiliki banyak peluang untuk dijadikan suatu usaha akuakultur. Berikut ini merupakan segmentasi usaha dalam kegiatan pembenuhan (Tabel 1.5).

Tabel 1.5
Segmentasi Usaha Pembenuhan

Pelaku	Spesifikasi	Kegiatan Utama	Contoh
Produsen induk	Produksi calon induk / induk matang gonad	Pemeliharaan induk	Usaha budidaya patin Usaha budidaya udang windu
Produsen telur	Produksi telur	Pemeliharaan induk Pemijahan induk	Usaha budidaya udang windu Usaha budidaya gurami Usaha budidaya kerapu
Produsen larva	Produksi larva	Pemeliharaan induk Pemijahan induk Penetasan telur	Usaha budidaya udang windu Usaha budidaya lele dumbo

Pelaku	Spesifikasi	Kegiatan Utama	Contoh
Produsen benih	Produksi benih	Pemeliharaan induk Pemijahan induk Penetasan telur Pemeliharaan larva	Usaha budidaya patin Usaha budidaya lele dumbo Usaha budidaya ikan mas Usaha budidaya udang windu
Produsen benih	Produksi benih lanjutan (dederan)	Pemeliharaan induk Pemijahan induk Penetasan telur Pemeliharaan larva Pemeliharaan benih	Usaha budidaya patin Usaha budidaya lele dumbo Usaha budidaya ikan mas Usaha budidaya udang windu Usaha budidaya kerapu
Pengumpul benih	Pengumpulan Benih	Mengumpulkan benih (<i>holding</i>) Transportasi benih hidup	Benih ikan konsumsi Benih ikan hias
Produsen pakan alami	Kultur pakan alami	Memanen pakan alami dari alam	Cacing Tubifex Chironomus

B. PEMBESARAN

Usaha pembesaran adalah kegiatan akuakultur yang bertujuan untuk mendapatkan ikan ukuran konsumsi (ukuran panen) dari ukuran benih (ukuran tebar). Kesuksesan usaha pembesaran diukur dari produksi (hasil) dan harga produk di satu sisi dan biaya produksi di sisi lain. Produksi bergantung pada hal-hal berikut.

1. Padat penebaran
2. Laju pertumbuhan
3. Laju mortalitas
4. Lama pemeliharaan

1. Padat Penebaran

Padat penebaran didefinisikan sebagai biomassa awal (B_0) yang ditebar ke wadah budidaya dengan luas tertentu. Satuan yang digunakan dalam padat penebaran umumnya adalah ekor/satuan luas misalnya ekor/m² atau ekor/ha.

Penentuan padat penebaran harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhinya. Berikut ini merupakan faktor yang mempengaruhi padat penebaran ikan.

- a. **Jenis ikan.** Karakteristik jenis ikan yang harus diperhatikan, yaitu sifat predator (karnivora), soliter, ikan rawa, ikan sungai, ikan beralat pernafasan tambahan, ikan dasar, dan sebagainya. Berikut ini merupakan contoh padat penebaran pada beberapa spesies yang berbeda (Tabel 1.6).

Tabel 1.6
Contoh Padat Penebaran pada Beberapa Spesies Budidaya

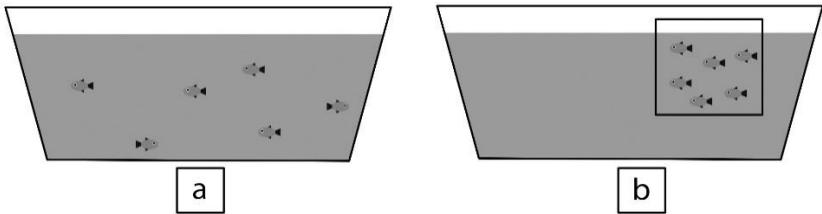
Jenis Ikan	Padat Penebaran (Ekor/ha)	Kisaran Bobot Tubuh (g)	Pertumbuhan Rata-rata (g/hari)
Ikan mas	4000-5000	100-500	5
Ikan nila	3000	5-200	1,5-2
Ikan nila jantan	2000	100-500	3
Mullet	1000	2-500	1,5
<i>Silver carp</i>	500-1500	200-1500	7-10

- b. **Tingkat teknologi yang digunakan.** Padat tebar akan sangat dipengaruhi oleh tingkat teknologi. Semakin tinggi tingkat teknologinya umumnya padat tebar akan semakin tinggi. Tingkat teknologi yang umumnya digunakan, yaitu ekstensif, semi-intensif, intensif, ataupun super-intensif. Berikut ini merupakan contoh perbedaan padat penebaran pada beberapa tingkat teknologi (KKP, 2016), dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7
Padat Penebaran dan Produksi Udang Windu pada Tingkat Teknologi yang Berbeda

	Ekstensif (tradisional)	Semi-intensif	Intensif	Super-intensif
Padat tebar (ekor/m ²)	1-5	30-50	80-100	217-385

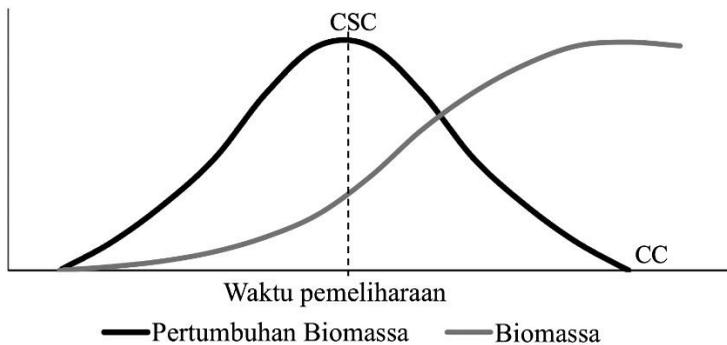
- c. **Sistem akuakultur yang digunakan.** Perbedaan sistem akuakultur tentunya akan menyebabkan perbedaan padat tebar karena setiap sistem akuakultur memiliki daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) yang berbeda. Kolam air tenang, tambak, kolam air deras, karamba jaring apung (KJA), karamba jaring tancap (KJT).



Gambar 1.7

Ilustrasi perbedaan padat tebar pada kolam air tenang (a) dan karamba jaring apung (b). Padat tebar dalam KJA tentunya lebih padat karena luas wadah budidaya yang dipersempit.

Padat penebaran erat kaitannya dengan daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan inilah yang akan mempengaruhi biomassa dan pertumbuhan biomassa. Berikut ini merupakan ilustrasi antara biomassa, pertumbuhan biomassa, dan daya dukung lingkungan.



