

Metodologi Perikanan

Daftar isi

Daftar isi	ii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Struktur perikanan	2
2. SUMBERDAYA PERIKANAN	3
2.1. Perairan Umum	3
2.1.1 Lebih tangkap (<i>over fishing</i>) dan mutu lingkungan	4
2.1.2 Petunjuk pengkajian	4
2.1.3 Penggolongan kebijakan	5
2.1.4 Keberlanjutan/kelestarian	6
2.1.5 Metode pengkajian	6
2.1.6 Pengkajian biologi	7
2.1.7 Data dan model perikanan perairan umum	8
2.1.8 Pola pengelolaan reservat	9
2.2. Perikanan laut	11
2.2.1. Database perikanan	12
2.2.2. Statistik perikanan	13
Data pendaratan ikan	13
Data hasil kapal penelitian	14
2.2.3. Teknik dan metode pendugaan stok	14
Teknik pendugaan stok	14
Metode pendugaan stok	15
3. PENANGKAPAN	16
3.1. Alat tangkap	16
3.2. Rancangan percobaan dan pengamatan	17
4. AKUAKULTUR	18
4.1. Pengertian dan ruang lingkup	18
4.2. Pemilihan sistem budidaya	19
4.2.1. Seleksi jenis ikan	19
4.2.2. Pemilihan lokasi	20
1) Budidaya air tawar	20
2) Budidaya air payau (tambak)	21
4.2.3 Fasilitas pemeliharaan	23
4.3. Penyediaan benih	24
4.3.1. Benih alam	24
4.3.2. Benih dari hatchery	24
4.4. Pertumbuhan	25
4.5. Mengurangi mortalitas	26
4.6. Pengkajian akuakultur	26
Tidak berbau bahan pencemar	21
3) Perikanan laut	22
5. Pasca Panen	36
5.1. Sifat fisik, kimia dan termal ikan	37
5.2. Kualitas ikan, kerusakan dan pencegahannya	37
5.3. Penanganan hasil tangkapan	39
5.4. Panen ikan hasil budi daya dan penanganan hasil	41
5.5. Penanganan dan transportasi ikan hidup	41
5.6. Pengawetan dan pengolahan	43
(1) Pendinginan	43
(2) Pembekuan	45
(3) Pengurangan kadar air	45

(4) Fermentasi	47
(5) Produk baru dan pengolahan lain	48
(6) Ekstraksi dan pemanfaatan limbah.....	49
5.7. <i>Sampling</i> , rancangan percobaan, dan analisis statistik.....	50
5.8. Kriteria pengamatan.....	51
6. ANALISIS HASIL	52
6.1. Analisis Anggaran Parsial (Partial Budget Analysis).....	52
6.2. Break Event Point (BEP)	53
6.3. Return of Investment (ROI)	53
6.4. Benefit Cost Ratio (B/C).....	54
DAFTAR PUSTAKA	61

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Berdasarkan SK Mentan No. 798/Kpts/OT/210/12/94 tanggal 13 Desember 1994, telah dibentuk sebelas Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), enam Loka Pengkajian Teknologi Pertanian (LPTP) dan Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPPTP) yang tersebar di 27 propinsi. Tugas BPTP/LPTP/IPPTP adalah melaksanakan kegiatan penelitian komoditas, pengkajian dan perakitan teknologi tepat guna spesifik lokasi.

Dalam melaksanakan penelitian dan pengkajian, BPTP bekerjasama dengan Puslit/Balit Komoditas. Keterkaitan antara kedua lembaga ini tercermin dari pembagian tugas pelaksanaan penelitian. Penelitian ulu, seperti penelitian dasar, penelitian strategis dan atau penelitian pioner yang memerlukan akurasi, presisi, peralatan canggih dan bobot ilmiah sangat tinggi dilakukan oleh Puslit/Balit komoditas. Penelitian semacam ini dimaksudkan untuk menghasilkan komponen teknologi sebagai bahan dalam penelitian adaptif maupun penelitian SUT.

Sedangkan penelitian ilir, seperti penelitian terapan di kebun/kolam percobaan, penelitian adaptif di lahan/kolam petani, penelitian sistem usahatani, dan penelitian serta pengkajian lainnya dilakukan oleh BPTP. Namun dalam pelaksanaannya masih memerlukan dukungan peneliti dari Puslit/Balit komoditas mengingat keterbatasan tenaga peneliti di beberapa BPTP.

Sejak terbentuknya BPTP, pihak Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian (PSE) maupun Badan Litbang Pertanian telah menerbitkan buku-buku pedoman penelitian dan pengkajian untuk digunakan di BPTP. Dalam hal ini termasuk “Bahan Penyusunan Program Pengkajian Teknologi Pertanian”, Inventarisasi Hasil Penelitian Siap Uji Coba, dan lain-lain. Dalam kenyataannya pada beberapa BPTP untuk menyusun program penelitian/pengkajian masih mengalami hambatan, terutama ketersediaan/kemampuan sumber daya manusia yang masih terbatas.

Dalam rangka pembinaan peneliti BPTP maka perlu disusun buku pedoman dalam menyusun program maupun pelaksanaan pengkajian komoditas perikanan.

1.2. Struktur perikanan

Dalam perikanan di Indonesia terbagi secara ekologis dalam beberapa area yaitu: perikanan laut, perikanan air tawar dan perikanan pantai.

Perikanan laut: kegiatan utama adalah penangkapan (*hunting*) untuk memanfaatkan sumberdaya hayati laut. Untuk menjaga kelestarian sumberdaya hayati, diperlukan pengelolaan perikanan.

Perikanan air tawar: terdiri dari kegiatan, yaitu kegiatan budidaya dan penangkapan ikan di perairan umum (DAS, danau dan waduk). Untuk perairan umum diperlukan juga studi pengelolaan sumberdaya hayati.

Perikanan pantai: kegiatannya terutama dalam menangani budidaya laut (*mariculture*) dan budidaya di tambak (air payau).

Kegiatan lain yang mencakup semua kegiatan perikanan adalah penelitian/pengkajian pascapanen. Untuk selanjutnya pembahasan dikelompokkan dalam pengelolaan sumberdaya perairan umum dan laut, penangkapan, budidaya (air tawar, payau, laut dan keramba jaring apung/KJA) serta pascapanen.

2. SUMBERDAYA PERIKANAN

2.1. Perairan Umum

Pengertian perairan umum adalah bagian dari permukaan bumi yang secara permanen atau berkala digenangi air, baik air tawar, air payau maupun air laut; mulai dari garis pasang surut laut terendah ke arah daratan dan badan air tersebut terbentuk secara alami atau buatan. Perairan umum tidak dimiliki oleh perorangan dan mempunyai fungsi politik, ekonomi, sosial, budaya, pertahanan-keamanan dan digunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran masyarakat. Yang termasuk dalam perairan umum adalah sungai (DAS), danau, waduk, goba dan genangan air lainnya.

Dalam arti luas kebijaksanaan perikanan di Indonesia sebagian besar diarahkan pada regulasi teknik dalam kegiatan perikanan dan dalam perbaikan stock (*stock enhancement*). Tanggung jawab pemerintah terhadap perairan umum dibagi diberbagai tingkat. Pemerintah pusat mempunyai tugas yang meliputi: (1) regulasi, (2) penelitian, dan (3) pelayanan jasa, akan tetapi pelaksanaannya sering tergantung dari pemerintah daerah propinsi maupun kabupaten. Dinas perikanan menghadapi tugas harian untuk menerapkan peraturan-peraturan serta memberikan informasi serta pelayanan. Tanggung jawab utama pemerintah pusat di antara sekian banyak hal-hal yang berhubungan dengan perikanan perairan umum adalah pelarangan alat-alat penangkapan ikan yang merusak (aliran listrik, peledak), peraturan ukuran mata jaring minimum dan ukuran minimum ikan yang ditangkap serta pembuatan daerah-daerah reservat. Hal-hal tersebut dapat lebih diperinci secara khusus dan didukung oleh peraturan yang diterbitkan oleh Pemerintah Daerah (Dinas Perikanan) dan yang mencerminkan kebutuhan nelayan setempat. Disamping itu terdapat program penebaran ikan (*restocking*) di perairan umum. Semuanya ini dipandang sebagai upaya defensif untuk mempertahankan hasil perikanan perairan umum, yang nampaknya tidak ada prospek untuk meningkatkan hasil tangkapan yang lebih tinggi.

Tanpa pengelolaan yang baik, meningkatnya pembangunan nasional yang cepat seperti yang berlangsung sekarang dapat mengarah kepada berbagai masalah pada upaya perikanan dan masyarakat yang tergantung padanya.

2.1.1 Lebih tangkap (*over fishing*) dan mutu lingkungan

Lebih tangkap pada suatu perairan dapat terjadi karena permintaan akan ikan yang meningkat dengan bertambahnya penduduk, pendapatan dan membaiknya komunikasi. Hal ini biasanya merupakan masalah bagi nelayan dan pengelola perikanan. Pemanfaatan yang berlebihan akan berpengaruh terhadap komposisi jenis ikan, hal ini jelas membawa dampak terhadap keragaman jenis ikan di perairan umum.

Penurunan mutu lingkungan perairan dapat diakibatkan oleh pencemaran dan pengendapan serta persaingan penggunaan perairan lainnya. Pencemaran dipandang sebagai masalah yang berkaitan khususnya dengan intensifikasi pertanian serta perpindahan penduduk ke daerah pemukiman yang kurang padat. Apabila reaksi terhadap masalah lebih tangkap yang dihadapi juga berbentuk introduksi jenis ikan serta budidaya, maka kedua hal tersebut mungkin juga akan menjadi penyebab kerusakan lingkungan.

2.1.2 Petunjuk pengkajian

Menyajikan hal-hal utama yang diyakini harus diperhitungkan dalam pembuatan kebijakan dan pengelolaan perairan umum, terutama dalam mengidentifikasi pilihan kebijakan yang realistis dan cara pengelolaan yang tepat untuk perikanan tangkap di perairan umum.

Kebijakan adalah kumpulan ketetapan yang menentukan arah dan tujuan secara umum dari instansi pemerintah dalam hubungannya dengan perikanan perairan umum. Kebijakan ini menyediakan lingkup dalam mana ketetapan-ketetapan yang lebih rinci tentang organisasi, alokasi sumber daya, cara pelaksanaan tersebut harus dibuat.

Cara-cara pengelolaan adalah seperangkat peraturan-peraturan dan prosedur pelaksanaan yang ditetapkan untuk mengatur perikanan, sehingga tujuan kebijakan dipastikan dapat dicapai.

2.1.3 Penggolongan kebijakan

Secara umum dapat diidentifikasi dua golongan tujuan kebijakan untuk perikanan umum, yaitu sosial dan biologis. Kebanyakan kebijakan di bidang perikanan tangkap di perairan umum mengandung elemen dari masing-masing golongan tujuan kebijakan di atas. Sebagai contoh, suatu kebijakan mungkin ingin meningkatkan produktifitas perikanan (tujuan biologis) dan juga mempunyai komitmen untuk meningkatkan pendapatan rumah tangga perikanan (tujuan sosial).

Tabel berikut menyajikan gambaran tentang penggolongan dari berbagai tujuan kebijakan.

Dimensi sosial dan biologis dari kebijakan perikanan perairan umum.

Sosial	Biologis
<ul style="list-style-type: none">▪ Memaksimalkan kontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi nasional.▪ Meningkatkan kesempatan kerja di bidang perikanan.▪ Meningkatkan pendapatan rumah tangga perikanan▪ Membantu rumah tangga perikanan yang miskin/tidak mampu.▪ Menggiatkan pembangunan masyarakat perikanan.▪ Menciptakan pengawasan setempat terhadap sumber daya alam.	<ul style="list-style-type: none">▪ Meningkatkan produksi perikanan secara fisik.▪ Mengupayakan perikanan berkelanjutan secara biologis.▪ Mengubah komoditi jenis ikan guna peningkatan mutu perikanan.▪ Melestarikan jenis-jenis ikan tertentu.▪ Meningkatkan mutu jenis-jenis ikan yang ada.▪ Mempertahankan biodiversiti.

Pada situasi di mana terjadi suatu ketidaksamaan yang mencolok akan akses perikanan, melalui suatu distribusi jenis alat tangkap yang tidak merata bukan tidak mungkin tercapai suatu peningkatan produksi perikanan dan sekaligus meningkatkan

posisi (jumlah) rumah tangga perikanan yang paling miskin secara bersamaan. Benturan berbagai tujuan seperti ini biasanya diakibatkan oleh tidak adanya efisiensi kebijakan dan hal-hal tersebut perlu diidentifikasi dan ditargetkan menjadi suatu hal khusus untuk dikaji.

2.1.4 Keberlanjutan/kelestarian

Untuk lebih mengerti dengan jelas keterkaitan antara tujuan kebijakan tersebut di atas secara sosial dan biologis ini, motivasi dibalik keinginan untuk mempertahankan keberlanjutan/kelestarian dalam perikanan tangkap perlu diteliti. Mengapa keberlanjutan perikanan ingin dicapai ? Apakah untuk mempertahankan jenis-jenis ikan atau habitat tertentu (secara biologis), atautah untuk mempertahankan keberadaan suatu masyarakat dan pola hidupnya yang merupakan unsur-unsur penting dari suatu masyarakat.

Tidak ada satu pertanyaan pun yang memadai untuk memperoleh pengertian lebih jelas tentang apa yang dimaksud dengan keberlanjutan, pertanyaan harus diubah dari: mengapa menginginkan perikanan yang berkelanjutan ? Menjadi perikanan yang berkelanjutan untuk siapa ?. Jawaban yang mungkin ada termasuk penduduk negara, konsumen produk perikanan, rumah tangga atau sebagian rumah tangga yang memanfaatkan sumber daya perikanan. Bagi setiap kelompok ini kita mungkin ingin memperhitungkan pula hubungan antara kebutuhan generasi sekarang dan generasi penerus. Identifikasi lebih tepat tentang untuk siapa sumber daya ingin dipertahankan agar berkelanjutan, akan memberikan gambar lebih jelas tentang kemungkinan *trade off* antara kepentingan berbagai kelompok yang berbeda, yang mungkin harus diterima untuk suatu posisi kebijakan yang ditetapkan.

2.1.5 Metode pengkajian

Kebijakan perikanan terdiri dari kedua dimensi sosial dan budaya, sehingga pengkajian yang menyeluruh akan kebijakan dan cara-cara pengelolaan memerlukan masukan-masukan dari ilmu biologi dan sosial. Sementara sangat penting bagi suatu kebijakan perikanan untuk berpijak pada suatu pengkajian biologi yang tepat terhadap sumber daya, kebijakan yang realistis harus pula terdiri atas pengkajian aspek-aspek sosial yang terkait pada usaha perikanan.

Ilmu sosial mengidentifikasi tiga bidang yang harus dimengerti karena mempunyai pengaruh vital terhadap rumah tangga perikanan dalam menetapkan bagaimana cara mereka mengeksplorasi sumber daya. Ketiga hal itu adalah pemerintah, masyarakat dan pasar.

