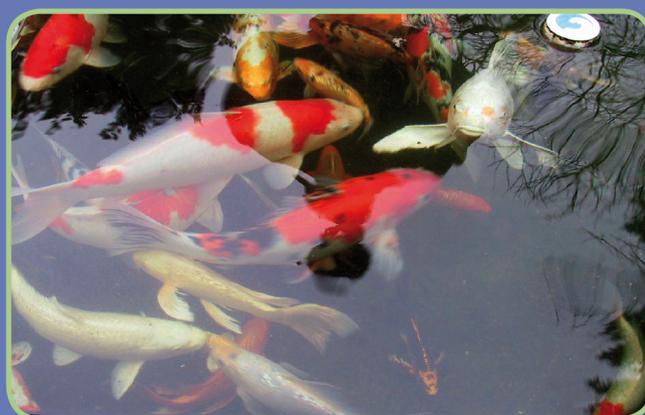
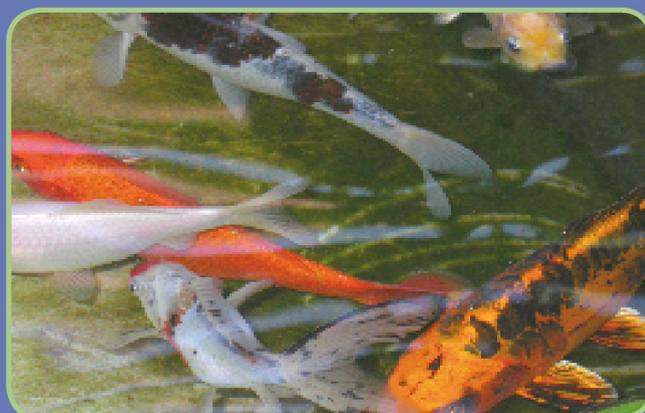


Gusrina

Budidaya IKAN

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan

JILID 1



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Gusrina

BUDIDAYA IKAN

JILID 1

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

BUDIDAYA IKAN

JILID 1

Untuk SMK

Penulis : Gusrina
Perancang Kulit : Tim

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

GUS	GUSRINA
b	Budidaya Ikan Jilid 1 untuk SMK /oleh Gusrina ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008. xi . hlm Daftar Pustaka : A1-A8 Glosarium : B1-B12 ISBN : 978-602-8320-20-7

Diterbitkan oleh
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Buku Budidaya Ikan merupakan salah satu judul buku teks kejuruan yang akan digunakan oleh para pendidik dan peserta didik SMK dan lembaga pendidikan dan pelatihan lainnya. Buku teks kejuruan dalam bidang budidaya ikan saat ini belum banyak dibuat, yang beredar saat ini kebanyakan buku-buku praktis tentang beberapa komoditas budidaya ikan. Buku Budidaya Ikan secara menyeluruh yang beredar dimasyarakat saat ini belum memenuhi kebutuhan sebagai bahan ajar bagi siswa SMK yang mengacu pada Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), Standar Isi (SI), Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dan model Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMK.

Dengan melakukan budidaya ikan maka keberadaan ikan sebagai bahan pangan bagi masyarakat akan berkesinambungan dan tidak akan punah. Pada buku ini akan dibahas beberapa bab yang dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan budidaya ikan. Bab pertama berisi tentang wadah budidaya ikan, bab kedua berisi tentang media budidaya ikan, bab ketiga berisi tentang hama dan penyakit ikan, bab keempat berisi tentang nutrisi ikan, bab kelima berisi tentang teknologi pakan buatan, bab keenam berisi tentang teknologi pakan alami, bab ketujuh berisi tentang pengembangbiakan ikan dan bab kedelapan berisi tentang hama dan penyakit ikan. Sedangkan materi penunjang seperti pemasaran, analisa usaha budidaya ikan dan kesehatan dan keselamatan kerja terdapat pada bab terakhir.

Agar dapat membudidayakan ikan yang berasal dari perairan tawar, payau maupun laut ada beberapa hal yang harus dipahami antara lain adalah memahami jenis-jenis wadah dan media budidaya ikan, pengetahuan tentang nutrisi ikan dan jenis-jenis pakan alami yang meliputi tentang morfologi, biologi dan kebiasaan hidup. Selain itu pengetahuan teknis lainnya yang harus dipahami adalah tentang pengembangbiakan ikan mulai dari seleksi induk, teknik pemijahan ikan, proses pemeliharannya sampai pemanenan ikan.