Gambar 1.8

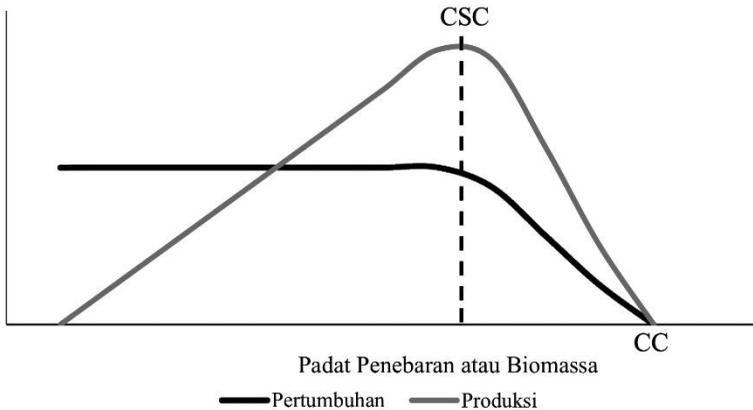
Ilustrasi Hubungan Daya Dukung Lingkungan (*Carrying Capacity*) dengan Biomassa dan Pertumbuhan Biomassa

Dari grafik di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- 1) *Critical Standing Crop* (CSC) terjadi ketika kecepatan laju pertumbuhan mencapai puncak dan kemudian mulai berkurang. Hal ini menggambarkan daya dukung wadah budidaya mulai tercapai.

- 2) *Carrying Capacity* (CC) terjadi ketika pertumbuhan biomassa sudah tidak terjadi lagi dan biomassa sudah mencapai nilai maksimal. Pada keadaan ini ikan berhenti tumbuh sama sekali.
- 3) Ketika pertambahan biomassa sudah tidak terjadi lagi (pakan dan lingkungan menjadi pembatas), pertumbuhan biomassa menjadi 0.

Padat penebaran juga akan berpengaruh terhadap produksi ikan dan pertumbuhannya pada wadah budidaya. Berikut ini merupakan ilustrasi pengaruh padat penebaran terhadap pertumbuhan dan produksi (Gambar 1.9).



Gambar 1.9
Pengaruh Padat Tebar terhadap Pertumbuhan dan Produksi

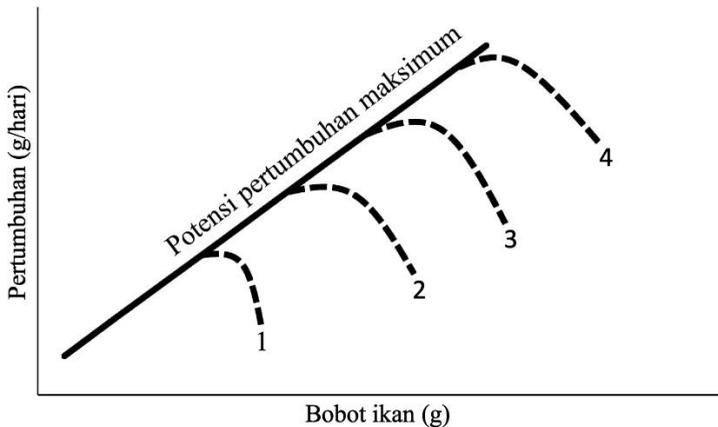
Dari grafik di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Pertumbuhan pada Gambar 1.9 terpengaruh (*stagnan*) pada padat penebaran yang rendah hingga kepadatan tertentu (kepadatan maksimal).
- 2) Ketika telah melewati batas kepadatan maksimal, pertumbuhan ikan yang dibudidayakan akan menurun.
- 3) Sebelum titik CSC, penambahan produksi sejalan dengan penambahan biomassa karena pertumbuhan terjadi dengan kecepatan yang konstan.
- 4) Setelah titik CSC mulai terjadi pembatasan pakan dan lingkungan sehingga porsi energi untuk pertumbuhan somatis berkurang sementara energi untuk kebutuhan *maintenance* terus meningkat sejalan dengan bertambahnya bobot ikan.

- 5) Ketikan biomassa ikan berhenti tumbuh (CC) menandakan energi yang tersedia di wadah budidaya hanya untuk *maintenance* saja.
- 6) Kebutuhan pakan untuk energi *maintenance* meningkat sejalan dengan penambahan bobot ikan.

2. Pertumbuhan

Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan ukuran (bobot, panjang, volume) dalam satuan waktu tertentu. Terdapat dua faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan ikan, yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik berupa ukuran ikan, karakter genetik, dan status fisiologis (kesehatan, kematangan seksual, homeostasis, dan lain-lain). Faktor ekstrinsik berupa kualitas air dan ketersediaan pakan. Dalam kondisi lingkungan yang optimal dan pakan tersedia, ikan memiliki potensi tumbuh maksimal sedangkan ikan dalam wadah budidaya yang terbatas umumnya memiliki potensi tumbuh yang tidak dapat mencapai nilai maksimal. Untuk memaksimalkan potensi tumbuh, dapat dilakukan beberapa cara seperti pemberian pakan yang bernutrien ataupun melakukan pemupukan. Berikut ini merupakan ilustrasi dari pertumbuhan ikan pada empat keadaan jika dibandingkan dengan potensi pertumbuhan maksimum (Gambar 1.9).



Gambar 1.10

Ilustrasi dari pertumbuhan ikan pada empat keadaan jika dibandingkan dengan potensi pertumbuhan maksimum. Keadaan tanpa dilakukan pemberian pakan dan tanpa pemupukan (1), dilakukan pemupukan tanpa pemberian pakan (2), dilakukan pemupukan dan pemberian sorgum (3), dan dilakukan pemupukan dengan pemberian pakan (4).

Dari grafik pada Gambar 1.9 dapat disimpulkan beberapa poin sebagai berikut.

- 1) Upaya akuakultur adalah menciptakan lingkungan dan ketersediaan pakan yang optimal dan menghilangkan faktor pembatas pertumbuhan.
- 2) Pada kondisi lingkungan dan ketersediaan pakan yang optimal, pertumbuhan mulai berkurang dan berhenti pada bobot dan ukuran ikan yang besar.
- 3) Dalam kondisi lingkungan dan ketersediaan pakan yang tidak optimal, pertumbuhan mulai berkurang dan berhenti pada ukuran ikan yang kecil.
- 4) Tindakan akuakultur seperti pemupukan dan pemberian pakan bertujuan mengupayakan pertumbuhan ikan tetap maksimum (potensi tumbuh maksimum bisa didekati).
- 5) Semakin tinggi tingkat intensitas tindakan akuakultur (tingkat teknologi), semakin dekat kepada pencapaian potensi tumbuh maksimum spesies akuakultur yang diusahakan.
- 6) Melalui tindakan akuakultur bisa diperoleh:
 - (a) Ikan panen yang berukuran besar.
 - (b) Pengaturan ukuran panen: kecil, sedang, atau besar.

a. Pertumbuhan dan ukuran ikan

Ikan memiliki karakteristik pertumbuhan tertentu sesuai dengan ukuran tubuhnya. Ilustrasi pertumbuhan ikan berdasarkan pada ukurannya disajikan pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8
Pertumbuhan Mutlak dan Pertumbuhan Relatif Ikan
dengan Ukuran yang Berbeda

Ukuran Ikan (g)	Pertumbuhan Mutlak (g/hari)	Pada Ukuran Sama (500 g)	Pertumbuhan Relatif (g/hari)	%
500	10,6	1 × 500	10,6	2,12
250	6,7	2 × 250	13,4	2,68
100	3,6	5 × 100	18,0	3,60