2.1.6 Pengkajian biologi

Pendekatan terhadap pengkajian yang lebih maju sekarang tidaklah mengganti pengkajian biologis, melainkan memandangnya sebagai dasar pijakan yang penting yang harus dimengerti dalam hubungannya dengan unsur-unsur lain dari ekologi sosial di mana rumah tangga perikanan berada. Sementara pengertian tentang biologi perikanan akan memberikan informasi tentang interaksi antara dimensi sosial dan biologis yang esensial bagi pembuatan kebijakan yang efektif, pemahaman tentang interaksi antara dimensi biologi dan sosial dari perikanan yang akan mengidentifikasi pilihan kebijakan mana yang paling realistik.

Perubahan hasil penangkapan tahunan mungkin terjadi karena sebab tertentu, ataupun secara sistematis. Apabila dianggap adanya kemunduran hasil secara sistematis, maka pilihan kebijakan akan tergantung dari bagaimana kemunduran itu terjadi. Terdapat dua alasan umum mengapa hasil perikanan merosot, yaitu karena penurunan kualitas lingkungan atau lebih tangkap. Bentuk umum perubahan lingkungan yang mempunyai dampak terhadap perikanan meliputi:

- *Penebangan hutan di hulu* yang mengakibatkan banjir, pengendapan lumpur, keasaman air.
- *Polusi*, dari upaya pertanian atau dari daerah industri atau pemukiman yang mempengaruhi kualitas air.
- *Penyadapan air* bagi kepentingan pertanian domestik dan industri.
- *Upaya penanggulangan banjir*, di mana prasarana dapat menurunkan luasan daerah banjir, tapi juga merusak pola migrasi ikan.

Pengalaman memperlihatkan bahwa perubahan lingkungan sulit dikembalikan. Bila alasan-alasan penurunan kualitas lingkungan masih terjadi dan upaya rehabilitasi

tidak dimungkinkan, maka upaya yang perlu dilakukan adalah membantu nelayan agar meninggalkan usaha perikananannya.

Tingginya upaya penangkapan di perairan umum dapat menimbulkan lebih tangkap, hal ini secara biologis adalah merupakan halangan utama dalam pengembangan perikanan perairan umum. Kebijakan yang umum berlaku menyebutkan bahwa ada hubungan antara upaya penangkapan dan hasil tangkap yang digunakan untuk mendefinisikan produksi maksimum lestari. (*Maximum Sustainable Yield = MSY*). Dalam biologi perikanan, digambarkan sebagai kurva *Schaefer*, dimana untuk setiap bidang perikanan terdapat suatu tingkat upaya penangkapan yang akan menghasilkan suatu tingkat produksi maksimum lestari (MSY). Bila hasilnya merosot umumnya dianggap telah terjadi lebih tangkap. Kesimpulan kebijakannya adalah mengeluarkan peraturan penangkapan agar tingkat upaya penangkapan dapat kembali ke titik MSY. Penelitian/pengkajian sosial ekonomi bisa menggunakan model “Penelitian/Pengkajian Sosial Ekonomi Pertanian”.

2.1.7 Data dan model perikanan perairan umum

Agar dapat diperoleh gambaran yang jelas, berbagai jenis data perlu dikumpulkan dalam identifikasi kebijakan yang tepat bagi perikanan perairan umum. Data kunci ini meliputi: data hasil tangkap, upaya penangkapan, data komposisi hasil tangkap dan data sebaran frekuensi panjang.

Data hasil tangkapan-upaya penangkapan mengungkapkan informasi tentang hubungan antara keduanya. Melalui sejumlah *sample* yang meliputi berbagai jenis alat tangkap akan memberikan suatu gambaran tentang seberapa jauh alat tangkap ini bersifat selektif terhadap jenis-jenis ikan tertentu. Data ini perlu dikumpulkan secara berkala (bulanan), guna memberikan suatu gambaran cara terjadinya perubahan dibidang perikanan sepanjang tahun.

Data komposisi hasil tangkapan dapat diperoleh dalam hubungannya dengan data hasil tangkapan-upaya penangkapan. Data dikumpulkan secara berkala akan dapat menggambarkan komposisi hasil tangkapan secara umum dari masing-masing alat tangkap dari berbagai waktu dalam satu tahun. Data harus dianalisa hati-hati dalam

hubungannya dengan fluktuasi kondisi lingkungan yang terjadi antara tahun ke tahun serta perubahan lingkungan yang sistematis.

Data frekuensi panjang penting untuk memperkenalkan faktor menentukan karakteristik biologis berbagai jenis ikan. Dengan penangkapan *sample* secara teratur (setiap 1-2 bulan), guna mengukur berbagai jenis ikan, kita dapat menggambarkan derajat pertumbuhan jenis-jenis tersebut dan memperkirakan/menaksir derajat mortalitas totalnya. Pengertian akan parameter ini adalah sangat penting apabila kita ingin memahami pengaruh eksploitasi manusia terhadap perikanan.

Di samping hal tersebut di atas, data yang diambil secara teratur tentang kualitas air dan tinggi permukaan air juga bermanfaat. Pengamatan antropologis dari peraturan dan kesepakatan masyarakat tentang alat tangkap apa serta kapan dan dimana alat tersebut dapat digunakan serta satuan yang menimbulkan konflik antar penggunaan berbagai alat, juga dapat memberikan suatu wawasan tentang cara kerja perikanan secara rinci.

2.1.8 Pola pengelolaan reservat

Untuk mengatasi bahaya kepunahan ikan yang tidak terduga dan melindungi jenis ikan langka harus disediakan daerah perlindungan (reservat) dan dikembangkan sistem cagar alam perikanan. Pada reservat semua kegiatan penangkapan harus dilarang. Reservat tersebut merupakan perairan tempat perkisaran anak ikan dan tempat pemijahan.

Reservat dapat merupakan perairan alami atau buatan yang terpilih setelah dilakukan penelitian dan pengujian yang seksama akan kesesuaiannya.

Kawasan reservat harus dipantau dan diawasi sehingga dapat melengkapi data dasar yang dapat digunakan untuk mengevaluasi stok ikan di wilayah perairan yang kena pengaruh penangkapan dan keadaan stok ikan di reservat dan pada wilayah yang ikannya tidak ditangkap.

Strategi pengembangan perikanan di suatu perairan umum harus mempertimbangkan pengalokasian sebagian wilayah untuk reservat dengan tujuan utama

menggantikan peremajaan dan agar dapat membandingkan stok ikan alami dan stok ikan yang dieksploitasi.

Contoh pola pengelolaan reservat sumber daya perikanan perairan umum sebagai berikut:

A. TUJUAN:

Meningkatkan produktivitas reservat untuk produksi ikan perairan umum.

B. KELUARAN:

Dihasilkan produksi benih ikan secara alami dari reservat sumber daya perikanan.

C. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Calon induk ikan sepat, baung, biawan, puyau, pepuyu, masing-masing sebanyak 100 kg.
- Beberapa alat tangkap ikan dan alat ukur kualitas air.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Dipilih satu atau dua reservat yang telah ditetapkan berdasarkan Perda setempat sebagai reservat sumber daya perikanan.
- Lingkungan reservat dibersihkan dari tumbuhan air yang terlalu padat. Saluran penghubung ke reservat dibuat sehingga air dapat keluar masuk dengan baik. Di daerah reservat dibatasi dengan pagar sehingga tidak ada lalu lintas perahu dari dan ke dalam reservat.

b. Pengujian:

- Variasi pembersihan tumbuhan air dibuat agar tumbuhan air tersisa sebanyak 1%, 3% dan 5% dari luas reservat.
- Penebaran ikan calon induk dilakukan menjelang perairan reservat naik/permulaan musim hujan.
- Komposisi dan kepadatan ikan di reservat sebelum dan sesudah pengelolaan.

c. Pengamatan:

- Pemijahan alami ikan ditebarkan yang ditebarkan dan produksi benih alami melalui *sampling* penangkapan. *Sampling* tangkapan dilakukan sebelum reservat dilakukan perbaikan dan sesudah perbaikan (pengelolaan).
- Monitoring, fluktuasi air dan kualitas fisik-kimiawi air serta pertumbuhan populasi tumbuhan air.

2.2. Perikanan laut

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri lebih dari 17 ribu pulau, 82 ribu km panjang pantai dan luas perairan sekitar 7,7 juta km². Sebagian besar perairan terdiri dari perairan nusantara, laut teritorial dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) Indonesia seluas 5,8 juta km².

Sumber daya hayati laut meliputi ikan pelagis kecil, cakalang dan tuna, ikan-ikan demersal dan krustasea serta jenis invertebrata. Penyebaran ikan pelagis kecil hampir di seluruh perairan yang dekat ke pantai, sedangkan cakalang dan tuna merupakan penghuni samudera (berbatasan dengan Samudera Pasifik maupun India). Penyebaran udang (jerbung, dogol, windu) terutama di perairan Arafuru dan di beberapa perairan pantai

yang terpengaruh daratan. Kekekangan tersebar pada umumnya di perairan karang (coral reef) dan perairan pantai lainnya, terutama di Indonesia Bagian Timur.

Status perikanan Indonesia bervariasi tergantung dari wilayah perairan dan penyebaran penduduk. Hampir semua sumber daya ikan di perairan pantai Timur Sumatera, Utara Jawa, Teluk Cilacap dan Selat Bali telah secara intensif diusahakan. Sebaliknya sumber daya perikanan di perairan lainnya belum diusahakan secara optimal. Oleh karena itu kegiatan yang berkaitan dengan pendugaan stok ikan (*stock assessment*) berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Kegiatan perikanan laut terutama adalah meng- “eksploitasi” suatu perairan untuk dimanfaatkan sumber daya ikannya melalui penangkapan dengan alat tertentu. Untuk menghindari terkurasnya sumber daya ikan, diperlukan pengelolaan perairan dengan metode dan data yang sesuai.

Pengertian *stock assessment* secara umum meliputi pendugaan jumlah atau kelimpahan sumber daya, tingkatan angka (*rate*) perubahan karena penangkapan atau sebab lain dan adanya beberapa saran pada tingkatan mana sumber daya bisa dieksploitasi dengan stok bisa memperbaharui diri pada periode jangka panjang. Ada 3 jenis data yang digunakan untuk keperluan pendugaan stok, yaitu statistik perikanan (hasil penangkapan dan upaya), data hasil survei dan kajian biologi. Statistik perikanan diperoleh dari perusahaan perikanan, data hasil survei menggunakan kapal penelitian dan data biologi diperoleh baik dari kapal penangkapan maupun kapal penelitian.

2.2.1. Database perikanan

Sebagai negara kepulauan, terdapat ribuan perkampungan nelayan sepanjang pantai, masing-masing dengan sejumlah perahu/kapal penangkapan dan juga alat tangkap tradisional tanpa menggunakan perahu/kapal. Akibatnya, pengumpulan data hasil penangkapan dan upaya (jumlah kapal) sulit dilakukan.

Analisis pendugaan stok diambil dari beberapa sumber informasi untuk menduga kelimpahan sumber daya dan kecenderungan perubahan populasi. Pada dasarnya informasi diperoleh dari kapal penangkapan (komersial), misalnya jumlah hasil tangkapan dan karakteristik biologi (panjang, sex dan kematangan gonad), dan hasil

tangkapan per unitnya (*catch per unit effort* = CPUE) adalah merupakan data dasar untuk pengkajian stok.

2.2.2. Statistik perikanan

Database yang diperlukan untuk pengkajian stok, yang pertama diperoleh sebagai data penangkapan atau pendaratan ikan, data biologi dan jumlah kapal yang beroperasi. Sedangkan kategori yang lain terdiri dari data yang diperoleh kapal penelitian yang dirancang mengestimasi karakterisasi dari stok.

Data pendaratan ikan

Dengan jumlah jenis ikan yang banyak dan campuran jenis ikan kecil-kecil, dialami adanya kesulitan dalam menyusun statistik perikanan. Untuk menanggulangi hal tersebut ialah dengan mengelompokkan ikan-ikan kecil dalam kelompok ikan lain-lain. Pengumpulan data statistik perikanan biasanya melalui tingkat Kabupaten/Kota Madya Daerah Tk.II, diteruskan ke Dinas Perikanan Tk.I dan Direktorat Jenderal Perikanan. Biasanya tiap tahun masing-masing tingkatan akan mengeluarkan buku statistik perikanan. Statistik perikanan berisi hasil tangkapan per jenis ikan utama di suatu pantai pendaratan ikan masing-masing propinsi untuk tiap alat penangkapan (Tingkat Nasional).

Upaya penangkapan: Dengan jumlah informasi yang sangat banyak, telah dikumpulkan oleh staf perikanan Daerah Tingkat II/Propinsi berupa jumlah kapal penangkapan, jumlah berbagai alat penangkapan dan ukurannya. Dengan keadaan letak kepulauan Indonesia yang tersebar luas, pengumpulan data statistik mengalami permasalahan tersendiri, ditambah dengan kualitas sumber daya manusia yang masih rendah dan dana yang terbatas.

Sejak tahun 1973, data tahunan tentang hasil tangkapan (kg) per alat tangkap (28 jenis alat) untuk masing-masing propinsi sudah bisa diperoleh dari buku Statistik Perikanan Indonesia yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian.

Data hasil kapal penelitian

Survei dengan alat *trawl* sering dilakukan secara sistematis untuk mengkaji sumber daya perikanan demersal terutama di Laut Jawa, Laut Cina Selatan dan Selat Malaka. Tiap stasion, hasil penangkapan disortir, ditimbang dan identifikasi jenis ikannya. Telah diketahui sekitar 118 spesies dan 30 grup spesies, ditambah 8 grup invertebrata dan *trash fish*. Jumlah *trash fish* sekitar 3-4% dari total hasil tangkapan *trawl*. Data lainnya yang dikumpulkan dari stasion penangkapan adalah aspek biologi ikan (panjang, berat, kematangan gorad, otolith dan sebagainya) dan parameter oseanografi.

Survei akustik dilakukan terutama diperairan laut dalam, seperti di Samudera India, Laut Cina Selatan, Laut Sulawesi. Tujuan survei untuk mengkaji distribusi ikan pelagis dan kelimpahannya, serta perubahan-perubahan sumber daya dari musim ke musim.

Penandaan ikan (*tagging/marking*), dengan cara melekatkan tanda (*tags*) pada bagian badan/sirip kemudian ikan dilepas lagi ke laut. Dari data ikan yang tertangkap kembali akan diketahui tentang parameter stok ikan: migrasi, mortalitas (total, alam dan penangkapan) pertumbuhan dan tingkat eksploitasi stok.

2.2.3. Teknik dan metode pendugaan stok

Pengkajian stok banyak menggunakan beberapa perhitungan statistik dan matematik untuk memprediksi secara kuantitatif tentang perubahan populasi ikan dan menentukan alternatif pilihan manajemen perikanan.

Teknik pendugaan stok

Pengkajian stok terdiri 4 tahapan: (1) pendugaan karakteristik stok (pertumbuhan, mortalitas alam dan karena penangkapan serta potensi reproduksi), (2) pendugaan kelimpahan ikan di laut, (3) hubungan antara upaya (*effort*) dan mortalitas penangkapan dan (4) pendugaan produksi untuk jangka pendek dan jangka panjang berupa skenario penangkapan atas dasar kelimpahan dan karakteristik stok masa sekarang.