Akhir kata penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmatNya sehingga dapat menyelesaikan penulisan buku ini dihadapan pembaca. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada suami dan anak-anak atas dukungan dan orang tua tercinta serta teman-teman yang telah membantu. Selain itu kepada Direktorat Pembinaan SMK Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah yang menyediakan anggaran untuk menyediakan sumber belajar buku teks kejuruan yang sesuai dengan Standar Isi dan Standar Kompetensi Kelulusan SMK. Semoga buku ini bermanfaat bagi yang membacanya dan menambah pengetahuan serta wawasan. Dan juga kami mohon saran dan masukan yang membangun karena keterbatasan yang dimiliki oleh penyusun.

Penyusun

DAFTAR ISI

JILID 1

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
SINOPSIS.....	v
PETA KOMPETENSI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II WADAH BUDIDAYA IKAN.....	23
2.1. JENIS-JENIS WADAH BUDIDAYA IKAN.....	23
2.2. KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA.....	29
2.3. PERSIAPAN WADAH BUDIDAYA.....	45
BAB III MEDIA BUDIDAYA IKAN.....	51
3.1. SUMBER AIR.....	52
3.2. PARAMETER KUALITAS AIR.....	54
3.3. PENGUKURAN KUALITAS AIR BUDIDAYA IKAN.....	69
BAB IV. PENGEMBANGBIAKAN IKAN.....	75
4.1. SELEKSI INDUK.....	75
4.2. TEKNIK PEMIJAHAN IKAN.....	105
4.3. PENETASAN TELUR.....	133
4.4. PEMELIHARAAN LARVA DAN BENIH IKAN.....	141
4.5. PEMBESARAN IKAN.....	149
4.6. PEMANENAN.....	160

JILID 2

BAB V. NUTRISI IKAN.....	167
5.1. ENERGI.....	167
5.2. PROTEIN.....	172
5.3. KARBOHIDRAT.....	187
5.4. LIPID.....	195
5.5. VITAMIN.....	204
5.6. MINERAL.....	237
BAB VI. TEKNOLOGI PAKAN BUATAN.....	249
6.1. JENIS-JENIS BAHAN BAKU.....	252
6.2. PENYUSUNAN FORMULASI PAKAN.....	264
6.3. PROSEDUR PEMBUATAN PAKAN.....	282
6.4. UJI COBA PAKAN IKAN.....	292
6.5. MANAJEMEN PEMBERIAN PAKAN.....	315
6.6. PAKAN DAN KUALITAS AIR.....	324
BAB VII. TEKNOLOGI PRODUKSI PAKAN ALAMI.....	329
7.1. JENIS-JENIS PAKAN ALAMI.....	329
7.2. BUDIDAYA PHYTOPLANKTON.....	337
7.3. BUDIDAYA ZOOPLANKTON.....	355

7.4. BUDIDAYA BENTHOS	389
7.5. BIOENKAPSULASI.....	397

JILID 3

BAB VIII. HAMA DAN PENYAKIT IKAN.....	401
8.1. JENIS-JENIS HAMA DAN PENYAKIT.....	401
8.2. PENCEGAHAN HAMA DAN PENYAKIT IKAN.....	413
8.3. GEJALA SERANGAN PENYAKIT	418
8.4. PENGOBATAN PENYAKIT IKAN.....	431
BAB. IX. PEMASARAN	447
9.1. PENGERTIAN PEMASARAN	447
9.2. CIRI-CIRI PEMASARAN HASIL PERIKANAN.....	448
9.3. PERENCANAAN DAN TARGET PENJUALAN	450
9.4. ESTIMASI HARGA JUAL.....	452
9.5. SISTEM PENJUALAN	455
9.6. STRATEGI PROMOSI	456
BAB. X. ANALISA KELAYAKAN USAHA	465
BUDIDAYA IKAN.....	465
10.1. PENGERTIAN STUDI KELAYAKAN	465
10.2. <i>NET PRESENT VALUE (NPV)</i>	478
10.3. <i>NET BENEFIT COST RATIO (NBC RATIO)</i>	479
10.4. <i>INTERNAL RATE OF RETURN (IRR)</i>	479
10.5. <i>ANALISIS BREAK EVENT POINT (BEP)</i>	480
10.6. APLIKASI ANALISA USAHA	481
BAB. XI. KESEHATAN DAN KESELAMATAN	487
KERJA	487
11.1. PENGERTIAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3).....	487
11.2. PENERAPAN KAIDAH K3 PADA DUNIA USAHA PERIKANAN BUDIDAYA	487