Berdasarkan data pada Tabel 1.8 tersebut diketahui bahwa ikan yang berukuran besar memiliki pertumbuhan mutlak yang lebih besar dibandingkan ikan yang berukuran kecil. Jika ukuran ikan disamakan dengan cara mengalikan ukuran ikan kecil hingga sama dengan ukuran ikan yang paling

besar, ikan kecil ternyata memiliki pertumbuhan relatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang berukuran besar.

b. Pertumbuhan dan daya dukung lingkungan

Setiap wadah budidaya pasti memiliki kapasitas (daya dukung) untuk menampung biomassa kultur. Daya dukung wadah budidaya bergantung kepada faktor kuantitas (volume), kualitas air, ketersediaan pakan, sistem dan teknologi akuakultur. Daya dukung wadah akuakultur dicapai ketika faktor tersebut menjadi pembatas pertumbuhan. Pertumbuhan ikan mulai berkurang ketika daya dukung lingkungan akuakultur mulai dicapai (*critical standing crop*, CSC). Pertumbuhan ikan berhenti ketika daya dukung lingkungan wadah akuakultur terlewati (*Carrying Capacity*, CC). Ilustrasi dari pengaruh daya dukung lingkungan terhadap pertumbuhan terdapat pada Gambar 1.11.

Faktor pertama yang akan membatasi kinerja (*performance*) produksi (seperti laju pertumbuhan, konversi pakan, kelangsungan hidup dan hasil) ikan budidaya adalah keterbatasan pakan alami atau buatan secara kuantitas dan kualitas. Daya dukung populasi ikan di suatu perairan dapat ditingkatkan dengan penambahan pakan tambahan atau pakan lengkap.

3. Mortalitas

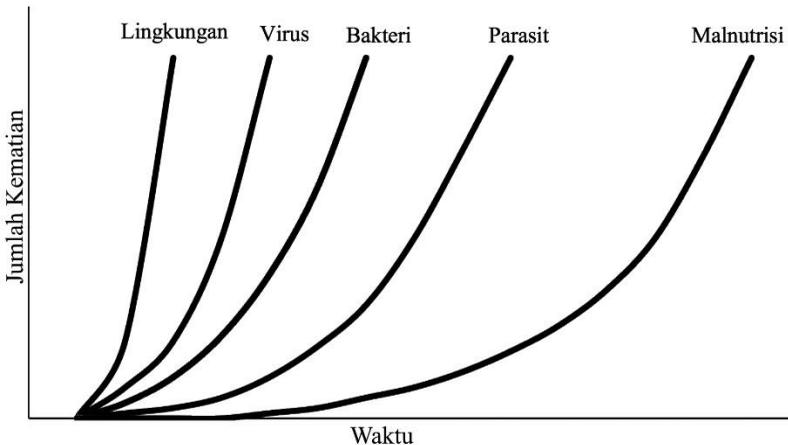
Mortalitas atau tingkat kematian tentunya merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap produksi. Jika ikan budidaya memiliki mortalitas yang tinggi, jumlah dan biomassa panen akan berkurang drastis. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kematian pada komoditas target, yaitu faktor lingkungan, penyakit, dan nutrisi.

Lingkungan merupakan faktor yang dapat menyebabkan kematian yang sangat cepat. Faktor ini mampu membunuh organisme budidaya kurang dari 24 jam. Faktor lingkungan yang umumnya mampu membunuh ikan secara massal adalah perubahan kualitas air, terjadinya perubahan cuaca, dan adanya peningkatan organisme lain di wadah budidaya. Contoh dari kualitas air yang mampu membunuh secara cepat misalnya turunnya oksigen terlarut yang dapat membunuh ikan hanya dalam hitungan menit. Faktor lingkungan berikutnya adalah perubahan cuaca. Contoh yang umum dari perubahan cuaca yang menyebabkan terjadinya kematian adalah *upwelling*. Kondisi ini terjadi ketika hujan yang sangat deras kemudian terjadi pembalikan massa air di dasar ke permukaan beserta material organik lainnya secara cepat dan menyebabkan oksigen di air menjadi turun drastis dan menyebabkan kematian massal. Selain

kualitas air dan cuaca, terjadinya peningkatan populasi mikroorganisme seperti ledakan alga juga umum menyebabkan kematian massal pada ikan.

Faktor yang mampu menyebabkan kematian berikutnya adalah penyakit. Penyakit merupakan faktor penyebab kematian tercepat setelah faktor lingkungan. Agen penyakit yang umumnya menyerang organisme budidaya adalah virus, bakteri, dan parasit. Dari ketiga agen tersebut, tingkat keganasan virus lebih tinggi dibandingkan bakteri dan keganasan bakteri lebih tinggi dibandingkan dengan parasit.

Faktor terakhir yang mampu menyebabkan kematian pada ikan adalah keberadaan nutrisi. Dalam hal ini kematian disebabkan karena kekurangan nutrisi. Kematian yang ditimbulkan oleh kekurangan nutrisi lebih lama dibandingkan dengan kematian yang disebabkan oleh lingkungan dan penyakit. Lama kematian yang ditimbulkan umumnya dalam hitungan pekan atau bulan. ilustrasi kematian yang disebabkan karena faktor lingkungan, penyakit, dan nutrisi disajikan pada Gambar 1.11.



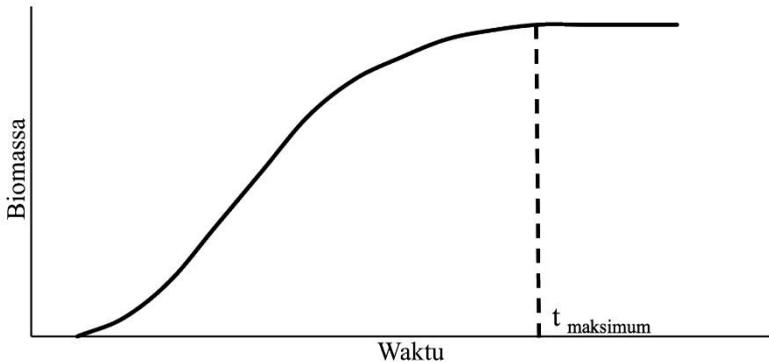
Gambar 1.11

Hubungan antara Faktor Penyebab Mortalitas dengan Jumlah Kematian dan Waktu yang Dibutuhkan untuk Menyebabkan Kematian

Dari ilustrasi pada Gambar 1.11 diketahui bahwa lingkungan mampu menimbulkan jumlah kematian yang tinggi dalam waktu yang singkat disusul dengan penyakit dan faktor nutrisi dengan jumlah kematian yang rendah dalam jangka waktu yang lebih lama.

4. Lama Pemeliharaan

Lama pemeliharaan umumnya akan menentukan seberapa besar ukuran ikan yang akan dihasilkan dari proses budidaya. Semakin lama masa pemeliharaan umumnya ukuran ikan semakin besar, tetapi ketika telah mendekati ukuran maksimal, pertumbuhan biomassa ikan umumnya akan melambat dan akhirnya stabil. Kurva pertumbuhan ikan umumnya berbentuk sigmoid dengan peningkatan bobot pada awal pemeliharaan kemudian mulai menunjukkan nilai yang stagnan dalam waktu tertentu. Berikut ini merupakan grafik pertumbuhan biomassa ikan secara umum (Gambar 1.12).