Metode pendugaan stok

Metode berbasis panjang ikan. Khusus masalah di daerah tropis, adalah kesulitan dalam menentukan umur ikan secara tepat. Metode dengan berbasis panjang ikan dalam penelitian perikanan untuk pendugaan stok semakin dikembangkan dan diperbaharui.

FISAT (FAO-ICLARM = *Stock Assessment Tool*) merupakan perangkat lunak yang dikembangkan dari paket ELEFAN (*Electronic Length Frequency Analysis*) dan LFSA (*Length-based Fish Stock Assessment*) dijadikan paket standar metode yang didasarkan pada panjang. Keluaran dari program FISAT adalah:

- Perkiraan parameter pertumbuhan dari ukuran panjang ikan, pertumbuhan tumbuh dan frekuensi panjang.
- Perkiraan mortalitas dan parameter yang terkait.
- Identifikasi rekrutmen musiman.
- Penghitungan rekrutmen dengan menggunakan *virtual population analysis* (VPA).
- Prediksi dari produksi dan biomas per rekrut (Y/R; B/R) dari model Beverton dan Holt (1957) dan Thompson dan Bell (1934) untuk *single* atau multi spesies.

Metode produksi surplus. Dari pandangan seorang biolog strategi yang benar adalah cukup dengan memperhitungkan *Maximum Sustainable Yield* (MSY) = Produksi Maksimum Lestari. Manager perikanan sekarang telah mempertimbangkan lebih menyeluruh dari aspek biologi, ekonomi dan sosial dalam memprediksi strategi penangkapan optimal bagi usaha perikanan.

Model prediksi surplus biasanya menggunakan model Schaefer (1954) dan Fox (1970). Data yang diperlukan untuk menghitung MSY adalah data penangkapan dan upaya (*effort*).

Metode tak langsung. Terdapat beberapa pendekatan untuk pendugaan sumber daya perikanan secara tidak langsung. Diantaranya adalah pendugaan produksi ikan dari produksi primer, kelimpahan zooplankton, survei telur dan larva ikan dan pengujian kandungan perut ikan pada tingkat *trophic* tinggi.

Dari uraian tersebut di atas, bisa disimpulkan apa tugas ahli perikanan dalam menjawab beberapa pertanyaan berikut:

- ❖ Bagaimana keadaan hasil penangkapan sekarang sebagai gambaran potensi hasil penangkapan yang maksimum.
- ❖ Bagaimana keadaan tingkat penangkapan dan apa yang terjadi bila eksploitasi ditingkatkan.
- ❖ Berapa armada kapal yang diperlukan untuk operasi penangkapan pada level yang optimal.
- ❖ Bagaimana pengaruhnya terhadap stok dan hasil tangkapan bila ada perubahan ukuran mata jaring (*mesh size*), atau pengaruh terhadap ukuran minimum ikan yang tertangkap.

3. PENANGKAPAN

3.1. Alat tangkap

Banyak jenis alat tangkap ikan digunakan di Indonesia, tergantung jenis ikan yang akan ditangkap dan kondisi perairan di mana penangkapan dilakukan. Alat tangkap ikan kadang-kadang spesifik menurut daerah penangkapan. Secara garis besar, alat tangkap ikan dapat dikelompokkan menjadi:

- ❖ Alat tangkap tusuk (*impaling gear*); adalah alat tangkap yang menusuk atau melukai badan ikan seperti tombak, harpun, panah, senapan, ganco, dan sejenisnya. Alat tangkap ini digunakan untuk ikan berukuran besar dan yang berada di dekat permukaan air, atau untuk perairan dangkal.

- ❖ Alat tangkap pancing (*hook and line gear*); adalah alat tangkap yang menggunakan pancing seperti *hand line*, *long line*, *huhate*, atau sejenisnya. Alat tangkap ini umumnya digunakan untuk menangkap ikan pelagis (yang berada di permukaan).
- ❖ Alat tangkap perangkap (*trapping gear*); adalah alat tangkap yang didesain agar ikan mengarah masuk dan terperangkap di dalamnya tanpa dapat keluar lagi. Berbagai macam jenis bubu termasuk ke dalam kelompok alat tangkap ini. Alat tangkap ini digunakan untuk ikan yang berada di dasar (demersal).
- ❖ Alat tangkap penyangkut (*entangling gear*), adalah alat tangkap berupa jaring yang berfungsi menahan ikan yang melewatinya sehingga ikan tersangkut dan tidak dapat terlepas lagi, seperti jaring insang (*gill net*) yang berjaring tunggal, *trammel net*, yang berjaring ganda, atau jaring hanyut (*drift net*).
- ❖ Alat tangkap lingkaran (*encircling gear*), adalah alat tangkap berupa jaring yang digunakan dengan cara dilingkarkan, seperti pukatan pantai (*beach seine*), pukatan kantong (*purse seine*), lampara, atau sejenisnya.
- ❖ Alat tangkap tarik (*towed gear*); adalah jaring yang penggunaannya dengan cara ditarik oleh satu atau dua kapal di dalam air. Kecepatan penarikan tergantung jenis ikan yang akan ditangkap. Termasuk ke dalam kelompok ini adalah *trawl*, baik yang digunakan untuk ikan dasar (biasanya udang) atau ikan permukaan.
- ❖ Alat tangkap angkat (*lifting gear*); adalah jaring dengan desain terbuka di permukaan dan menangkap ikan dengan cara mengangkat jaring tersebut ke permukaan air. Contoh alat tangkap ini adalah bagan.

3.2. Rancangan percobaan dan pengamatan

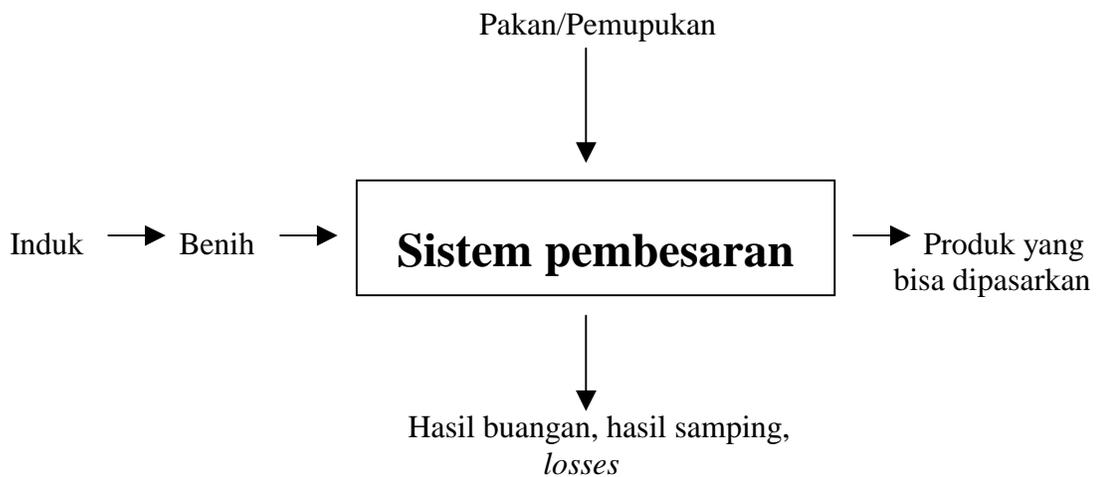
Adalah sangat sulit untuk membuat rancangan percobaan menurut kaidah statistik seperti yang umum digunakan karena kegiatan yang sifatnya memanfaatkan apa yang ada di alam, dan seringkali dihambat kendala berupa keterbatasan jumlah kapal dan jumlah alat tangkap dengan jenis dan ukuran yang sama, seperti yang disyaratkan dalam perhitungan statistik. Digunakannya ulangan dalam jumlah kapal, bila memungkinkan, adalah sangat baik, tetapi bila tidak, ulangan cukup dengan jumlah penangkapan dalam suatu periode waktu tertentu. Adapun kriteria pengamatan adalah komposisi jenis ikan

yang tertangkap, jumlah tangkapan per jenis per upaya penangkapan (*cpue: catch per unit effort*), dan ukuran ikan (bobot/ekor) per jenis (dalam kisaran), serta nilai jual (nilai ekonomis) setiap jenis ikan yang ditangkap.

4. AKUAKULTUR

4.1. Pengertian dan ruang lingkup

Dari pandangan aspek biologi, akuakultur bisa diartikan sebagai upaya manusia, melalui masukan tenaga kerja dan energi, untuk meningkatkan produksi hewan air ekonomis penting dengan memanipulasi laju pertumbuhan, mortalitas dan reproduksi. Disini jelas bahwa akuakultur seperti halnya agronomi, pada prinsipnya dan banyak masalah yang hampir sama, dengan ciri khas karena akuakultur menggunakan media air.



Gambar 1. Diagram basis sistem akuakultur, hubungan dengan masukan dan keluaran bahan organik

Dasar sistem akuakultur bisa dilihat pada gambar 1. Selain istilah akuakultur, ada lagi istilah-istilah yang biasa digunakan seperti *fish farming*, *fish husbandry*, *aquafarming*, *fish culture*, *fish cultivation*, *mariculture* yang satu sama lain hampir sama pengertiannya.

Sebagian besar kegiatan akuakultur secara langsung seperti untuk menyediakan konsumsi manusia. Kegiatan yang secara tidak langsung adalah untuk keperluan pakan ternak, umpan maupun olah raga (*fishing games*). Akuakultur juga termasuk kegiatan lainnya seperti budidaya tiram mutiara, ikan hias dan *grass carp* untuk *biological control*.

Hasil survei terakhir memberikan rekomendasi jenis-jenis untuk dibudidayakan antara lain lebih dari 314 spesies ikan, 74 *krustasea*, 69 moluska, 43 *algae*, 12 *sponges*, 9 *amphibia*, 4 reptile, 3 *rotifer*, 2 *annelid*, 2 mammal dan 1 spesies *echinodermata*.

Tipe akuakultur yang paling sederhana biasa disebut *extensive*, *semi-cultur* atau sistem terbuka, misalnya transplantasi tiram/kerang ke suatu perairan tertentu. Sebaliknya sistem intensive, *close system* meliputi pengontrolan secara sempurna terhadap organisme dan lingkungannya. Istilah intensive diartikan kepadatan dan produksi tinggi per satuan unit area dibandingkan dengan keadaan di alam.

4.2. Pemilihan sistem budidaya

4.2.1. Seleksi jenis ikan

Faktor-faktor yang diperlukan dalam memilih jenis ikan yang akan dibudidayakan antara lain : kegunaan, jumlah permintaan pasar, kemungkinan pengembangan, potensi penjualan, persaingan, distribusi, faktor budidaya dan umur panen. Gabungan dari faktor-faktor ini dapat menunjukkan profil ikan yang sesungguhnya dan akan diketahui kelemahan atau kekuatan yang menonjol bila memproduksi ikan tersebut. Jenis ikan ekonomis penting yang dibudidayakan adalah sebagai berikut :

Tawar : Gurame, lele, ikan mas, nila merah, nila GIFT, tawes, karper, nilem, betok, jelawat, patin, belut.

Payau : Udang windu, bandeng, belanak, udang galah, kakap, kerapu, nila, kepiting bakau, rumput laut (*Gracillaria*)

Laut : Jenis-jenis ikan kerapu, kakap, teripang, tiram, kerang hijau, tiram mutiara, bandeng, rumput laut.

4.2.2. Pemilihan lokasi

Pemilihan lokasi sangat menentukan keberhasilan usaha budidaya komoditas perikanan, untuk itu perlu dipertimbangkan faktor yang sangat terkait, misalnya faktor teknis, biologis dan sosial ekonomis termasuk tata ruang.

1) Budidaya air tawar

Keberhasilan usaha perikanan air tawar banyak ditentukan oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan tersebut antara lain tanah dan air.

a). Tanah

Jenis tanah liat atau lempung sangat baik untuk pembuatan kolam. Jenis tanah lain yang dapat dipakai: tanah beranjangan atau terapan dengan kandungan liat sekitar 30%. Kedua jenis tanah tersebut dapat menahan massa air yang besar dan tidak bocor sehingga dapat dibuat pematang yang kuat dan kokoh.

Kemiringan tanah yang dianggap baik untuk lokasi kolam berkisar antara 3-5%. Ini berarti dalam setiap 100 meter panjang pekarangan, perbedaan tingginya sekitar 3-5 m. Untuk mencari lokasi kolam dengan kemiringan tersebut sangat sulit sehingga kemiringan tanah 1% masih dianggap baik dan cocok untuk dibuat kolam.

b). Air

Sumber air bisa berasal dari air sungai, air hujan, atau air tanah. Air ini harus tersedia dalam jumlah yang cukup . Debit air minimum untuk suatu unit kolam seluas 1 ha adalah 10-15 l/detik.

Mutu air juga harus diperhitungkan. Mutu air yang memenuhi syarat sebagai media hidup ikan yaitu sebagai berikut :

- O₂ yang terlarut dalam air dan dianggap paling ideal untuk tumbuh dan berkembangnya ikan dalam kolam 5-6 ppm.
- CO₂ yang terlarut dalam air kurang dari 25 ppm
- Kisaran pH air antara 6,7 – 8,6

- Suhu air berkisar 25-30° C. Perbedaan suhu siang dan malam tidak lebih dari 5° C
- Air yang terlalu keruh tidak baik untuk kehidupan ikan, karena endapan lumpurnya terlalu tebal dan pekat sehingga dapat mengganggu penglihatan ikan dalam air dan menyebabkan nafsu makan ikan berkurang.
- Air tidak tercemar bahan-bahan kimia beracun dan minyak atau limbah pabrik.
- Semakin banyak dan beragam biota air yang terdapat dalam perairan berarti semakin tinggi tingkat kesuburannya.

2) *Budidaya air payau (tambak)*

Untuk mengusahakan perikanan tambak diperlukan suatu teknik dan ilmu tersendiri yang berhubungan dengan kondisi hidrografi setempat seperti pasang surut, kadar garam, suhu, musim dan kondisi arus dan gelombang.

Mutu air tambak juga berpengaruh langsung terhadap kelangsungan hidup hewan-hewan air yang terdapat dalam tambak tersebut. Untuk itu, mutu air dalam tambak harus memenuhi kriteria mutu air yang sesuai dengan kehidupan jenis ikannya. Contoh kriteria mutu air tambak untuk budidaya udang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria air payau untuk budidaya

Parameter		Kriteria
Fisika	1. Warna	Kehijauan
	2. Kekeruhan	Jernih (sedikit partikel organik)
	3. Suhu	20° - 30° C
	4. Bau	Tidak berbau bahan pencemar
Kimia	1. pH	7-8
	2. Kadar garam	
	Udang windu	10-25%
	Udang putih	20-30%
	3. O ₂ terlarut	3-6 mg/l atau ppm
4. CO ₂	--	
5. H ₂ S	0,1 mg/l	

	6. Nitrat	200 mg NO ₃ – N/l
	7. Nitrit	26 mg NO ₂ – N/l
	8. Amoniak	0,1 mg NH ₃ /l
Biologis	Kandungan plankton	± 5 juta sel/l

Selain kriteria-kriteria di atas, perlu diperhatikan juga mengenai pengaruh lingkungan atau pencemaran. Usahakan menggunakan air tambak yang tidak tercemar oleh bahan-bahan pencemar demi kelangsungan hidup ikan dalam tambak tersebut.