LAMPIRAN A DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN B GLOSARIUM

SINOPSIS

Buku teks dengan judul budidaya ikan dapat dipelajari oleh para peserta diklat dan pendidik pada Sekolah Menengah Kejuruan yang mengambil program studi Budidaya Ikan. Menurut SKKNI dalam program studi Budidaya Ikan dapat dikelompokkan menjadi Budidaya Ikan Air Tawar, Budidaya Ikan Air Laut, Budidaya Ikan Air Payau dan Budidaya Ikan Hias. Dalam buku teks ini akan memberikan pengetahuan mendasar tentang bagaimana membudidayakan ikan dan dapat di aplikasikan pada berbagai habitat budidaya. Pada buku teks ini berisi tentang wadah budidaya yang dapat digunakan dalam melakukan budidaya ikan, media yang optimal dalam budidaya ikan agar proses budidaya dapat berlangsung sesuai dengan kebutuhan ikan untuk hidup tumbuh dan berkembang, bagaimana melakukan proses perkembangbiakan ikan budidaya dari sudut biologis ikan budidaya dan aplikasi pada beberapa ikan budidaya, kebutuhan nutrisi untuk ikan yang akan dibudidayakan, bagaimana membuat pakan ikan yang harus diberikan pada ikan budidaya, bagaimana memproduksi pakan alami sebagai pakan yang sangat dibutuhkan bagi larva ikan dan benih ikan budidaya, hama dan penyakit ikan yang dapat menyerang ikan budidaya serta perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam budidaya ikan.

Budidaya ikan merupakan suatu kegiatan yang sangat penting saat ini dan masa yang akan datang. Hal ini dikarenakan ikan merupakan salah satu jenis pangan yang sangat dibutuhkan oleh manusia yang mempunyai harga jual relatif murah dan mempunyai kandungan gizi yang lengkap. Dengan mengkonsumsi ikan maka kebutuhan gizi manusia akan terpenuhi. Oleh karena itu kemampuan sumberdaya manusia untuk memproduksi ikan budidaya sangat dibutuhkan. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk dan keterbatasan lahan budidaya selanjutnya, maka dibutuhkan suatu teknologi budidaya ikan pada lahan yang terbatas dan produktivitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan pangan. Dengan mempelajari buku teks ini diharapkan para pembaca dapat mengaplikasikan ilmu budidaya pada berbagai media dan teknologi budidaya.

Pengetahuan tentang wadah budidaya ikan dan media yang dibutuhkan bagi ikan budidaya akan memberikan pemahaman tentang investasi yang harus dipersiapkan sesuai dengan skala produksi yang akan diterapkan. Dengan menerapkan teknologi budidaya ikan yang intensif dibutuhkan pemahaman tentang produksi pakan buatan yang ramah lingkungan tetapi sesuai dengan kebutuhan ikan budidaya. Selain itu dalam membudidayakan ikan sangat dibutuhkan pakan alami pada fase larva dan benih, maka sangat dibutuhkan suatu pemahaman bagaimana membudidayakan pakan alami yang sesuai dengan kebutuhan ikan.