Gambar 1.12
Model Pertumbuhan Ikan Secara Umum

Berdasarkan grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin lama masa pemeliharaan, ukuran ikan akan semakin besar, tetapi ukuran ikan ini tidak akan bertambah lagi atau hanya bertambah sangat sedikit ketika telah mencapai ukuran dewasa. Oleh karena itu, ikan sebaiknya dipanen pada waktu pemeliharaan maksimum (t maksimum). Jika melewati batas waktu tersebut, profit akuakultur akan menurun dikarenakan pakan harus terus diberikan, sedangkan ukuran ikan tidak lagi bertambah. Berikut ini merupakan ukuran ikan konsumsi yang dijual di pasaran (Tabel 1.9).

Tabel 1.9
Ukuran Ikan Konsumsi yang Dijual di Pasaran

Jenis Ikan	Ukuran Konsumsi	Lama Pemeliharaan dari Pembesaran
Nila	250-500 gram	3-4 bulan
Lele	100-300 gram	3 bulan
Mas	300 gram-1 kg	2-3 bulan
Gurame	125 gram-1 kg	1-3 tahun
Udang	Minimal 20 gram	3-4 bulan
Bandeng	125-500 gram	Minimal 3 bulan
Kerapu	400-500 gram	4 bulan
Bawal air tawar	300-500 gram	5-6 bulan
Patin	200 gram – 1 kg	5-7 bulan



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan faktor-faktor yang akan mempengaruhi produksi ikan pada tahap pembesaran!
- 2) Sebutkan tahapan dari pembenihan!
- 3) Apa yang akan terjadi jika kepadatan melebihi batas normal?
- 4) Ketika padat tebar masih rendah dan belum mencapai titik CSC, bagaimana pertumbuhan ikan dalam wadah budidaya?
- 5) Sebutkan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kematian pada ikan!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab pertanyaan di atas, Anda dapat mempelajari kembali uraian materi Kegiatan Belajar 2 mengenai hal berikut ini.

- 1) Pembesaran
- 2) Pembenihan
- 3) Padat tebar
- 4) Pertumbuhan
- 5) Mortalitas

**RANGKUMAN**

1. Padat penebaran didefinisikan sebagai biomassa awal yang ditebar ke wadah budidaya dengan luas tertentu. Padat penebaran akan berbeda-beda tergantung pada jenis ikan, tingkat teknologi, dan sistem budidaya yang digunakan.
2. Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan ukuran (bobot, panjang, volume) dalam satuan waktu tertentu. Terdapat dua faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan ikan, yaitu faktor intrinsik (ukuran ikan, karakter genetik, dan status fisiologis) dan faktor ekstrinsik (kualitas air dan ketersediaan pakan).
3. Mortalitas atau tingkat kematian tentunya merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap produksi. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kematian pada komoditas target mulai dari yang paling kuat hingga yang paling lemah berturut-turut yaitu faktor lingkungan, penyakit, dan nutrisi.
4. Lama pemeliharaan akan menentukan seberapa besar ukuran ikan yang akan dihasilkan dari proses budidaya. Semakin lama masa pemeliharaan umumnya ukuran ikan semakin besar tetapi ketika telah mendekati ukuran maksimal, pertumbuhan biomassa ikan umumnya akan melambat dan akhirnya stabil.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Satuan yang umumnya digunakan untuk menjual larva atau benih adalah
 - A. gram
 - B. kilogram
 - C. liter
 - D. cm
 - E. ton
- 2) Salah satu jenis pakan alami yang digunakan untuk pakan ikan, yaitu
 - A. hijauan daun
 - B. serangga
 - C. fitiplankton
 - D. makrofit
 - E. putih telur

- 3) Dari tingkat teknologi di bawah ini yang memiliki padat tebar paling rendah adalah
- semi-intensif
 - tradisional
 - superintensif
 - intensif
 - supraintensif
- 4) Ketika kurva telah mencapai *critical standing crop* seiring dengan berjalannya waktu akan terjadi
- pertumbuhan biomassa mulai meningkat
 - pertumbuhan biomassa sudah menurun
 - bobot biomassa mencapai maksimal
 - pertumbuhan biomassa mencapai maksimal
 - biomassa tetap
- 5) Pertumbuhan ikannya yang paling jauh dari kurva potensi pertumbuhan maksimum adalah pada kolom
- yang dipupuk dan diberi pakan
 - yang hanya dipupuk
 - yang hanya diberi pakan
 - yang diberi pupuk, pakan, dan probiotik
 - tanpa pupuk, pakan, dan probiotik

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3**Perhitungan dalam Akuakultur**

Akuakultur merupakan kegiatan bisnis yang berorientasi pada profit, oleh karena itu perencanaan dan perhitungan harus dilakukan sedetail mungkin agar usaha dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Dalam kegiatan belajar kali ini akan dipaparkan perhitungan-perhitungan yang umumnya dilakukan pembudidaya ikan. Perhitungan-perhitungan ini akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu perhitungan parameter produksi dan analisis usaha. Perhitungan parameter produksi akan sangat diperlukan untuk memprediksikan keuntungan yang akan didapat. Perhitungan mengenai analisis usaha akan dijelaskan mulai dari biaya investasi hingga perhitungan keuntungan dan kelayakan usaha. Setelah mempelajari kegiatan belajar ini, mahasiswa diharapkan mampu menguasai hal-hal berikut ini.

1. Perhitungan parameter produksi;
2. Perhitungan analisis usaha.

A. PERHITUNGAN PARAMETER PRODUKSI**1. Parameter Pertumbuhan**

Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan ukuran, massa, volume, dan jumlah sel dari makhluk hidup. Dalam akuakultur parameter pertumbuhan yang umumnya diukur adalah penambahan panjang dan bobot, laju pertumbuhan mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik.

a. Pertambahan Panjang dan Bobot

Pertambahan panjang dan bobot didefinisikan sebagai selisih panjang dan bobot akhir dengan panjang dan bobot awal. Pertambahan panjang umumnya diukur menggunakan panjang total atau panjang baku. Panjang total ialah panjang ikan dari ujung kepala hingga ujung ekor, sedangkan panjang baku ialah panjang ikan dari kepala hingga pangkal ekor. Panjang baku umumnya lebih valid karena sering terjadi kerusakan pada sirip ekor ikan sehingga pengukuran panjang total menjadi kurang valid. Berikut ini merupakan rumus dari pertambahan panjang dan bobot.