3) Perikanan laut

Untuk membudidayakan ikan laut pengetahuan mengenai kriteria air laut yang cocok untuk kehidupan ikan laut sangat diperlukan. Kriteria air laut untuk budidaya biota laut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria air laut untuk budidaya biota laut

Parameter	Kriteria
Fisika :	
1. Suhu	± 2 ° C variasi alam
2. Warna	< 50 color unit
3. Bau	Alami
4. Kecerahan	Alami
5. Kekeruhan	< 30 JTU
Kimia :	
1. pH	6,5 – 8,5
2. Kadar garam	18-32%
3. Daya hantar listrik	± 10% variasi alami
4. O ₂ terlarut	< 6 mg/l
5. CO ₂ terlarut	< 11 mg/l
6. Nilai permanganat	< 9,0 mg/l
7. N-NH ₃	< 0,30 mg/l
8. P-PO ₄	luwes
9. N-NO ₂	luwes
10. H ₂ S	< 0,01 mg/l
11. Sianida	< 0,01 mg/l
12. Senyawa fenol	< 0,02 mg/l
13. Minyak bumi	< 2 mg/l
14. Pestisida	
- Aldrin	< 0,01 mg/l
- DDT	< 0,02 mg/l
- Dieltrin	< 0,05 mg/l

15. Logam	
- Hg	< 0,003 mg/l
- Pb	< 0,01 mg/l
- Cu	0,01 mg/l

Biologi :
Escherecia coli < 1000

Secara biologis, lokasi sangat menentukan tingkat produktivitas usaha dan keberhasilan panen. Faktor biologis yang dianggap cukup merugikan dan perlu mendapat perhatian adalah:

Hama darat : manusia, berang-berang

Hama air : ular, biawak, ikan buas

Hama udara : burung bangau.

Kompetitor : ikan mujair, udang jembret.

Pertimbangan secara sosial ekonomis juga harus dilihat karena keuntungan maksimal dapat diperoleh bila lokasi yang dipilih mampu menurunkan biaya panen dan transportasi serta meningkatkan akses ke pemasaran.

Lokasi yang dipilih sebaiknya tidak terlalu jauh dari sumber pakan, benih, sarana produksi lainnya serta daerah pemasaran.

4.2.3 Fasilitas pemeliharaan

Fasilitas ini diperlukan dengan tujuan a) memanipulasi stok dan lingkungan, b) melindungi stok jangan sampai lari /keluar, c) melindungi stok dari pengaruh luar seperti predator, kompetitor dan polusi, d) sebagai fasilitas pemeliharaan dan pemanenan.

Tipe tempat pemeliharaan untuk organisme penempel (kekerangan dan rumput laut) biasanya untuk a) pemeliharaan di dasar, b) menempel dibatang/tongkat kayu/bambu/plastik, c) menempel dijaring, d) dimasukkan dalam kantong, e) dimasukkan dalam keranjang, f) secara individual menempel dibarang plastik keras. Untuk jenis kekerangan biasanya digantung pada rakit atau menggunakan tali “*long line*”.

Bentuk fasilitas pemeliharaan untuk ikan dan krustasea biasanya adalah a) tanpa alat (*ranching*), b) kolam tanah, c) saluran beton d) tangki plastik atau *fibreglass*, e)

karamba (*cages*). Penggunaan bahan atau alat untuk pemeliharaan organisme yang dimaksud disesuaikan dengan ketersediaan bahan dilokasi dan harga yang sesuai.

4.3. Penyediaan benih

Benih yang baik sangat penting untuk memperoleh produksi yang tinggi. Benih tersebut harus sudah cukup umur untuk dilepas, ukurannya sudah memenuhi syarat, dan sehat serta persentase kematiannya rendah. Bila mendatangkan benih dari tempat yang jauh, usahakan jangan sampai benih mati akibat cara pangangkutan yang buruk.

4.3.1. Benih alam

Pada umumnya mutu benih alam sangat bervariasi tergantung pada lokasi, musim dan cara penangkapan. Mutu benih biasanya diuji dari kecepatan bergerak akibat rangsangan fisik, misalnya berupa tepukan pada dinding tanki. Contoh, untuk nener yang baik akan berenang melawan arus bila air medianya diaduk memutar. Nener alam diperdagangkan dalam satuan reasi (4.500-5.550 ekor) dan tidak pernah dipersoalkan kemurniannya. Nener alam yang tidak murni biasanya tercampur dengan spesies lain seperti payus atau bandeng lelaki.

Benih alam yang banyak diperjual belikan antara lain benur, ikan krayu, kakap, dan lain-lain. Pada umumnya benih ikan laut masih sulit untuk diproduksi secara massal di *hatchery*.

4.3.2. Benih dari hatchery

Benih *hatchery* mempunyai keunggulan karena kemurniannya dapat dijamin 100%. Tercampur bersih jenis lain sedikit kemungkinannya, kecuali ada faktor kesengajaan dan umur benih bisa diketahui dengan tepat. Yang dimaksud dengan benih *hatchery* terutama untuk benur, nener, kakap dan kerapu. Sedangkan benih ikan air tawar pada umumnya dihasilkan dari Balai Benih Ikan atau tempat perbenihan petani biasa (tradisional).

4.4. Pertumbuhan

Dalam proses pembesaran ikan, petani akan berusaha memaksimumkan pertumbuhan dan sintasan untuk memperoleh hasil yang optimum.

Peranan pakan sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan. Bila pakan yang diberikan hanya seadanya maka pertumbuhan ikan akan lambat.

Kandungan gizi pakan lebih berperan dibanding jumlah yang diberikan. Bila ikan sudah kenyang, pakan yang diberikan akan dibiarkan saja tanpa disentuh. Pakan yang tersisa akan membusuk dan mengeluarkan zat-zat pencemar yang akan meracuni ikan yang dibudidayakan. Oleh karena itu, usahakan pakan sudah mengandung zat-zat makanan yang penting untuk pertumbuhan ikan.

Di dalam air tambak, kolam atau sungai biasanya terdapat pakan alami bagi ikan. Pakan alami ini dalam bentuk plankton, ganggang atau tumbuhan air lainnya. Selain itu sering dijumpai hewan-hewan kecil yang disukai ikan seperti cacing, siput, remis atau jentik-jentik.

Untuk mendorong pertumbuhan pakan alami dapat dilakukan pemupukan. Caranya dengan menggemburkan tanah tambak atau kolam, kemudian digaru dan diberi pupuk. Pupuk yang biasa digunakan adalah gabungan dari pupuk buatan dan pupuk alami. Pupuk alami yang dipakai umumnya kotoran sapi, kambing atau kompos. Pupuk buatan yang diberikan umumnya hanya urea dan TSP.

Selama ini manipulasi pakan bisa meningkatkan pertumbuhan. Faktor lain yang bisa memperbaiki pertumbuhan adalah manipulasi genetika dan manipulasi faktor lingkungan.

4.5. Mengurangi mortalitas

Faktor-faktor abiotik, pakan, predator dan pathogen adalah faktor utama yang mengakibatkan mortalitas. Faktor abiotik termasuk keadaan suhu, salinitas, pH, kandungan gas, logam berat dan bahan kimia lainnya.

Hama yang banyak mengganggu pada akuakultur antara lain bermacam-macam ikan buas/liar, kepiting, burung dan ular. Untuk membasmi hama yang hidup di air, dapat digunakan bahan beracun organik, seperti tepung biji teh yang mengandung racun saponin, akar tuba yang mengandung racun roteron, atau tumbuhan yang mengandung racun nikotin.

Bahan kimia beracun atau pestisida tidak dianjurkan untuk membasmi hama, karena dalam waktu yang cukup lama bahan ini tetap tinggal sebagai residu di dalam kolam.

Beberapa penyakit juga sering menyerang ikan; penyakit antara lain protozoa, bakteri, cendawan atau virus. Penyakit ini sebagian bisa diubah dengan beberapa bahan kimia, tapi ada juga yang susah untuk diterapkan.

4.6. Pengkajian akuakultur

Penelitian dan pengkajian disesuaikan dengan tujuannya seperti penelitian komoditas spesifik lokasi, penelitian terapan, adaptif atau SUT. Pada dasarnya penentuan *plotting* dan rancangan percobaan dibidang akuakultur hampir sama dengan pengkajian tanaman pangan, (lihat modul Metodologi Penelitian dan Pengkajian Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan). Di bawah ini diberikan contoh-contoh pengkajian terapan dan adaptif dibidang akuakultur.

A. PERTUMBUHAN IKAN NILA KOLEKSI DALAM UPAYA PENINGKATAN MUTU POTENSI GENETIKNYA

a. TUJUAN:

Untuk mendapatkan data pertumbuhan ikan nila GIFT, lokal dan Chitralada yang akan digunakan sebagai data “*BASED POPULATION*” sebagai dasar “*Breeding Program*”.

b. KELUARAN:

Dihasilkan data pertumbuhan ikan nila koleksi (GIFT, lokal dan Chitralada).

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Benih ikan nila koleksi, Chitralada, dan lokal ukuran 1-3 cm/ekor.
- Hapa ukuran 1 x 1 x 1 m sebanyak 24 buah.
- Waring ukuran 1 x 1 x 1 m sebanyak 24 buah.
- Jaring ukuran 2 x 2 x 1 m sebanyak 24 buah.
- 4 buah kolam ukuran masing-masing 200 m².
- Rakit keramba ukuran 7,5 x 7,5 m² terbuat dari bambu/hapa berikut drum pelampung.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Dipersiapkan benih ukuran 1-3 cm/ekor sebanyak 5000 ekor untuk pendederan I, benih ukuran 3-5 cm sebanyak 5000 ekor untuk pendederan II, ukuran 8-12 cm sebanyak 6000 ekor untuk pendederan III.
- Padat tebar ikan baik di KJA/kolam pada P I = 100 ekor/m²/hapa, P II = 100 ekor/ m²/waring dan P III = 100 ekor/jaring.
- Untuk P I, P II, P III di kolam, dilakukan dengan wadah hapa, jaring dan waring begitu pula dengan di KJA.
- Pada pendederan di kolam, diperlukan 4 buah kolam, masing-masing kolam diisi 3 buah jaring yang akan diisi ikan nila strain GIFT, lokal dan Chitralada.

- Lama pemeliharaan untuk P I = 2 bulan, P II = 2 bulan dan P III = 2 bulan. Untuk P III sampai mencapai ukuran konsumsi dan induk masing-masing diberi pakan buatan komersial, jumlahnya disesuaikan dengan tahap pemeliharaan 3-5% dari total berat per hari yang diberikan 3 kali per hari.

b. Pengujian:

Yang akan diuji adalah 3 strain ikan nila yaitu GIFT, lokal dan Chitralada.

c. Pengamatan:

Pertumbuhan ikan, kelangsungan hidup, berat dan panjang total, heritabilitas, jenis dan jumlah plankton dan benthos, sifat fisika dan kimia tanah, sifat fisika dan kimia air, suhu diukur rutin sekali seminggu.

B. TEKNOLOGI BUDIDAYA MINAPADI

a. TUJUAN:

Mendapatkan produksi ikan optimal tanpa mengurangi produksi padi.

b. KELUARAN:

Dihasilkan produksi ikan yang tinggi (kepadatan optimal) dengan produksi padi yang normal pada lingkungan setempat.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Lahan sawah
- Benih padi
- Benih ikan
- Pupuk dengan jumlah sesuai paket tanam padi

2. METODE:

- a. Prosedur kerja:

- Dipersiapkan petakan sawah @ 500 m² dengan kemalir silang atau diagonal dengan luas 10% dari luas petakan sawah, lebar 40 cm dan dalam 50 cm juga petakan sawah untuk penyemaian padi.
- Padi ditanam dengan jarak tanam 22 x 22 cm, 3 batang per lobang dipisah berdasarkan paket.
- Dipersiapkan benih ikan mas, berat individu rata-rata 5 gram yang sebelumnya diadaptasikan dulu untuk lingkungan setempat. Ikan ditebar satu minggu setelah tanam padi dan dipanen sepuluh hari/seminggu sebelum panen padi (kurang lebih 45 hari masa pemeliharaan).

b. Pengujian:

Variasi padat penebaran ikan yaitu 2000, 4000 dan 6000 ekor/ha sawah. Ikan diberi pakan tambahan berupa dedak sebanyak 2% bobot total ikan/hari.

c. Pengamatan:

Pertumbuhan ikan, kelangsungan hidup, produksi akhir ikan, produksi padi.

C. BUDIDAYA UDANG SEMI INTENSIF

a. TUJUAN:

Untuk mendapatkan produksi yang optimal dalam teknologi budidaya udang secara semi intensif.

b. KELUARAN:

Dihasilkan produktivitas tertinggi dengan padat penebaran yang sesuai dengan daya dukung lahan.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Benur hasil pendederan PL 30 ke atas.
- Tambak 0,5-2 ha.
- Pupuk urea, TSP, pupuk kandang, Zn. Fosfat.
- Pakan berupa pellet dan ancho.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

4 tambak dipersiapkan terlebih dahulu yang meliputi pengeringan, pengolahan tanah dasar, perbaikan pematang, pemupukan dan pemberantasan hama sehingga siap ditebar benur yang telah dideder selama lebih 30 hari. Kepadatan benur antara 2-15 ekor/m² dan penebaran dilakukan pada pagi hari. Pertumbuhan benur dimonitor setiap minggu, juga kualitas air.

b. Pengujian:

Kepadatan benur: 2, 6, 10, 15 ekor/m². Pakan pellet diberikan pada bulan I sebanyak 10% dari total biomassa. Pada bulan II diberikan antara 5% dari total biomassa. Pada bulan III diberikan sebanyak 1,5-2% dari total biomassa.

c. Pengamatan:

Pertumbuhan benur, kelangsungan hidup, berat dan panjang udang, produksi akhir dan FCR.

D. PENGELONDONGAN DAN PEMBESARAN BANDENG DI TAMBAK

a. TUJUAN:

Mendapatkan pertumbuhan dan produksi optimal bagi pembesaran ikan bandeng di tambak.

b. KELUARAN:

Dihasilkan produktivitas tertinggi pada padat penebaran optimum dalam tambak dangkal.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Satu uni tambak seluas 1 ha yang terbagi menjadi petak pendederan, petak transisi, petak penangkapan dan saluran air dipakai untuk pengelondongan.
- Satu unit tambak seluas 1-2 ha, untuk petak pembesaran.
- Nener bandeng, pupuk kandang, urea, TSP.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Dipersiapkan petak pendederan dengan cara dilakukan pengeringan dasar tambak sekitar 7 hari, pemupukan (1-3 ton pupuk organik, 75-100 urea dan 75 kg TSP/ha), penggenangan dasar tambak 5-10 cm selam 4-5 hari, pemberantasan hama, pengeringan kedua dan penggenangan kedua setinggi 10 cm, selama 7 hari sehingga tumbuh kelekap. Kemudian air ditinggikan sehingga setinggi 40-50 cm. Pemeliharaan nener bandeng ukuran 1 cm dengan padat penebaran 20-30 ekor/m² dilakukan selama 1-2 bulan.
- Dijaga kedalaman air antara 40-50 cm dan dilakukan pemupukan susulan dengan dosis 10% dari dosis pemupukan awal.
- Dipersiapkan tambak untuk pembesaran dengan cara yang sama untuk petak pendederan. Gelondongan ditebar dengan padat penebaran 3,6 dan 9 ekor/ m² untuk tambak dangkal.

b. Pengujian:

Variasi padat penebaran pada pendederan dalam pembesaran.

c. Pengamatan:

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup nener bandeng dalam tambak penggelondongan dan pembesaran.