Pertambahan Panjang (cm) = Panjang di akhir pemeliharaan – Panjang awal

Pertambahan Bobot (g atau kg) = Bobot akhir pemeliharaan – Bobot awal

b. *Laju Pertumbuhan Mutlak*

Laju pertumbuhan mutlak atau dikenal juga dengan *growth rate* (GR) merupakan pertambahan bobot ikan rata-rata dari awal penebaran hingga panen. Laju pertumbuhan mutlak dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Laju Pertumbuhan Mutlak (g/hari)} = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan:

W_t : Bobot rata-rata pada hari ke-t

W_0 : Bobot rata-rata pada hari ke-0 (awal)

t : Lama pemeliharaan (hari)

Contoh

Dalam 3 bulan ikan lele dengan bobot rata-rata awal 10,5 gram mampu tumbuh hingga bobot rata-rata akhirnya 300 gram. Berapakah laju pertumbuhan mutlaknya setiap hari?

$$\text{Laju pertumbuhan mutlak (g/hari)} = \frac{W_t - W_0}{t} = \frac{300 - 10,5}{90} = 3,2167 \text{ g/hari}$$

Hal ini menunjukkan bahwa dalam satu hari ikan mengalami pertambahan bobot sebesar 3,2167 gram.

c. *Laju Pertumbuhan Spesifik*

Laju pertumbuhan spesifik atau dikenal juga dengan *specific growth rate* (SGR) merupakan persentase pertambahan bobot ikan rata-rata per hari. Laju pertumbuhan spesifik dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{SGR (\%)} = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right) \times 100$$

Keterangan:

W_t : Bobot rata-rata pada hari ke-t

W_0 : Bobot rata-rata pada hari ke-0 (awal)

t : Lama pemeliharaan (hari)

Contoh

Berdasarkan soal pada point b hitunglah nilai laju pertumbuhan spesifiknya!

$$\text{SGR} (\%) = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right) \times 100 = \left(\sqrt[90]{\frac{300}{10,5}} - 1 \right) \times 100 = 3,7951\%$$

Hal ini mengindikasikan bahwa ikan yang dipelihara mengalami peningkatan bobot tubuh sebesar 3,7951% dari bobot sebelumnya dan hal ini terjadi setiap hari.

2. Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup atau yang dikenal dengan *survival rate* (SR) didefinisikan sebagai persentase ikan yang hidup di akhir pemeliharaan. Berikut ini merupakan rumus dari kelangsungan hidup.

$$\text{Kelangsungan hidup} (\%) = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

N_t : Jumlah ikan yang hidup hingga hari ke-t

N_0 : Jumlah ikan awal yang ditebar

Contoh

Seorang pembudidaya melakukan penebaran 10.000 ekor benih dalam satu kolam. Setelah panen, jumlah ikan yang berhasil didapatkan adalah 8.567 ekor. Berapakah kelangsungan hidup ikan pada kolam tersebut?

$$\text{Kelangsungan hidup} (\%) = \frac{N_t}{N_0} \times 100 = \frac{8.567}{10.000} = 85,67\%$$

3. Parameter Reproduksi

a. Sampling Jumlah Telur

Ketika melakukan pemijahan buatan, umumnya pembudidaya akan menghitung jumlah telur yang dihasilkan oleh ikan untuk menentukan keberhasilan pemijahan. Untuk ikan-ikan dengan fekunditas yang tinggi seperti patin, mas, lele, akan sangat merepotkan jika pembudidaya harus menghitung satu per satu telur yang dihasilkan untuk menentukan jumlah telur

total. *Sampling* merupakan cara yang efektif untuk menentukan jumlah total telur tanpa harus menghitung butiran telur satu demi satu. *Sampling* jumlah telur umumnya dilakukan dengan menimbang bobot total telur yang dihasilkan bobot yang *disampling*. Berikut ini merupakan rumus dari *sampling* telur.

$$\text{Jumlah total telur (butir)} = \frac{\text{Bobot telur total}}{\text{Bobot 1 butir telur}}$$

Contoh

Induk ikan patin yang akan dipijahkan buatan menghasilkan telur sebanyak 957 g. Kemudian dilakukan penimbangan 100 butir telur dengan hasil sebesar 5,7 g. Berapakah total telur yang dihasilkan induk?

$$\text{Jumlah total telur (butir)} = \frac{\text{Bobot telur total}}{\text{Bobot 1 butir telur}} = \frac{957}{\left(\frac{5,7}{100}\right)} = 16.789,4737 \text{ butir}$$

Hasil tersebut dapat dibulatkan menjadi 16.790 butir

b. Fekunditas

Fekunditas (*fecundity*) merupakan jumlah telur atau keturunan yang mampu dihasilkan oleh induk betina. Fekunditas dapat dinyatakan dengan jumlah telur/ekor atau telur/bobot induk. Berikut ini merupakan formula dari fekunditas berdasarkan bobot induk.

$$\text{Fekunditas (telur/bobot)} = \frac{\text{Jumlah telur yang dihasilkan}}{\text{Bobot tubuh induk}}$$

Contoh

Seekor ikan mas dengan bobot 2,7 kg ketika memijah menghasilkan 15.679 butir telur. Berapakah fekunditasnya?

$$\text{Fekunditas (telur/kg)} = \frac{\text{Jumlah telur yang dihasilkan}}{\text{Bobot tubuh induk}} = \frac{15.679 \text{ telur}}{2,7} =$$

5807,037 telur/kg, dapat dibulatkan menjadi 5.807 telur/kg.

c. *Derajat Pembuahan*

Derajat pembuahan atau yang dikenal dengan *fertilization rate* (FR) merupakan persentase telur yang terbuahi saat pemijahan. Telur yang terbuahi umumnya akan berwarna krem atau kuning dan telur yang tidak terbuahi akan berwarna putih pucat. Derajat pembuahan ditentukan dengan cara sampling telur dengan jumlah tertentu. Berikut ini merupakan formula dari derajat pembuahan.

$$\text{Derajat pembuahan (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur terbuahi}}{\text{Jumlah telur total}} \times 100$$

Contoh:

Dalam suatu sampling telur diketahui 457 telur terbuahi dan 543 telur tidak terbuahi. Berapakah derajat pembuahan telur tersebut?

$$\text{Derajat pembuahan (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur terbuahi}}{\text{Jumlah telur total}} \times 100 = \frac{457}{457 + 543} \times 100 = 45,7\%$$

Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa 45,7% telur terbuahi dari total telur yang dikeluarkan oleh induk betina.

d. *Derajat Penetasan*

Derajat penetasan atau yang dikenal dengan *hatching rate* (HR) didefinisikan sebagai persentase telur yang menetas dari total telur yang dibuahi. Berikut ini merupakan formula dari derajat penetasan.

$$\text{Derajat penetasan (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva}}{\text{Jumlah telur terbuahi}} \times 100$$

Contoh:

Dalam suatu sampling telur diketahui 457 telur terbuahi dan 543 telur tidak terbuahi dan setelah inkubasi 24 jam dihasilkan 373 larva. Berapakah derajat penetasan telur tersebut?

$$\text{Derajat penetasan (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva}}{\text{Jumlah telur terbuahi}} \times 100 = \frac{373}{457} \times 100 = 81,6193\%$$

Melalui perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa 81,6193% dari telur yang terbuahi telah menetas menjadi larva.

4. Parameter Nutrisi

a. Jumlah Konsumsi Pakan

Jumlah konsumsi pakan merupakan total pakan yang dikonsumsi selama pemeliharaan berlangsung. Konsumsi pakan diperoleh melalui penjumlahan bobot pakan yang diberikan setiap hari mulai dari pemberian pakan pertama hingga panen. Jumlah konsumsi pakan dirumuskan sebagai berikut.

Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan atau *feed conversion ratio* (FCR) merupakan indeks yang menunjukkan jumlah pakan yang dikonversi menjadi biomassa tubuh. Rasio konversi pakan dirumuskan sebagai berikut. Rasio konversi pakan tidak memiliki satuan karena nilai ini berupa indeks.

$$\text{Rasio konversi pakan} = \frac{F}{(W_t + D) - W_0}$$

Keterangan

F : Jumlah konsumsi pakan

W_t : Biomassa akhir

D : Biomassa yang mati, dapat diabaikan jika bobot mati tidak diukur

W_0 : Biomassa tebar

Contoh:

Seorang pembudidaya udang menghabiskan pakan sebanyak 28,2 ton dalam satu siklus produksi. Ketika panen, biomassa yang didapatkan sebesar 19,7 ton. Jika dihitung, bobot benih yang ditebar mencapai 10 kg dan melalui penyiponan diketahui 670 kg udang mati selama satu siklus tersebut. Berapakah FCR dari udang yang dibudidayakan oleh petambak tersebut?

Sebelum dimasukkan ke dalam formula, terlebih dahulu satuan disamakan yaitu dalam bentuk ton.

$$\text{Rasio konversi pakan} = \frac{F}{(W_t + D) - W_0} = \frac{28,2}{(19,7 + 0,670) - 0,1} = 1,39$$

Hal ini berarti dibutuhkan 1,39 ton pakan untuk menghasilkan 1 ton biomassa udang.

B. PERHITUNGAN ANALISIS USAHA

Analisis usaha merupakan perhitungan untuk menentukan prospek usaha yang akan atau telah dijalankan. Analisis usaha akan menggambarkan kelayakan suatu usaha untuk terus dijalankan. Unsur-unsur yang terdapat dalam analisis usaha meliputi biaya investasi, biaya variabel, biaya operasional, biaya tetap, biaya penyusutan, penerimaan per tahun, keuntungan, titik impas, jangka waktu pengembalian modal, dan harga produksi.

1. Biaya Investasi

Biaya investasi merupakan biaya yang dikeluarkan ketika pertama kali memulai suatu usaha. Biaya ini merupakan biaya yang dikeluarkan untuk barang-barang yang mempunyai umur pemakaian lebih dari satu tahun. Contoh biaya investasi yaitu biaya pengadaan lahan, bangunan, tambak, pompa, mesin, dan lain-lain.

2. Biaya Tetap

Biaya tetap merupakan biaya yang selalu dikeluarkan selama satu tahun walaupun produksi sedang berjalan ataupun sedang berhenti. Biaya tetap tidak akan berubah meskipun volume produksi mengalami perubahan. Contoh dari biaya tetap adalah pajak bumi bangunan dan kendaraan, biaya telepon, biaya pemeliharaan alat, biaya pemeliharaan bangunan, penyusutan, gaji karyawan tetap, penyusutan, konsumsi karyawan, dan lain-lain.

3. Biaya Variabel

Biaya variabel (*variable cost*) merupakan biaya yang jumlahnya bergantung pada besarnya volume produksi yang sedang digarap pembedudaya. Biaya ini akan meningkat seiring dengan meningkatnya volume produksi dan juga akan menurun jika produksi menurun. Biaya variabel meliputi biaya pengadaan benih, pakan, obat-obatan, probiotik, dan lain-lain.

4. Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan jumlah antara biaya tetap dan biaya variabel. Biaya operasional dikeluarkan selama 1 tahun produksi. Biaya operasional dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Biaya operasional} = \text{Biaya tetap} + \text{Biaya variabel}$$

5. Penerimaan Per Tahun

Penerimaan per tahun diperoleh dari hasil panen dalam jangka waktu satu tahun. Penerimaan per tahun dirumuskan sebagai harga jual dikalikan dengan total volume panen dalam waktu satu tahun.

$$\text{Penerimaan per tahun (Rp)} = \text{Harga jual} \times \text{Total volume produksi satu tahun}$$

6. Keuntungan

Keuntungan diperoleh dari pengurangan antara penerimaan per tahun dan biaya operasional. Keuntungan dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Keuntungan (Rp)} = \text{Penerimaan per tahun} - \text{Biaya operasional}$$

7. Perimbangan Penerimaan (*R/C Ratio*)

Analisis ini digunakan untuk menentukan perbandingan antara pendapatan yang diperoleh terhadap total biaya yang dikeluarkan. Jika nilai *R/C ratio* menunjukkan angka di atas 1, dapat dikatakan bahwa bisnis ini layak untuk dikembangkan. *R/C ratio* dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{R/C ratio} = \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Biaya Operasional}}$$

8. Analisis Titik Impas (*Break Even Point, BEP*)

Analisis titik impas merupakan teknik untuk menentukan hubungan antara biaya tetap, biaya variabel, volume produksi, dan keuntungan sehingga diperoleh titik impas dari suatu usaha. Titik impas sendiri merupakan keadaan suatu usaha yang tidak mendapatkan keuntungan tetapi juga tidak mendapatkan kerugian. Semua penerimaan habis digunakan untuk menutupi biaya produksi. BEP terbagi menjadi dua yaitu BEP unit dan BEP penjualan.

$$\text{BEP unit (kg atau ton)} = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga per kilogram} - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Jumlah penjualan}}}$$

$$\text{BEP penjualan (Rp)} = \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Penerimaan}}}$$

9. Jangka Waktu Pengembalian Modal (*Payback Period, PP*)

Jangka waktu pengembalian modal merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh kembali seluruh modal yang diinvestasikan dalam suatu usaha. *Payback period* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{PP (tahun)} = \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Keuntungan}}$$

10. Harga Pokok Produksi (HPP)

Harga pokok produksi merupakan nilai jual dari produk di pasar agar perusahaan tidak mengalami kerugian. HPP dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{HPP (Rp/unit)} = \frac{\text{Biaya operasional}}{\text{Total Produksi}}$$

11. Contoh Perhitungan

Berikut ini diketahui merupakan komponen dari suatu usaha budidaya udang pada KJA. Tentukanlah unsur-unsur analisis usaha lainnya.

Biaya investasi	: Rp3.100.000.000,00
Biaya tetap	: Rp1.500.000.000,00
Biaya variabel	: Rp 980.000.000,00
Biomassa panen 1 tahun	: 50 ton
Harga jual/kg	: Rp80.000,00

1. Biaya operasional

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasional} &= \text{Biaya tetap} + \text{Biaya variabel} \\ &= \text{Rp1.500.000.000} + \text{Rp980.000.000} \\ &= \text{Rp2.480.000.000,-} \end{aligned}$$

2. Penerimaan per tahun

$$\begin{aligned} \text{Penerimaan per tahun} &= \text{Harga jual} \times \text{Total volume produksi satu tahun} \\ &= \text{Rp}80.000 \times 50.000 \text{ kg} \\ &= \text{Rp}4.000.000.000,00 \end{aligned}$$

3. Keuntungan

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{Penerimaan per tahun} - \text{Biaya operasional} \\ &= \text{Rp}4.000.000.000 - \text{Rp}2.480.000.000 \\ &= \text{Rp}1.520.000.000,00 \end{aligned}$$

4. Perimbangan Penerimaan (*R/C Ratio*)

$$\begin{aligned} \text{R/C ratio} &= \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Biaya Operasional}} = \frac{\text{Rp}4.000.000.000}{\text{Rp}2.480.000.000} \\ &= 1,6129 \end{aligned}$$

Artinya biaya sebesar Rp1 yang dikeluarkan akan menghasilkan penerimaan sebesar Rp1,6129.