E. PEMBESARAN KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) FORSKAL

a. TUJUAN:

Mendapatkan nilai pertumbuhan dan produksi yang optimal untuk pembesaran kepiting bakau di tambak.

b. KELUARAN:

Dihasilkan produktivitas tertinggi dengan padat penebaran yang optimal dalam tambak.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Benih kepiting bakau ukuran 50-100 gr.
- 3 petak tambak yang telah dipagaari masing-masing berukuran 0,2 ha.
- Ikan rucuh sebagai pakan.
- Bambu untuk pagar dan pembuatan rakkang.
- Jaring untuk saringan pintu air.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Petak tambak 0,4 – 0,5 ha dipagari mambu yang tertanam pada kedalaman 30-40 cm, sedangkan ukuran pagar di atas permukaan air setinggi 30 cm. Tinggi air 60-70 cm.
- Dipilih benih yang sehat (50-100 gr).
- Kepiting ditebar pada pagi hari jam 5.00-6.00 dengan padat tebar 1, 3, 5 ekor/m².
- Pakan yang diberikan sebanyak 3-5% dari total biomassa.
- Pemeliharaan selama 3-4 bulan.

b. Pengujian:

- Variasi padat penebaran adalah 1, 3, 5 ekor/m².

c. Pengamatan:

- Pertumbuhan, kelangsungan hidup, berat dan panjang kerapas, produksi akhir (kg), FCR dan jumlah kepiting matang gonad.

F. PEMBESARAN BANDENG UMPAN

a. TUJUAN:

Untuk mendapatkan ikan bandeng umpan ukuran 75-150 gr, dengan teknologi pemeliharaan di KJA di (muara sungai).

b. KELUARAN:

Dihasilkan produktivitas tertinggi dengan padat penebaran optimal dalam KJA di laut.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Nener bandeng yang digelondongkan (ukuran 7-12 cm) dengan berat rata-rata 2, 3-2, 7 gr/ekor.
- KJA dengan kerangka kayu ukuran 1 x 1 x 1,25 m² sebanyak 5 buah.
- Rakit untuk keramba ukuran 5 x 5.
- 5 di KJA dari waring ukuran 0,3 inchi untuk penggelondongan.
- 5 di KJA dari jaring polyethylene ukuran 0,7 *inchi*.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Nener diadaptasikan pada perairan setempat kemudian dipelihara dalam KJA yang terbuat dari waring ukuran 1 x 1 x 1,25 m² mata jaring 0,3 *inchi* (pemeliharaan dari umur 1-6 hari).

- Ikan dipelihara dalam KJA yang terbuat dari jaring polyethylene mata jaring 0,7 inchi.
- Kepiting ditebar pada pagi hari jam 5.00-6.00 dengan padat
- Pakan yang diberikan sebanyak 3-5% dari total biomassa.
- Pemeliharaan selama 3-4 bulan.

d. Pengujian:

- Variasi padat penebaran dalam KJA adalah 100, 200, 300, 400 dan 500 ekor/m². Pakan berupa pellet sebanyak 5% dari total biomassa/hari yang diberikan sebanyak 3 kali dalam sehari (pagi, siang, sore) selama masa pemeliharaan 50 hari dan 30% untuk pemeliharaan hari ke-50 s/d hari ke-90.

e. Pengamatan:

- Pertumbuhan ikan, SR, panjang dan berat, produksi akhir, dan FCR.

G. PEMBESARAN KERAPU (*Epinephelus sp*) DALAM KJA DI LAUT

a. TUJUAN:

Mendapatkan nilai pertumbuhan dan produksi yang optimal bagi pembesaran ikan kerapu dalam KJA di laut.

b. KELUARAN:

Dihasilkan produktivitas tertinggi pada padat penebaran optimal dari KJA laut yang digunakan.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Benih ikan kerapu ukuran 100-200 gram.
- Keramba Jaring Apung ukuran 2 x 2 x 2 m.

- Rakit untuk keramba terbuat dari bambu/kayu ukuran 6 x 6 dan drum sebagai pelampung.

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Dipersiapkan 3 buah KJA ukuran 2 x 2 x 2 m.
- Dipersiapkan benih kerapu ukuran 100-200 gram, jumlahnya sesuai kebutuhan. Diadaptasikan pada lingkungan setempat sebelum ditebar. Penebaran sebaiknya dilakukan pada pagi hari atau sore hari.
- Penggantian keramba dilakukan setiap 2 bulan sekali.
- Disetiap keramba dibuatkan selter dari ban bekas sebanyak 2 buah untuk setiap keramba.

b. Pengujian:

- Variasi padat penebaran pada KJA adalah 25, 50 dan 75 ekor/m².
- Pakan berupa ikan rucah diberikan setiap hari sebanyak 3-5% dari berat biomassa.

c. Pengamatan:

- Pertumbuhan ikan: kelangsungan hidup, berat dan panjang total, produksi akhir dan FCR.

H. BUDIDAYA RUMPUT LAUT SISTEM RAKIT DAN LEPAS DASAR

a. TUJUAN:

Mendapatkan nilai pertumbuhan dan produksi yang optimal per satuan lahan.

b. KELUARAN:

Dihasilkan produktivitas tertinggi sesuai dengan kondisi setempat.

c. METODOLOGI:

1. BAHAN:

- Untuk metode sistem rakit diperlukan rakit dari bambu ukuran 2 x 5 x 5 m²/unit, tali plastik, tali rafia, penyiku dari bambu.
- Untuk metode lepas dasar diperlukan areal 10 x 10 m/unit, patok kayu 220 batang, tali.
- Benih rumput laut (*Euchema sp*).

2. METODE:

a. Prosedur kerja:

- Pada penanaman dengan sistem rakit, tali ris yang telah berisi tanaman direntangkan pada rakit ukuran 2,5 x 5 m². Jarak antara tali ris satu dengan lainnya sekitar 20 cm. Pada setiap rakit terdapat 12 utas tali ris. Disetiap tali ris terdapat 24 ikat simpul yang masing-masing terdapat bibit *Euchema sp* sebanyak 100 gram. Untuk sistem lepas dasar ukuran 10 x 10 m diperlukan bibit sebanyak 240 kg.
- Dilakukan pembersihan setiap hari pada setiap thallus. Pemeliharaan dilakukan selama 40 hari.

b. Pengujian:

- Variasi berat benih yang ditebar pada setiap simpul ruas diikat pada rakit.

c. Pengamatan:

- Pertumbuhan, kelangsungan hidup *thallus* dan produksi rumput laut.

5. Pasca Panen

5.1. Sifat fisik, kimia dan termal ikan

Informasi mengenai sifat fisik, kimia dan termal ikan diperlukan sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan atau merakit teknologi panen dan pascapanen.

Secara fisik, ikan terdiri atas kepala 21%, tulang 14%, sisik dan sirip 13%, isi perut 16% dan bagian otot (daging) 36%. Proporsi ini sangat bervariasi menurut ukuran dan bentuk dari setiap spesies, akan tetapi pada umumnya bagian daging mencapai 30-40%.

Adapun secara kimia, ikan mengandung protein 16-21%, lemak 0,2-2,5%, abu 1,2-1,5%, dan air sekitar 66-81%. Komposisi kimia ini juga bervariasi antar spesies bahkan antar individu, tergantung umur, jenis kelamin, lingkungan, dan musim. Variasi dalam komposisi kimia ikan juga sangat berkaitan dengan makanan yang dikonsumsinya. Lemak adalah komponen yang paling tinggi variasinya dalam satu spesies yang pada umumnya disebabkan karena pengaruh musim atau tingkat reproduksi ikan. Dalam lemak ini terdapat berbagai vitamin seperti vitamin A, D, tiamin, riboflavin, asam nikotinat dan vitamin B12 dalam jumlah yang juga bervariasi. Ikan juga mengandung mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, dan tembaga, terutama pada bagian kepala, tulang dan kulit, sedangkan hati ikan banyak mengandung zat besi.

Ikan mempunyai konduktivitas termal antara 5-20 $\text{mw/cm}^{\circ}\text{C}$ dengan panas spesifik antara 2,8-3,8 $\text{g/g}^{\circ}\text{C}$ dan panas laten antara 203-270 kJ/kg , tergantung spesies, suhu dan kadar airnya.

5.2. Kualitas ikan, kerusakan dan pencegahannya

Dibidang pasca panen, kualitas ikan diartikan sebagai segala sesuatu yang secara sadar atau tidak sadar merupakan bahan pertimbangan bagi orang yang mengkonsumsi atau membeli ikan. Dengan batasan tersebut, faktor pembatas kualitas dapat mencakup nilai gizi atau nutrisi, tingkat kesegaran, kerusakan yang terjadi selama transportasi, penanganan, pengolahan, penyimpanan, distribusi dan pemasaran serta hal-hal lain seperti bahaya terhadap kesehatan, kepuasan dalam membeli atau mengkonsumsi, serta

digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam penanganan dan pengolahan pascapanen produk perikanan.

Ikan merupakan produk pangan yang sangat mudah rusak. Pembusukan ikan terjadi segera setelah ikan ditangkap atau mati. Pada kondisi suhu tropik, ikan membusuk dalam waktu 12-20 jam tergantung spesies, alat atau cara penangkapan. Pendinginan akan memperpanjang masa simpan ikan. Pada suhu 15-20°C, ikan dapat disimpan hingga sekitar 2 hari, pada suhu 5°C tahan selama 5-6 hari, sedangkan pada suhu 0°C dapat mencapai 9-14 hari, tergantung spesies ikan.

Kerusakan ikan diawali dengan terjadinya autolisis yang disebabkan oleh enzim yang berasal dari ikan itu sendiri, yang diikuti dengan kerusakan secara mikrobiologis, fisik, atau secara kimiawi. Kerusakan autolisis pada ikan dimulai segera setelah ikan mati. Dalam beberapa jam, otot ikan akan mengembang sehingga ikan menjadi kaku karena perubahan senyawa meklotida akibat terhentinya pasok oksigen dan energi setelah ikan mati. Keadaan ini, yang disebut dengan *rigor-mortis*, berlangsung selama beberapa jam atau hari, tergantung spesies, ukuran ikan, cara penangkapan dan penanganan, suhu serta kondisi fisik ikan. Setelah *rigor-mortis* selesai, otot ikan kembali lemas dan elastis. Pemfiletan tidak boleh dilakukan saat ikan belum memasuki tahap *rigor-mortis (pre-rigor)* karena filet akan mengalami pengkerutan dan kerusakan tekstur. Suhu saat ikan memasuki dan berada pada tahap *rigor-mortis* seharusnya juga tidak terlalu tinggi karena *rigor* yang terjadi pada suhu tinggi mengakibatkan rusaknya filet akibat tegangan otot yang berlebihan.

Kerusakan autolisis berikutnya adalah pemecahan senyawa-senyawa penyusun ikan menjadi senyawa lain dengan berat molekul yang lebih kecil. Pemecahan penyusun jaringan ikan ini akan berakibat pada penurunan sifat organoleptik seperti bau, rasa, tekstur, dan kadang-kadang warna.

Kerusakan mikrobiologis mulai intensif setelah proses *rigor-mortis* selesai. Bakteri yang semula hanya berada di insang, isi perut, dan kulit ikan mulai masuk ke otot dan memecahkan senyawa-senyawa sumber energi seperti protein, lemak dan karbohidrat menjadi senyawa-senyawa pembusuk berupa indol, skatol, merkaptan, amonia, asam sulfida, dan lain-lain. Kerusakan mikrobiologis ini merupakan yang terberat dan dianggap

paling bertanggungjawab dalam pembusukan ikan, baik segar maupun olahan. Kerusakan mikrobiologis lain yang perlu diperhatikan adalah yang menyebabkan penyakit, keracunan, atau alergi pada konsumen walaupun ikannya sendiri tidak mengalami pembusukan.

Kerusakan fisik pada ikan segar terjadi karena penanganan yang kasar atau oleh gangguan binatang. Kerusakan ini pada gilirannya akan mendorong terjadinya kerusakan mikrobiologis karena mikroorganisme lebih mudah masuk melalui luka-luka fisik pada ikan. Pada ikan olahan, kerusakan fisik merupakan akibat dari serangan serangga pengganggu.

Adapun kerusakan kimiawi yang acapkali terjadi adalah proses oksidasi lemak yang mengakibatkan rasa pahit dan bau tengik serta perubahan warna. Kerusakan kimiawi lain adalah reaksi pencoklatan pada ikan asin kering yang merupakan reaksi antara protein, peptida dan asam amino dengan hasil dekomposisi lemak. Reaksi ini dapat menurunkan nilai gizi protein ikan melalui penurunan nilai cerna dan ketersediaan asam amino, terutama lisin.

Mempelajari proses kerusakan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pencegahan atau penanganan kerusakan dapat dilakukan dengan (1) melakukan cara penangkapan yang benar, yaitu dengan mengurangi kelelahan dan kerusakan fisik ikan; (2) melakukan penanganan ikan hasil tangkapan dengan benar yaitu dengan menerapkan prinsip saniter, higienis, dan aplikasi suhu rendah pada sepanjang proses produksi hingga ke konsumen, dan (3) melakukan pengolahan, penyimpanan, distribusi dan pemasaran dengan cara sedemikian rupa agar produk terlindung dari kontaminasi fisik, kimia dan biologis termasuk mikrobiologis.

5.3. Penanganan hasil tangkapan

Mempertahankan kualitas produk perikanan harus dimulai sejak panen dan terus dilakukan sepanjang mata rantai proses dari panen hingga ke konsumen. Untuk itu penanganan yang benar dan hati-hati sejak ikan di atas kapal penangkap hingga transportasinya ke tempat pemasaran atau pengolahan, merupakan tahap kritis. Sifat

karakteristik baik fisik, kimia, maupun biologis sangat menentukan bagaimana penanganan harus dilakukan untuk mempertahankan kualitas produk perikanan.