5. Analisis Titik Impas (*Break Even Point, BEP*)

$$\begin{aligned} \text{BEP unit} &= \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga per kilogram} - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Jumlah penjualan}}} \\ &= \frac{\text{Rp}1.500.000.000}{\text{Rp}80.000 - \frac{\text{Rp}980.000.000}{50.000 \text{ kg}}} \\ &= 24.834,4371 \text{ kg} \end{aligned}$$

Artinya agar usaha tidak mengalami kerugian, produksi minimal yang harus dilakukan selama satu tahun, yaitu sebesar 24.834,4371 kg.

$$\begin{aligned} \text{BEP penjualan} &= \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Penerimaan}}} = \frac{\text{Rp}1.500.000.000}{1 - \frac{\text{Rp}980.000.000}{\text{Rp}4.000.000.000}} \\ &= \text{Rp}1.986.754.967,- \end{aligned}$$

Artinya agar usaha tidak mengalami kerugian, penjualan minimal yang harus dilakukan selama satu tahun, yaitu sebesar Rp1.986.754.967.

6. Jangka Waktu Pengembalian Modal (*Payback Period*, PP)

$$\begin{aligned} \text{PP} &= \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Keuntungan}} = \frac{\text{Rp}3.100.000.000}{\text{Rp}1.520.000.000} \\ &= 2,0395 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Artinya pembudidaya akan mendapatkan modalnya kembali setelah 2,0395 tahun.

7. Harga Pokok Produksi (HPP)

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= \frac{\text{Biaya operasional}}{\text{Total produksi}} = \frac{\text{Rp}2.480.000.000}{\text{Rp}50.000} \\ &= \text{Rp}49.600,00 \end{aligned}$$

Artinya agar mendapatkan keuntungan, pembudidaya harus menjual udang produksinya dengan harga di atas Rp49.600/kg.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Pembudidaya akan melakukan pemijahan buatan. Ia kemudian melakukan pengeluaran telur dari induk betina berbobot 2,1 kg. Setelah dikeluarkan telurnya, bobot induk ikan menjadi 1,4 kg. Pembudidaya tersebut kemudian menimbang 100 butir telur dan ternyata bobotnya 3,57 gram. Berapa butirkah telur yang berhasil didapat pembudidaya tersebut?
- 2) Pembudidaya di atas telah melakukan pemijahan buatan. Satu jam kemudian ia melakukan sampling jumlah telur yang terbuahi dengan memisahkan 100 butir telur secara acak ke akuarium sampel. Dari 100 butir ternyata 37 butir berwarna putih pucat dan sisanya berwarna krem. Berapa persenkah derajat pembuahannya?
- 3) Satu hari kemudian pembudidaya di atas kembali mengecek akuarium sampel kemudian menemukan 50 ekor larva dalam akuarium tersebut. Hitunglah total larva yang dihasilkan dari pemijahan ikan di atas dengan mengacu pada nomor 1 dan 2!

- 4) Dua orang pembudidaya melakukan budidaya ikan dengan jenis, skala, volume produksi, dan harga jual sama, tetapi mendapatkan FCR yang berbeda. Pembudidaya A mendapatkan FCR 2 kali pembudidaya B. Pembudidaya manakah yang akan mendapatkan untung lebih banyak? Mengapa demikian?
- 5) Berdasarkan perhitungan nilai BEP unit produksi ikan patin di perusahaan X adalah 12 ton/tahun. Perusahaan X ternyata hanya memproduksi 11,8 ton/tahun. Apakah perusahaan tersebut mendapat keuntungan atau kerugian? Jika mendapatkan kerugian, apakah yang harus ditingkatkan agar kerugian dapat tertutupi?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab pertanyaan di atas, Anda dapat mempelajari kembali uraian materi Kegiatan Belajar 3 mengenai hal berikut ini.

1. Parameter reproduksi.
2. Parameter pertumbuhan.
3. Analisis usaha bagian BEP.



RANGKUMAN

1. Berikut ini merupakan rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan parameter pertumbuhan.

Pertambahan Panjang (cm) = Panjang di akhir pemeliharaan – Panjang awal

Pertambahan Bobot (g atau kg) = Bobot akhir pemeliharaan – Bobot awal

$$\text{Laju Pertumbuhan Mutlak (g/hari)} = \frac{W_t - W_0}{t}$$

$$\text{SGR (\%)} = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right) \times 100$$

2. Berikut ini merupakan rumus untuk menentukan kelangsungan hidup.

$$\text{Kelangsungan hidup (\%)} = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

3. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan pada parameter reproduksi.

$$\text{Jumlah total telur (butir)} = \frac{\text{Bobot telur total}}{\text{Bobot 1 butir telur}}$$

$$\text{Fekunditas (telur/bobot)} = \frac{\text{Jumlah telur yang dihasilkan}}{\text{Bobot tubuh induk}}$$

$$\text{FR (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur terbuahi}}{\text{Jumlah telur total}} \times 100$$

$$\text{HR (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva}}{\text{Jumlah telur terbuahi}} \times 100$$

3. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan dalam parameter nutrisi.

$$\text{Rasio konversi pakan} = \frac{F}{(W_t + D) - W_0}$$

4. Berikut ini merupakan unsur-unsur analisis usaha beserta rumusnya.

Biaya operasional = Biaya tetap + Biaya variabel

Penerimaan per tahun (Rp) = Harga jual \times Total volume produksi satu tahun

Keuntungan (Rp) = Penerimaan per tahun – Biaya operasional

Penerimaan per tahun (Rp) = Harga jual \times Total volume produksi satu tahun

$$\text{R/C ratio} = \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Biaya Operasional}}$$

$$\text{BEP unit (kg atau ton)} = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga per kilogram} - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Jumlah penjualan}}}$$

$$\text{BEP penjualan (Rp)} = \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Penerimaan}}}$$

$$\text{PP (tahun)} = \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Keuntungan}}$$

$$\text{HPP (Rp/unit)} = \frac{\text{Biaya operasional}}{\text{Total produksi}}$$



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Seorang pembudidaya mendapatkan 200 gram telur ikan lele dengan berat rata-rata satu butir telurnya adalah 0,05 gram. Jika 80% telur tetap berwarna krem setelah pembuahan dan derajat penetasannya 70%, berapakah jumlah larva yang diperoleh pembudidaya tersebut?
 - A. 2000 ekor
 - B. 2240 ekor
 - C. 6000 ekor
 - D. 6 ekor
 - E. 112 ekor