Banyak faktor mempengaruhi kualitas ikan sesudah ditangkap, antara lain jumlah bakteri yang terdapat pada ikan, adanya penyakit, tingkat pemijahan, tingkat kekenyangan, dan tingkat kelelahan ikan. Secara alami ikan mengandung bakteri pada bagian kulit, insang dan isi perut, namun saat ikan masih hidup, ia dapat menahan perkembangan dan serangan bakteri tersebut. Saat ikan mati, mekanisme pertahanan tersebut hilang, dan bakteri mulai masuk ke dalam otot dan tumbuh berkembang di sana. Ikan yang berpenyakit seringkali berada dalam kondisi stres dan kurang dapat menahan serangan bakteri baik internal maupun eksternal. Ikan yang sedang mengalami pemijahan banyak menggunakan energi untuk proses reproduksi, menyebabkan otot tidak sekenyal biasanya dan bila dibekukan akan terjadi pengeluaran air berlebihan (*drip loss*). Sementara itu, ikan yang berada dalam kondisi kenyang saat ditangkap, banyak mengandung cadangan energi dalam ototnya sehingga akan mengambil waktu lama untuk memasuki fase *rigor mortis*. Adapun ikan yang kelelahan (karena menggelepar) banyak menggunakan energi sehingga proses *rigor mortis* berlangsung cepat. Bila penanganan ikan dilakukan saat ikan masih mengalami *rigor mortis*, maka akan terjadi kerusakan otot, yang akan semakin nyata bila ikan difilet.

Penanganan ikan di atas kapal penangkap diawali dengan sortasi jenis ikan, dan sortasi ukuran bila mungkin. Penyiangan juga dapat dilakukan di atas kapal bila diperlukan. Yang terpenting untuk diperhatikan adalah menjaga agar ikan tetap dingin, bersih, tidak terluka, dan tidak terkena sinar matahari. Ikan kemudian harus disimpan pada suhu rendah (di bawah 5°C) dalam palka atau peti-peti (sebaiknya berinsulasi) dengan menggunakan es atau direfrigerasi. Untuk penangkapan samudera, yang memerlukan waktu lama di laut (beberapa minggu bahkan bulan), ikan dapat dibekukan di atas kapal.

Karena kerusakan mutu ikan disebabkan oleh proses fisik, kimia, dan bakteriologis, upaya harus diarahkan untuk mencegah atau menghambat ketiga proses tersebut. Prinsip yang harus dipegang dalam penanganan dan transportasi ikan adalah

cepat, bersih dan selalu pada suhu rendah. Selama penanganan dan transportasi, ikan tidak boleh terkena sinar matahari dan sedapat mungkin dihindarkan dari kerusakan fisik.

5.4. Panen ikan hasil budi daya dan penanganan hasil

Teknik pemanenan ikan hasil budidaya sangat tergantung pada tipe dan desain akuakultur, termasuk jenis ikan yang dibudidayakan, teknik pengelolaan, dan faktor lain. Secara garis besar, pemanenan ikan dapat dilakukan dengan pengeringan kolam, dengan menjaring, memerangkap, atau memancingnya. Ikan yang dipelihara di karamba jaring apung (KJA) dipanen dengan cara mengangkat KJA dari air kemudian mengeluarkan ikan dari jaring.

Apapun cara pemanenan yang dilakukan, harus dilakukan dengan hati-hati agar ikan tidak banyak menggelepar. Ikan yang terlalu banyak menggelepar selain cepat mengalami *rigor mortis* juga banyak mengeluarkan lendir dan kemungkinan terluka. Adanya luka dan lendir di permukaan kulit akan mendorong pertumbuhan bakteri pada ikan. Ikan juga harus dihindarkan dari sinar matahari dan diusahakan agar permukaan ikan tidak mengering. Bila ikan dimaksudkan untuk ditranspor dalam keadaan hidup, ikan harus segera dikemas sesuai dengan teknik pengemasan yang diinginkan (transportasi kering atau basah); dan bila akan ditransport dalam keadaan mati, maka ikan harus segera dies sesuai dengan teknik pengesan yang benar.

5.5. Penanganan dan transportasi ikan hidup

Ikan hidup biasanya dijual dengan harga yang jauh lebih tinggi dibandingkan ikan mati. Akan tetapi penanganan dan transportasi ikan hidup memang lebih sulit dilakukan. Secara garis besar transportasi ikan hidup dilakukan dengan dua cara, yaitu sistem kering dan sistem basah.

(1) Sistem kering

Beberapa jenis ikan dapat tetap hidup walaupun berada di luar air, asalkan tetap dingin dan basah. Sistem ini biasanya diawali dengan memingsankan (*immobilized*) ikan dengan kejutan dingin, bahan kimia (uretan, MS-22, trikain-metan-sulfonat, dan lain-lain) atau bahan tanaman (biji karet, singkong, ekstrak cengkih, dan lain-lain) diteruskan dengan pengemasan menggunakan media (lumut, rumput laut, serutan kayu, serbut gergaji, es hancuran, dan lain-lain), selanjutnya ditransportasikan dalam kondisi suhu sejuk.

(2) Sistem basah

Sistem ini dapat menggunakan wadah/tanki, atau kantong. Untuk sistem tanki, faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar oksigen terlarut, CO₂, amoniak (NH₃), suhu, keseimbangan osmotik, dan kepadatan ikan. Pengangkutan yang terlalu padat selain mempercepat penurunan oksigen terlarut, peningkatan suhu, CO₂, dan amoniak, juga memungkinkan penularan penyakit parasit dari satu ikan ke ikan lainnya. Perlu pula diwaspadai terjadinya perkembangan bakteri selama transportasi.

Pada sistem kantong, biasanya digunakan kantong plastik. Kantong ini diisi air tidak penuh, dan sisanya diisi dengan oksigen murni serta ditutup rapat. Selain untuk pasok oksigen bagi ikan, cara pengemasan demikian juga dimaksudkan untuk mengantisipasi tingginya CO₂ yang dikeluarkan oleh ikan (dapat mencapai lebih dari 50 mg/l). Cara ini hanya digunakan untuk ikan berukuran kecil, ikan umpan, atau benih. Air yang digunakan harus berkualitas tinggi, bila mungkin menggunakan air darimana ikan berasal. Suhu air pengangkutan harus cukup rendah dan ikan juga harus diadaptasikan dulu pada suhu rendah serta diberok (perut dalam keadaan kosong) sebelum dimasukkan ke dalam kantong.

5.6. Pengawetan dan pengolahan

Pembusukan autolisis dan mikrobiologis adalah suatu proses biologis yang hanya akan berlangsung dengan baik bila didukung kondisi optimum. Oleh karena itu, dengan mengatur kondisi, pembusukan dapat dicegah atau dikurangi. Autolisis, karena merupakan proses enzimatik, dapat dihambat terutama dengan cara penurunan suhu, walaupun dapat pula dengan cara iradiasi atau secara kimiawi. Sedangkan pembusukan mikrobiologis dapat dilakukan dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara mengatur suhu (tinggi atau rendah), kadar air, kadar garam, pH, atau penggunaan zat-zat pengawet.

Pengolahan ikan, selain dapat menghambat proses pembusukan melalui cara-cara tersebut di atas, juga memberikan manfaat lain yaitu memberikan nilai tambah terhadap produk, yang semula hanya berupa bahan mentah, menjadi produk setengah jadi yang dampaknya tidak hanya berupa meningkatnya nilai jual produk, tetapi juga membuka peluang peningkatan permintaan konsumen.

(1) Pendinginan

Pendinginan adalah cara yang paling efektif untuk mengurangi pembusukan bila dilakukan secepat mungkin dan terus dijaga dalam keadaan dingin serta ditangani dengan higienis dan hati-hati. Tujuan pendinginan adalah mendinginkan ikan secepat mungkin pada suhu serendah mungkin tetapi tidak sampai membeku (suhu yang ideal adalah 0°C). Pendinginan tidak dapat sama sekali menghentikan pembusukan, akan tetapi makin rendah suhu, makin lambat proses pembusukan karena bakteri semakin banyak dikurangi dan aktivitas enzim semakin terhambat.

Pendinginan dapat dilakukan dengan menggunakan medium yang dingin, yang dapat berupa medium padat, cair atau gas. Akan tetapi pendinginan dengan udara dingin tidak efektif karena permukaan ikan akan mengering. Pendinginan dengan es kering (*dry ice* = CO₂ padat) dan nitrogen cair juga tidak disarankan karena selain terlalu mahal, beda suhu antara ikan dan medium terlalu tinggi (es kering bersuhu -79°C).

Es adalah bahan pendingin yang paling ideal, karena selain mempunyai kapasitas pendinginan yang besar, es cukup murah dan saat es meleleh akan membuat permukaan ikan selalu basah dan bersih. Es dapat digunakan dalam bentuk hancuran (dari es balok), keping, kubus, atau butiran. Semakin kecil ukuran es semakin baik karena tidak melukai ikan, tetapi semakin besar biaya yang diperlukan karena es semakin mudah meleleh .

Secara teoritis jumlah es yang diperlukan untuk mendinginkan ikan hingga mencapai suhu 0°C dapat dihitung berdasarkan bobot dan suhu awal ikan serta faktor-faktor lain, namun pedoman umum yang disarankan adalah menggunakan es sebanyak ikan yang didinginkan (1 : 1). Bila ikan akan disimpan atau diangkut dalam waktu yang lebih panjang, es harus selalu ditambahkan bila diperlukan. Penggunaan palka, peti atau wadah selalu lain yang berinsulasi akan menghemat penggunaan es.

Cara pengesan yang baik adalah dengan membuat lapisan es hancuran setebal 5 cm pada dasar wadah, kemudian campuran antara ikan dan es hancuran disusun atau ditaburkan di atasnya dengan rapi. Susunan ini tidak boleh lebih dari 50 cm tingginya. Setelah itu, diberikan lagi lapisan es hancuran setebal 5 cm di atas susunan ikan. Sejumlah es juga ditambahkan pada bagian tepi wadah untuk mencegah ikan bersinggungan langsung dengan dinding wadah.

Di daerah tropik ikan laut pengesan dapat menahan kesegaran hingga 11-29 hari, sedangkan ikan air tawar dapat tahan 12-35 hari, tergantung spesiesnya. Akan tetapi di daerah dingin, ikan laut hanya tahan 2-15 hari, dan ikan air tawar 12-20 hari saja. Pada umumnya, ikan air tawar memang lebih tahan lama dalam es dibandingkan dengan ikan laut, ikan dari daerah tropik lebih tahan lama dibandingkan ikan dari daerah dingin, dan ikan yang tidak berlemak lebih tahan lama dalam es dibandingkan ikan berlemak.

Selain itu, pendinginan dapat dilakukan dengan air dingin atau air laut yang dingin, baik yang didinginkan dengan penambahan es (*CSW = Chilled Sea Water*) atau dengan mesin (*RSW = Refrigerated Sea Water*). Keuntungan cara ini adalah pendinginan lebih cepat dan merata, ikan selalu basah dan tidak tergecet atau terluka. Akan tetapi dengan cara ini daya awet ikan lebih rendah dibandingkan dengan cara pengesan.

(2) Pembekuan

Pembekuan adalah proses pendinginan pada suhu yang sangat rendah hingga hampir semua air yang ada di dalam daging ikan membeku. Dengan pembekuan, ikan dapat disimpan cukup lama, hingga berbulan-bulan, bahkan bisa lebih dari 1 tahun hingga memungkinkan ikan di ekspor ke luar negeri atau disimpan sebagai cadangan untuk digunakan saat tidak musim ikan.

Pembekuan dapat dilakukan dengan udara dingin yang ditiupkan (*air blast*), dengan meletakkan ikan pada pelat pembeku (*contact plate*), dengan menyemprotkan (*spray*) cairan pembeku (CO_2 cair, nitrogen cair), atau dengan mencelupkan ikan pada larutan garam (*brine immersion*).

Pembekuan harus dilakukan dengan cepat, dalam arti penurunan suhu dari 0°C menjadi -5°C dilakukan tidak lebih dari 2 jam, kemudian diteruskan dengan penurunan suhu lebih lanjut hingga mencapai -30°C pada akhir pembekuan. Pembekuan yang lambat akan merusakkan tekstur ikan dan memungkinkan terjadinya pembusukan autolisis.

Produk beku harus dilindungi dengan pengelasan (pencelupan atau penyemprotan dengan air sesaat setelah ikan dibekukan, sehingga membentuk lapisan es tipis yang menyelimuti ikan) atau pembungkusan. Penyimpanan ikan beku harus dilakukan dalam gudang beku yang bersuhu -30°C (untuk ikan sashimi, penyimpanan harus -50°C).

(3) Pengurangan kadar air

Apabila pendinginan atau pembekuan tidak dapat dilakukan karena listrik atau es tidak tersedia, ikan dapat diawetkan dengan mengurangi kadar airnya, baik melalui pengeringan, penggaraman, pengasapan, perebusan (pemindangan), pengalengan, atau kombinasi antara 2 atau lebih dari cara pengawetan tersebut. Dengan pengurangan air, maka enzim tidak berfungsi efektif dan bakteri akan terhambat dan bahkan terhenti pada kadar air di bawah 25%.

Pengeringan, yakni menghilangkan air dari ikan melalui penguapan, dapat dilakukan dengan penjemuran, pengeringan dengan alat pengering surya (*solar dryer*), atau pengering mekanis, menggunakan energi listrik, atau bahan bakar. Penguapan air dari ikan berlangsung pada dua tahap: (1) penguapan air yang ada di dekat permukaan ikan, yang disebut *constrat rate period*, kecepatannya dipengaruhi oleh luas permukaan ikan, suhu kecepatan dan kelembaban udara di sekitarnya, dan (2) penguapan air dari dalam dalam badan ikan ke permukaan, yang disebut *falling rate period*, yang kecepatannya dipengaruhi oleh kondisi ikan, terutama kadar lemak, ketebalan, suhu, dan kadar air ikan.

Di Indonesia pengeringan biasanya dikombinasikan dengan penggaraman, karena penggaraman yang dilakukan sebelum pengeringan akan mengurangi sebagian air dari ikan. Kelembaban dan suhu udara yang tinggi, mengakibatkan proses pembusukan lebih cepat dibandingkan laju pengeringan, sehingga tanpa penggaraman, ikan, terutama yang berukuran besar, akan busuk sebelum kering.

Penggaraman dapat menarik air dari ikan, karena efek perbedaan tekanan osmose. Kecepatan penyerapan garam, yang juga berarti kecepatan penarikan air, sangat dipengaruhi oleh kadar lemak, ketebalan dan kesegaran ikan, serta suhu penggaraman. Makin tinggi kadar lemak dan makin tebal ikan, laju penggaraman semakin lambat, sebaliknya semakin tidak segar ikan dan makin tinggi suhu, makin cepat laju penggaraman. Walaupun demikian, tidak berarti bahwa menggarami ikan lebih baik dilakukan saat ikan sudah tidak segar atau pada suhu yang tinggi. Pedoman umum pengolahan ikan yang senantiasa harus dipegang adalah melakukan pengolahan ikan saat kondisi sesegar mungkin dan pada suhu serendah mungkin. Garam bersifat higroskopis, sehingga dengan pengeringan atau penyimpanan ikan pada kondisi kelembaban udara di atas 75%, kemungkinan penyerapan air kembali dari udara sekitar, perlu diwaspadai. Produk ikan asin kering dapat disimpan pada suhu kamar dengan kondisi tropik selama 2-3 bulan, tergantung kadar air, produk dan kondisi penyimpanan.

Pengasapan, yang seringkali dikombinasikan dengan penggaraman dapat mengawetkan ikan tidak saja oleh pengurangan kadar air, tetapi juga karena efek

pemanasan (suhu tinggi selama proses pengasapan) dan efek pengawetan dari zat-zat yang terkandung dalam asap, misalnya fenol.

Pengasapan dingin, yang biasa dilakukan di negara dingin, menggunakan suhu 30-40°C, sehingga produk akhirnya masih sangat rentan terhadap pembusukan, sehingga harus disimpan pada suhu rendah; tetapi pengasapan panas, kebanyakan dilakukan di daerah tropik, menggunakan suhu 70-80°C, menghasilkan produk yang cukup stabil. Produk ikan asap dapat tahan hingga satu minggu hingga satu bulan pada suhu tropik, tergantung kadar air produk. Pengasapan dapat dilakukan secara sederhana, dengan konveksi asap secara alami, tetapi lebih efisien menggunakan alat pengasap mekanis, karena dilengkapi dengan kipas pengatur konveksi asap.

Pemindangan, yang hampir selalu dikombinasikan dengan penggaraman, merupakan cara pengawetan yang efektif karena adanya efek pengurangan kadar air, dan pemanasan (perebusan). Daya awet produk pindang dengan sendirinya sangat dipengaruhi oleh kadar garamnya. Daya awet produk ini pada kondisi tropik dapat berkisar antara satu minggu hingga satu bulan, tergantung kadar garam dan kadar airnya.

Pengalengan, pada prinsipnya hampir sama dengan pemindangan, hanya efek pengawetannya lebih disebabkan karena pemanasan yang sangat efektif (dalam suhu dan waktu) yang dikombinasikan dengan pengemasan hermetis. Produk ikan kaleng dapat tahan hingga beberapa tahun, bila pengolahan dan penutupan kaleng dilakukan dengan benar karena bakteri pada produk praktis sudah dimusnahkan, dan kontaminasi ulang (*recontamination*) setelah pengalengan tidak mungkin terjadi. Cara-cara pengolahan lain, yang menggunakan pemanasan, pengepresan, atau lainnya yang pada prinsipnya dapat mengurangi kadar air dari ikan mempunyai pengaruh sama terhadap produk perikanan.

(4) Fermentasi

Fermentasi adalah salah satu cara pengolahan yang didasarkan atas terjadinya senyawa-senyawa sederhana, termasuk asam, sebagai hasil pemecahan senyawa organik yang terdapat dalam ikan. Senyawa-senyawa sederhana ini, yang merupakan hasil proses autolisis atau hasil pemecahan bakteri anaerob, akan memberikan rasa yang khas pada produk. Karena proses fermentasi pada umumnya disertai dengan penggaraman,

pengawetan produk fermentasi diperoleh dari efek penggaraman yang akan menahan perkembangan bakteri, sementara memberi kesempatan terjadinya autolisis. Senyawa-senyawa asam yang dihasilkan, bila ada, dapat mempunyai efek mengawetkan juga, sehingga penggunaan garam dapat dikurangi. Pada beberapa produk, fermentasi dilakukan menggunakan sumber karbohidrat seperti gula, tepung, bekatul/dedak atau nasi yang selain untuk mendorong pertumbuhan bakteri tertentu (khususnya pemecah karbohidrat), juga untuk mendapatkan rasa dan aroma yang khas.

Produk fermentasi dapat berupa ikan utuh (misalnya bekasam, ikan kayu, sosis, peda atau jambal siam), pasta (seperti terasi, petis) atau cair (kecap ikan).

Fermentasi dapat dilakukan secara alami, dalam arti proses terjadi dengan sendirinya, dengan mengandalkan enzim yang ada pada ikan dan atau bakteri yang telah ada pada ikan atau lingkungan sekitarnya, tetapi dapat juga menggunakan enzim atau bakteri khusus, yang sengaja ditambahkan untuk mempercepat proses atau memperoleh rasa dan aroma yang tepat seperti yang diinginkan.

Proses fermentasi biasanya dilakukan selama beberapa minggu atau beberapa bulan, tergantung jenis produk. Daya awet produk ini juga bervariasi antara beberapa minggu hingga beberapa bulan. Produk-produk seperti ikan kayu atau kecap ikan bahkan dapat disimpan hingga lebih dari satu tahun.

(5) Produk baru dan pengolahan lain

Yang dimaksud di sini adalah cara pengolahan ikan yang telah banyak mengubah bentuk ikan, atau bahkan menggunakan ikan hanya sebagai salah satu komponen bahan baku. Untuk jenis olahan ini, ikan biasanya digunakan dalam bentuk cincang (*minced*) atau cincang awetan, yang disebut surimi (surimi adalah ikan cincang yang telah ditambah garam, gula, dan polifisfat, kemudian dibentuk blok dan dibekukan, berupa produk setengah jadi sebagai bahan baku industri pengolahan).

Produk setengah jadi (ikan cincang atau surimi) ini dapat dibuat dari berbagai jenis ikan atau campurannya. Pada umumnya dibuat dari ikan yang murah, untuk meningkatkan nilai tambahnya, kemudian dicampur dengan ikan yang mempunyai tekstur yang baik sehingga diperoleh surimi dengan tekstur seperti yang diinginkan.

Jenis-jenis olahan menggunakan produk setengah jadi ini antara lain adalah: bakso, sosis, kamaboko, chikuwa, mi ikan, biskuit ikan, kerupuk ikan, empek-empek, atau makanan camilan (*snack food*). Produk seperti ini umumnya tidak tahan lama, sehingga memerlukan penyimpanan pada suhu rendah, kecuali untuk produk yang bersifat kering seperti mi ikan atau biskuit ikan.

(6) Ekstraksi dan pemanfaatan limbah

Ekstraksi adalah kegiatan mengisolasi atau mengambil sesuatu senyawa dari suatu bahan. Senyawa dapat diambil dari bahan limbah ataupun non limbah.

Dari keseluruhan badan ikan, bagian yang layak dimakan (*edible portion*) hanya sekitar 25-50% saja. Sisanya adalah bagian yang sering dikategorikan sebagai limbah. Di samping itu, kegiatan perikanan adalah kegiatan yang berfluktuasi menurut musim. Pada saat musim ikan, hasil tangkapan berlimpah, sehingga seringkali tidak terserap pasar dan tidak tertangani dengan baik. Karena ikan merupakan komoditi yang sangat mudah rusak, kondisi melimpahnya ikan ini menjadi sangat kritis dan harga ikan turun secara drastis. Dalam keadaan seperti ini, ikan yang tidak tertangani tersebut juga dikategorikan sebagai limbah. Di lain pihak, limbah ikan masih banyak mengandung protein dan senyawa-senyawa lain yang bermanfaat. Oleh karena itu limbah dapat dimanfaatkan baik untuk produk pangan maupun non-pangan.

Salah satu contoh pemanfaatan limbah untuk produk pangan adalah sirip ikan hiu, telur ikan terbang, terasi, kerupuk kulit ikan, kerupuk gelembung udara ikan, atau kecap ikan. Produk lain adalah hidrolisat protein ikan (HPI) yang merupakan hasil ekstrak limbah ikan baik berupa bubuk atau cairan, sering digunakan untuk memperkaya (*enrichment*) protein beberapa produk pangan, khususnya makanan bayi.

Contoh ekstraksi bahan non limbah untuk produk pangan maupun non-pangan adalah senyawa-senyawa gelatinous dari rumput laut, baik berupa agar-agar, karaginan, alginat, atau lainnya. Biota laut seperti spons dan sejenisnya, ternyata potensial sebagai sumber bahan aktif yang dapat berfungsi sebagai bakterisida, sehingga dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan penyakit pada pemeliharaan ikan atau udang.

Untuk kebutuhan non-pangan, banyak jenis produk dapat dibuat dari limbah ikan. Di antaranya adalah minyak ikan, baik yang berasal dari badan (misal, ikan lemuru), sebagai sumber omega-3, atau yang berasal dari hati (misal ikan hiu) yang menjadi sumber vitamin A dan D. Kulit ikan selain disamak menjadi kulit sebagai bahan kerajinan, juga dapat dibuat lem. Lem dapat dibuat juga dari sisik dan tulang ikan. Tulang ikan juga dapat dibuat bubuk sebagai bubuk kalsium, sedangkan sisik dapat juga dijadikan bahan pelapis yang menyerupai mutiara. Insulin, salah satu obat penderita penyakit gula, dapat diekstraksi dari organ dalam ikan (pulau langerhans), chondritin, yang diyakini juga berkhasiat dalam pengobatan, dapat diekstrak dari bagian kepala, dan tulang ikan, sedangkan fosfolipid, yang merupakan salah satu nutrisi yang diperlukan larva ikan dapat diekstraksi dari bagian lemak ikan.

Isi perut ikan sangat potensial sebagai sumber enzim proteolitik yang dapat di industrikan sebagai bahan pengempuk daging, penghidrolisis, untuk melepaskan telur ikan dari jaringan seratnya, atau untuk mengupas kulit cumi-cumi. Sementara itu kepala udang, selain dapat ditepungkan sebagai bahan nutrisi bagi pakan udang/ikan, juga dapat diekstraksi senyawa khitin/khitosannya. Khitin atau khitosan sangat luas pemanfaatannya dalam industri. Limbah udang juga mengandung karotenoprotein, zat pewarna yang dapat digunakan untuk pewarna makanan atau untuk komponen pakan ikan hias untuk memperbaiki warna ikan hias.

Gelembung udara ikan, dapat dibuat zat penjernih bir atau anggur, yang disebut *isinglass*, sedangkan albumin ikan dapat dibuat dari semua bagian ikan. Pemanfaatan limbah yang paling luas adalah sebagai tepung ikan atau silase ikan (yang dibuat melalui proses fermentasi atau penambahan asam organik), keduanya untuk bahan pakan atau ternak. Pemanfaatan terakhir, yang merupakan sisa dari semua upaya pemanfaatan di atas, adalah pembuatan pupuk tanaman.

5.7. Sampling, rancangan percobaan, dan analisis statistik

Penelitian dan pengkajian pascapanen perikanan pada dasarnya tidak memerlukan cara sampling atau rancangan percobaan yang khusus. Dengan demikian kaidah-kaidah

sampling, rancangan percobaan dan analisis statistik yang umum digunakan untuk penelitian/pengkajian pertanian khususnya pasca panen, seperti rancangan acak lengkap atau acak berblok dapat digunakan untuk ikan hasil budidaya, rancangan percobaan hasil panen mengikuti rancangan percobaan budidayanya.

Secara prinsip cara yang representatif adalah mempertimbangkan unit-unit primer. Unit primer yang mempunyai status atau besaran (*size*) yang sama, dapat berupa ikan dalam kemasan, kantong, dus/kotak, atau sebagian dari unit-unit primer tersebut, sesuai jumlahnya. Bila ikan dalam bentuk curah (*bulk*), unit primer dapat berupa (1) bobot, bila komoditi dapat dipindah-pindah, dan (2) volume, bila komoditi dalam keadaan statis, seperti misalnya dalam kapal, atau truk. Bila unit primer hanya berjumlah sepuluh atau kurang, maka sampel harus diambil dari setiap unit, tetapi bila jumlah unit primer antara 10-100, sampel cukup diambil dari 10 unit dengan cara acak (*random*), dan bila jumlah unit primer lebih dari 100, maka jumlah sampel yang harus diambil adalah akar dari jumlah unit primer, dan diambil secara acak.

5.8. Kriteria pengamatan

Kriteria pengamatan hasil panen dari budidaya adalah produksi (*yield*) per satuan luas atau volume dan ukuran ikan (bobot/ekor dalam kisaran) serta nilai jual dalam keadaan hidup atau mati.

Pada penanganan dan transportasi hidup, pengamatan dilakukan secara visual terhadap kebugaran ikan dan sintasan (*survival rate*) saat sampai ditujuan dan beberapa jam setelah ikan dimasukkan kembali ke dalam air.

Untuk penelitian komoditas spesifik lokasi, adaptif dan sistem usaha tani, pengamatan kadar air dan analisis komposisi secara proksimat (kadar protein, lemak, abu, garam, karbohidrat, dan lain-lain) perlu dilakukan untuk dapat mengetahui karakter produk secara tepat. Data ini diperlukan khususnya agar dapat menganalisis apa yang terjadi selama proses. Untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah proses pengolahan, analisis komposisi terhadap bahan baku (ikan) juga diperlukan.

Untuk mengetahui adanya perubahan keseragaman ikan, kriteria yang tepat adalah kadar hipoksantin (Hx) atau *K-value*, sedangkan untuk melihat apakah telah terjadi pembusukan, kriteria yang digunakan adalah trimetilamin (TMA, ini hanya cocok untuk ikan laut), total *volatil bases* (jumlah basa menguap = TVB), amoniak, dan indol. Untuk indikator ketengikan, yang biasanya sebagai akibat terjadinya oksidasi, kriteria yang digunakan adalah asam tiobarbiturat (TBA) atau peroksida. Namun demikian, untuk mengamati terjadinya pembusukan ini, pengamatan organoleptik secara sensoris terhadap kenampakan, warna, bau, rasa, dan tekstur masih sangat diandalkan. Jumlah bakteri total dan bakteri koli biasanya digunakan untuk melihat tingkat kebersihan dan kesegaran, dan pemeriksaan bakteri patogen (*Salmonella*, *Vibrio*, *Clostridium*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*) digunakan untuk mengetahui terjadinya kontaminasi bakteri yang berbahaya. Untuk produk-produk yang berkadar air sedang atau rendah seperti ikan asin, ikan kering, ikan asap, ikan pindang, terasi, kerupuk, sosis ikan, dan sebagainya pengamatan jamur diperlukan. Untuk produk-produk seperti ini, pengamatan hama gudang (serangga) kadang-kadang diperlukan.

Untuk pengkajian SUP, kriteria di atas tidak begitu diperlukan. Hal penting yang perlu diamati antara lain adalah produksi atau produktivitas serta kelayakan dan keuntungan sosial dan ekonomis. Adanya dampak berupa tumbuh berkembangnya agribisnis sangat perlu diamati untuk menilai keberhasilan pengkajian SUP.

6. ANALISIS HASIL

6.1. Analisis Anggaran Parsial (Partial Budget Analysis)

Analisis ini merupakan analisis finansial yang paling sederhana dalam evaluasi kelayakan suatu teknologi usaha perikanan. Perhitungan biaya yang sering dilakukan yaitu *Break Event Point* = (BEP) dan *Return Of Investment* = (ROI) serta *Benefit Cost Ratio* (B/C).

6.2. Break Event Point (BEP)

Break even point merupakan suatu nilai di mana hasil penjualan produksi sama dengan biaya produksi sehingga pengeluaran sama dengan pendapatan. Dengan demikian, pada saat itu pengusaha mengalami impas, tidak untung dan tidak rugi.

Perhitungan BEP ini digunakan untuk menentukan batas minimum volume penjualan agar suatu perusahaan tidak rugi. Selain itu, BEP dapat dipakai untuk merencanakan tingkat keuntungan yang dikehendaki dan sebagai pedoman dalam mengendalikan operasi yang sedang berjalan.