- 2) Terdapat suatu kasus budidaya di tambak X. Ketika membudidayakan ternyata diperoleh FCR 1,49, pakan yang dihabiskan selama budidaya adalah 10 ton dan bobot benih total yang disebar, yaitu 500 kg. Sebelumnya tidak ada satu pun ikan yang mati. Ketika ikan berbobot rata-rata 200 gram terjadi kematian massal karena wabah penyakit. Satu hari kemudian ikan dipanen dan didapatkan biomassa panen 6000 kg (tidak termasuk bobot mati karena penyakit). Berapakah jumlah ikan yang mati ketika wabah terjadi?
 - A. 6000 ekor
 - B. 1490 ekor
 - C. 6050 ekor
 - D. 5600 ekor
 - E. 1130 ekor

- 3) Seorang pembudidaya telah memprediksi ikan yang ia budidayakan memiliki SGR sebesar 2%. Jika ia menebar benih ukuran 100 gram, berapa hari waktu yang diperlukan hingga ikan mencapai bobot 200 gram?
 - A. 200 hari
 - B. 100 hari
 - C. 50 hari
 - D. 67 hari
 - E. 35 hari

- 4) Bagaimanakah keadaan pembudidaya dengan R/C ratio 0,9?
- Untung, karena setiap Rp1 pengeluaran akan mendapatkan keuntungan tambahan sebesar 0,9 Rupiah
 - Rugi, karena R/C ratio di atas 0
 - Untung, karena Rp0 biaya yang dikeluarkan akan menghasilkan untung sebesar Rp0,9
 - Rugi, karena setiap Rp1 biaya yang dikeluarkan hanya memperoleh keuntungan sebesar 0,9 Rupiah
 - Rugi, karena setiap Rp1 biaya yang dikeluarkan hanya akan menghasilkan pendapatan sebesar 0,9 Rupiah
- 5) Seorang pemula usaha budidaya ingin mendirikan usaha skala kecil dengan biaya tetap Rp5.000.000, biaya variabel Rp1.000.000, dan harga ikan Rp25.000/kg. Ia hanya mampu melakukan produksi sebesar 150 kg/tahun. Konsultan tersebut memberitahukan bahwa ia akan rugi jika produksi hanya 150 kg/tahun. Konsultan tersebut menyarankan agar pembudidaya tersebut menambah volume produksi agar tidak rugi. Berapakah volum produksi minimal yang harus ditambahkan agar pembudidaya tersebut tidak rugi dan minimal impas?
- 122,7273 kg
 - 120 kg
 - 118,6869 kg
 - 105 kg
 - 45,4546 kg

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) D
- 2) C
- 3) B
- 4) D
- 5) C

Tes Formatif 2

- 1) D
- 2) C
- 3) B
- 4) D
- 5) E

Tes Formatif 3

- 1) B
- 2) C
- 3) E
- 4) E
- 5) A

Glosarium

Gen	:	Segmen DNA yang mengode suatu sifat tertentu.
<i>Genetic Modified Organism</i> (GMO)	:	Organisme yang telah direkayasa genetiknya.
Juvenil	:	Anak ikan yang telah memiliki tubuh menyerupai induk (definitif), tetapi dengan ukuran yang lebih kecil.
Larva	:	Anak ikan yang belum memiliki bentuk seperti induknya (belum definitif).
Pencemaran genetik	:	Masuknya gen asing ke dalam populasi organisme liar di alam karena adanya persilangan antara GMO dan organisme setempat.
Patogen	:	Agen penyebab penyakit.
Pigmen	:	Warna kulit.
Streptococcosis	:	Penyakit yang ditimbulkan oleh <i>Streptococcus agalactiae</i> dan <i>S. iniae</i> . Gejala yang ditimbulkan berupa mata putih dan menonjol.
<i>Carrying capacity</i>	:	Jumlah organisme maksimal yang dapat ditampung dalam suatu lingkungan sehingga organisme tersebut masih mampu mendapatkan sumber daya dari lingkungan tersebut.
Fekunditas	:	Jumlah telur atau keturunan yang dapat dihasilkan induk betina.
Gonadotropin	:	Hormon yang mengendalikan perkembangan seksual dan fungsi reproduksi.
Kateter	:	Alat berbentuk seperti selang yang berfungsi mengambil telur dari urogenital induk.
Larva	:	Anak ikan yang belum memiliki bentuk seperti induknya (belum definitif).
LHRH	:	<i>Luteinizing hormone releasing hormone</i> . Hormon yang berfungsi merilis <i>luteinizing</i>

- hormone* (LH), hormon yang berfungsi dalam pematangan gonad.
- Livebearer* : Jenis ikan yang pemijahannya terjadi secara internal. Telur tetap disimpan dalam tubuh ikan betina kemudian dikeluarkan ketika telah menjadi larva.
- Urogenital : Lubang pengeluaran urin dan gamet (telur/sperma).
- Parental care* : Sifat ikan yang menjaga telurnya seperti mengerami dalam mulut, membuatkan sarang, mengoksigenasi telur, dan menjaga telur dari predator.
- Steroid : Senyawa turunan lemak dan merupakan substrat (bahan baku) dalam pembuatan hormon reproduksi dalam tubuh ikan.
- TKG : Tingkat Kematangan Gonad.
- Biomassa akhir : Biomassa ketika panen atau biomassa di akhir pemeliharaan.
- Break Even Point* : Kondisi ketika suatu produksi tidak untung dan tidak rugi (impas).
- Fekunditas : Jumlah keturunan atau telur yang dihasilkan induk betina.
- Fertilization Rate* (FR) : Persentase telur yang terbuahi oleh sperma.
- Hatching Rate* (HR) : Persentase telur yang berhasil menetas dari total telur yang terbuahi.
- Laju pertumbuhan mutlak : Pertambahan bobot rata-rata dari awal penebaran hingga panen.
- R/C ratio* : Perbandingan antara penerimaan dan biaya operasional. Usaha dinyatakan layak jika *R/C ratio* lebih besar dari 1.
- Specific Growth Rate* (SGR) : Persentase pertumbuhan bobot ikan rata-rata setiap hari.

Daftar Pustaka

- Alimuddin, Nurjanah L, Nuryati S, Hardiantho D. 2016. “Performa Pertumbuhan dan Daya Tahan Ikan Nila *Oreochromis Niloticus* Keturunan Pertama Hasil Seleksi Berbasis Marka MHC I terhadap Penyakit Streptococcosis.” *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*.
- Arfah H, Maftucha L, Carman O. 2006. “Pemijahan Secara Buatan pada Ikan Gurame *Osphronemus Gouramy* Lac. dengan Penyuntikan Ovaprim.” *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(2): 103-112.
- Effendi I, Oktariza W. 2005. *Manajemen Bisnis Perikanan*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Effendi I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- FAO (Food and Agricultural Organization). *Fish Growth Model*. [Internet]. <http://www.fao.org/docrep/005/W5268E/W5386E09.htm>. Diunduh pada 1 Oktober 2017.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2016. *Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)*. Jakarta (ID): KKP.
- Lucas JS, Southgate PC. 2012. *Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants, Second Edition*. Oxford (UK): Blackwell Publishing.
- Schwarz MH, Jahncke ML, Lazur AM. 2010. *Overview of Good Aquaculture Practices*. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Utomo NBP, Hasanah P, Mokoginta I. “Pengaruh Cara Pemberian Pakan yang Berbeda terhadap Konversi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di Karamba Jaring Apung”. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4(2) 49–52.