Untuk menentukan BEP, ada beberapa hal yang harus diketahui yaitu biaya atau modal (baik itu modal tetap atau variabel), harga jual, dan tingkat produksi. Selanjutnya BEP bisa dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{BEP} = \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \frac{\text{biaya variabel}}{\text{penjualan}}}$$

6.3. Return of Investment (ROI)

Return of investment merupakan nilai keuntungan yang diperoleh pengusaha dari setiap jumlah uang yang diinvestasikan dalam periode waktu tertentu. Lalu mengapa perusahaan perlu membuat perhitungan ROI ini ? Apa manfaatnya ? Jelas, manfaatnya sangat besar sekali bagi perusahaan. Dengan analisis ROI, perusahaan dapat mengukur sampai seberapa besar kemampuannya dalam mengembalikan modal yang telah ditanamnya. Dengan demikian, analisis ROI dapat digunakan untuk mengukur efisiensi penggunaan modal dalam perusahaan tersebut.

Pada umumnya, besar kecilnya nilai ROI ditentukan oleh:

- Kemampuan pengusaha dalam menghasilkan laba

- Kemampuan pengusaha dalam mengembalikan modal, dan
- Penggunaan modal dari luar untuk memperbesar perusahaan.

Besarnya ROI dapat diperoleh dengan rumus berikut ini.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Laba usaha}}{\text{Modal usaha}}$$

6.4. Benefit Cost Ratio (B/C)

Perhitungan ini lebih ditekankan pada kriteria-kriteria investasi yang pengukurannya diarahkan pada usaha untuk memperbandingkan, mengukur, serta menghitung tingkat keuntungan usaha perikanan. Dengan B/C ini bisa dilihat kelayakan suatu usaha. Bila nilainya 1, berarti usaha tersebut belum mendapatkan keuntungan sehingga perlu pembenahan. Semakin kecil nilai ratio, semakin besar kemungkinan perusahaan menderita kerugian.

Fungsi nilai B/C ini sebagai pedoman untuk mengetahui seberapa besar suatu jenis ikan harus diproduksi pada musim berikutnya.

Rumus B/C sebagai berikut:

$$\text{B/C} = \frac{\text{Hasil penjualan}}{\text{Modal produksi}}$$

Analisis kelayakan perubahan komponen teknologi dapat dievaluasi dengan menggunakan analisis “*losses dan gains*”.

Contoh:

A. Analisis usaha budi daya udang windu sistem semi-intensif (untuk 1 keluarga petani dengan 1 ha lahan)

I. Biaya tetap

1. Sewa kontrak lahan 1 ha, @ Rp 250,00/m ²	Rp	2.500.000,00
2. Pembuatan saluran pemasukan 100 m, @ Rp 5.000,00/m ...	Rp	500.000,00
3. Pembuatan saluran pembuangan 100 m, @ Rp 5.000,00/m	Rp	500.000,00
4. Pembuatan 2 petakan tambak 0,5 ha	Rp	1.000.000,00
5. Pintu air 2 bh/petak = 4 pintu, @ Rp 50.000,00	Rp	200.000,00
6. Pintu utama 1 bh, @ Rp 100.000,00	Rp	100.000,00
<hr/>		
Jumlah investasi	Rp	4.800.000,00

II. Biaya variabel

Untuk target produksi 750 kg/musim/ha

1. Benur : 40.000 ekor @ Rp 30,00	Rp	1.200.000,00
2. Pupuk : organik 1 ton : Rp 200.000,00		
Urea 100 kg : Rp 15.000,00		
TSP 100 kg : Rp 15.000,00		
Kapur 500 kg : Rp 37.500,00		
	<hr/>	
	Rp	267.500,00
3. Pemberantasan hama :		
300 kg bungkil biji the, @ Rp 750,00	Rp	225.000,00
4. Pakan tambahan 500 kg, @ Rp 500,00	Rp	250.000,00
5. Upah pekerja perawat kolam :		
1 orang selama 6 bulan, @ Rp 75.000,00/bln	Rp	450.000,00
6. Biaya panen dan penjualan Rp 100,00/kg untuk 750 Kg	Rp	75.000,00
<hr/>		
Jumlah biaya variabel	Rp	2.467.500,00

III. Biaya operasional per tahun (2 x musim tanam)

2 x Rp 2.467.500,00

Rp 4.935.000,00

IV. Penyusutan investasi 20%/tahun 20% x Rp 4.800.000,00

Rp 960.000,00

V. Jumlah modal usaha Rp 4.800.000,00 + Rp 2.467.000,00

Rp 7.267.000,00

VI. Hasil penjualan per musim 750 kg, @ Rp 12.000,00	Rp	9.000.000,00
VII. Keuntungan per musim		
Rp 9.000.000,00 – (Rp 960.000,00 + Rp 2.467.000,00) ...	Rp	5.573.000,00
VIII. Biaya produksi per kg udang		
(Rp 960.000,00 + Rp 2.467.000,00) : 750 kg	Rp	4.569,33

Dari data analisis di atas dapat dihitung kelayakan investasinya. Perhitungan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam mengelola usaha perikanan ini.

Perhitungan biaya yang sering dilakukan yaitu *break event point* (BEP) dan *return of investment* (ROI) serta *benefit cost ratio* (B/C).

B. Analisis usaha bandeng masa pemeliharaan 4 bulan

Kegiatan budi daya bandeng umpan, bandeng konsumsi maupun penggelondongan dengan asumsi bunga bank 19%.

1. Analisis laba rugi

1.1. Investasi			Penyusutan/tahun
Sewa lahan/ha/tahun	Rp	500.000	Rp 500.000
Sewa pompa	Rp	750.000	Rp 750.000
Sewa kincir	Rp	500.000	Rp 500.000
Pipa 24 batang	Rp	1.920.000	Rp 384.000
Saringan	Rp	80.000	Rp 16.000
		<hr/>	<hr/>
Total	Rp	3.750.000	Rp 2.150.000

1.2. Biaya

1.2.1 Biaya operasional

Nener 60.000 ekor @ Rp 35	Rp	2.100.000
Pakan 4,6 ton @ Rp 1.400	Rp	6.440.000
Pupuk kandang 1 ton @ Rp 125	Rp	125.000

Pupuk urea 100 kg @ Rp 400	Rp	40.000
Pupuk TSP 150 kg @ Rp 700	Rp	105.000
Saponin 20 kg @ Rp 1.000	Rp	20.000
Upah jaga 2 orang	Rp	1.120.000
Upah panen 10 orang @ Rp 10.000 + sewa jaring	Rp	110.000
Biaya pemeliharaan tambak	Rp	250.000
Eksplotasi pompa + kincir	Rp	250.000
	Total	Rp 10.560.000
1.2.2 Biaya tetap		
Penyusutan tambak & alat per periode pemeliharaan	Rp	1.075.000
Bunga modal 19%	Rp	1.359.450
	Total	Rp 2.434.450
1.3. Penerimaan		
Produksi ikan:		
Ukuran konsumsi 5.000 kg @ Rp 3.250	Rp	16.250.000
Ukuran kecil 1.200 kg @ Rp 2.250	Rp	2.700.000
	Total	Rp 18.950.000
1.4. Total biaya (1.2.1 + 1.2.2)	Rp	12.994.450
1.5. Laba operasional (1.3 – 1.2.1)	Rp	8.390.000
1.6. Laba bersih sebelum pajak (1.3 – 1.4)	Rp	5.955.550
1.7. Laba bersih dalam 1 tahun (2 periode)	Rp	11.911.100
Keterangan: Sewa pompa per periode Rp 375.000		
	Sewa kincir per periode	Rp 250.000
	Panen = 60%	
	Dipindahkan = 40%	
	1 tahun 2 kali musim tanam	
	Lahan tambak seluas 1 hektar	

2. Analisis biaya manfaat

2.1. Arus kas = laba bersih + penyusutan
 = Rp 11.911.100 + 2.150.000 = Rp 14.061.100

2.2. Rentabilitas ekonomi = $\frac{\text{Laba operasional}}{\text{investasi} + \text{biaya operasional}} \times 100\%$

$$= \frac{8.390.000}{14.310.000} \times 100\% = 58,6\% > 19\% \longrightarrow \text{layak usaha}$$

C. Bandeng gelondongan masa pemeliharaan 1 bulan

1. Analisa laba rugi

1.1. Investasi			Penyusutan/tahun
Sewa lahan/ha/tahun	Rp	500.000	Rp 50.000
Sewa pompa	Rp	75.000	Rp 900.000
		Total	Rp 950.000
	Rp	575.000	

1.2. Biaya

1.2.1 Biaya operasional

Nener 100.000 ekor @ Rp 30	Rp	3.000.000
Pakan 20 kg @ Rp 3.200	Rp	64.000
Pupuk kandang 100 kg @ Rp 125	Rp	12.000
Pupuk urea 10 kg @ Rp 400	Rp	4.000
Pupuk TSP 15 kg @ Rp 700	Rp	10.500
Saponin 2 kg @ Rp 1.000	Rp	2.000
Upah jaga 1 orang	Rp	80.000
Upah panen 8 orang x @ Rp 5.000	Rp	40.000
		Total
	Rp	3.213.000

1.2.2 Biaya tetap

Penyusutan tambak & pompa per periode pemeliharaan	Rp	79.000
Bunga modal 19%	Rp	59.977
		Total
	Rp	139.144

1.3. Penerimaan

	Produksi 85.000 ekor @ Rp 85	Rp 7.225.000
1.4.	Total biaya (1.2.1 + 1.2.2)	Rp 3.347.144
1.5.	Laba operasional (1.3 – 1.2.1)	Rp 4.012.000
1.6.	Laba bersih sebelum pajak (1.3 – 1.4)	Rp 3.877.856
1.7.	Laba bersih dalam 1 tahun	Rp 46.534.272

Keterangan: SR 85%

Sewa lahan/1.000 m²/tahun = Rp 50.000

Rp 950.000

Penyusutan/bulan $\frac{\text{Rp 950.000}}{12}$ = Rp 79.167

12

Lahan tambak seluas 1.000 m²

2. Analisis biaya manfaat

2.1. Arus kas

= laba bersih + penyusutan

= Rp 46.534.272 + 950.000 = Rp 47.484.272

2.2. Rentabilitas ekonomi = $\frac{\text{Laba operasional}}{\text{investasi} + \text{biaya operasional}} \times 100\%$

$= \frac{4.012.000}{3.788.000} \times 100\% = 105,9\% > 19\% \longrightarrow$ **layak usaha**

2.3. Rasio perbandingan antara penerimaan dan biaya (R/C)

$= \frac{7.255.000}{3.352.144} = 2,2 > 1 \longrightarrow$ **layak usaha**

$$2.4. \text{ Jangka waktu pengembalian} = \frac{\text{investasi + biaya operasional}}{\text{ arus kas}}$$

$$= \frac{3.788.000}{47.484.272} = 0,07 \text{ tahun (0,9 bulan)}$$

2.5. Titik impas

$$= \frac{\text{FC}}{\text{VC}} = \frac{134.144}{3.213.000} = \text{Rp } 241.570$$

$$1 - \frac{\text{S}}{7.225.000}$$

Keterangan: FC = biaya tetap
 VC = biaya operasional
 S = penerimaan dari hasil penjualan

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Taufik, Erna Ratnawati dan M. Jamil R. Yakob. 1998. *Budidaya bandeng secara intensif*. Penebar Swadaya, Jakarta. 96 hal.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt. 1957. *On the dynamic of exploited fish population*. Fish. Invest. London. Ser. II, 19: 1-533.
- Fox, W.W. 1970. *An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish population*. Trans. Amer. Fish. Soc. 99: 80-87.
- Fuad C. dan Ilyas S. 1992. Strategi dan program penelitian agroindustri perikanan. Prosiding Temu Karya Ilmiah dukungan penelitian bagi pengembangan agroindustri perikanan. Puslitbangkan, Jakarta.
- Fuad C, Naamin N., dan Ilyas S. 1992. Pengembangan hasil-hasil penelitian teknologi pasca panen bai aplikasi pola pengembangan usaha perikanan di Nusa Tenggara. Puslitbangkan, Jakarta.
- Gayanilo Jr., F.C., P. Sparre, and D. Pauly. 1994. *The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT) user guide*. FAO computerized information service (Fisheries) No.7, 186 p.
- Gulland, J.A. 1973. *Some notes on the assessment and management of Indonesian fisheries*. IOFC/DEV/73/31. FAO, Rome. 21 p.
- Handojo, Farlina L. 1989. *Minapadi*. Simplex, Jakarta. 35 hal.
- Huss, H.H. 1986. *Fresh fish quality and quality changes*. FAO-DANIDA, Rome.
- Ilyas S. 1983. *Teknologi refrigerasi hasil perikanan jilid I. Teknik pendinginan ikan*. CV. Paripurna, Jakarta.
- Ilyas S. *et al.*, 1990. Petunjuk teknis pengelolaan perairan umum bagi pembangunan perikanan. Seri pengembangan hasil penelitian perikanan. No. PHP/KAN/09/1990. Badan Litbang Pertanian. 80 hal.
- Ilyas S. 1993. *Teknologi refrigerasi hasil perikanan jilid II. Teknik pembekuan ikan*. Puslitbangkan. USMD/FRDP, CV. Paripurna, Jakarta.
- Mc Gregor, J. Allister and Hazel Wallis. 1975. *Pengkajian kebijakan dan cara-cara pengelolaan perikanan tangkap di perairan umum*. Centre for Development Study. University of Bath, UK. 42 hal. (Terjemahan).

- Naamin, N. *et al.*, 1991. Petunjuk teknis pengelolaan perikanan laut dan pantai bagi pembangunan perikanan. PHP/KAN/PT.19/1991. Puslitbang Perikanan. 88 hal.
- Rahardi, F., Regina Kristiawati dan Nazaruddin. 1995. Agribisnis perikanan. Penebar Swadaya. 63 hal.
- Reay, P.J. 1979. *Aquaculture*. Studies in biology No.106. Edward Arnold, London. 60 hal.
- Rogers, J.F and Hoffman, A. 1980. *Code of protice for fish handling*. Programing and presentation part 3 and 4. Handling fish and fish products in share based plants and cold stres. Fisheries division, seychelles government.
- Schaefer, M.B. 1954. *Some aspects of the dynamics of population important to management of commercial marine fisheries*. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm, 1: 27-56.
- Sparre, P. 1987. *Computer programs for fish stock assessment*. Length-based fish stock assessment for Apple II computers. FAO fish. Tech. Pap. 101 Suppl. 2, 218p.
- Uchiyana, H. 1987. *Analytical methods for estimating fresman of fish*. SEAFDEC Training Dept. Thailand.
- Wheaton, F.W and Lawson, T.B. 1985. *Proceming aquatic food product*. John Willy and Sons, New York, Singapore.
- Widodo, J. 1987. *Modified surplus production models, methods of Gulland (1961) and Schnute (1997)*. Oseana 12: 60-67.
- Widodo, J. 1995. *Marine frishery resource assessment in Indonesia*. IARD Journal 17 (2): 24-32.