Selain itu dalam suatu budidaya ikan maka akan ada kendala yang dialami pembudidaya ikan yaitu adanya serangan hama dan penyakit ikan. Oleh karena itu diperlukan pemahaman tentang jenis-jenis hama dan penyakit yang dapat menyerang ikan budidaya serta bagaimana tindakan pencegahan dan pengobatan yang harus dilakukan oleh para pembudidaya agar ikan yang dibudidayakan tidak terserang hama dan penyakit.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi maka penerapan teknologi yang terkini telah merambah dalam budidaya ikan. Pengembangbiakan ikan secara tradisional akan semakin kurang diminati dan akan beralih kepada sentuhan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk meningkatkan produksi pada ikan budidaya. Aplikasi teknologi molekuler dalam budidaya ikan sudah bisa diterapkan mulai dari rekayasa kromosom, rekayasa gen dan terkini adalah rekayasa sel. Rekayasa kromosom antara lain adalah melakukan kegiatan ginogenesis, androgenesis dan poliploidisasi yang tujuan dari manipulasi kromosom ini untuk meningkatkan produktivitas ikan budidaya dan memberikan nilai tambah pada pembudidaya ikan. Sedangkan rekayasa gen dapat diterapkan jika peralatan untuk melakukan rekayasa ini tersedia dimana dengan melakukan rekayasa gen dapat dibuat komoditas ikan budidaya yang disisipi gen yang menguntungkan bagi pembudidaya misalnya gen pertumbuhan, gen antibeku dan gen warna tubuh.

Dengan mempelajari buku teks ini diharapkan dapat memahami pengetahuan yang sangat mendasar dalam membudidayakan ikan. Dalam buku teks ini juga dijelaskan berbagai kemampuan dasar untuk melakukan suatu kegiatan yang langsung dapat diaplikasikan dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti oleh berbagai kalangan.

PETA KOMPETENSI

KODE UNIT	JUDUL UNIT KOMPETENSI/SUB KOMPETENSI
PBD. PL 00.001U.01	Memenuhi persyaratan kerja di DU/DI
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyetujui kondisi dan ketentuan ketenagakerjaan 2. Memenuhi persyaratan ketenagakerjaan
PBD. PL 00.002U.01	Memenuhi persyaratan kesehatan, keselamatan dan lingkungan di tempat kerja
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti prosedur di tempat kerja untuk kesehatan dan keselamatan di tempat kerja 2. Melakukan tindakan kesehatan dan keselamatan kerja dalam kondisi bahaya/darurat 3. Memelihara infrastruktur dan lingkungan kerja
PBD. PL 00.003U.01	Membina kerjasama
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan interaksi di tempat kerja 2. Melakukan pertemuan, menyelami dan mengarahkan klien dan pelanggan 3. Memelihara penampilan pribadi
PBD. PL 00.004U.01	Menggunakan sistem komunikasi
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengumpulkan, mencatat dan mengirim data 2. Mengumpulkan, mencatat dan menyediakan informasi untuk memenuhi kebutuhan tempat kerja 3. Menanggapi masalah
PBD. PL 00.005U.01	Membuat perencanaan kerja
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat jadwal kegiatan 2. Mengatur bahan, peralatan dan cara kerja
PBD. PL 00.006U.01	Menyiapkan peralatan
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi jenis peralatan 2. Menentukan peralatan 3. Mengontrol cara kerja peralatan 4. Membuat laporan

PBD.PL 00.007U.01	Mengidentifikasi parameter kualitas air
	1. Menyiapkan peralatan dan bahan yang digunakan dalam identifikasi parameter kualitas air
	2. Mengambil sampel air di lapangan
	3. Mengukur parameter kualitas air
	4. Membuat laporan hasil identifikasi parameter kualitas air
KODE UNIT	JUDUL UNIT KOMPETENSI/ELEMEN KOMPETENSI
PBD. PL00.008U. 01	Menentukan lokasi budidaya
	1. Merencanakan tahapan kegiatan penentuan lokasi budidaya
	2. Mengidentifikasi persyaratan lokasi budidaya melalui kegiatan survey lapangan
	3. Menentukan lokasi
	4. Membuat laporan
PBD. PL 00. 009U. 01	Menyiapkan wadah
	1. Mengidentifikasi wadah
	2. Menentukan wadah
	3. Mengontrol proses penggunaan wadah
	4. Membuat laporan
PBD. PL 00. 010U. 01	Mengidentifikasi hama dan penyakit ikan
	1. Mengambil sampel di lapangan
	2. Mengidentifikasi gejala serangan
	3. Menentukan jenis parasit
	4. Membuat laporan
PBD. PL 00. 011U. 01	Mengemas ikan
	1. Menyiapkan teknik pengepakan
	2. Menentukan jenis ikan yang dikemas
	3. Melakukan pengepakan ikan
	4. Membuat laporan
PBD. PL00.012U. 01	Memasarkan ikan
	1. Mencari order pemasaran
	2. Melaksanakan penjualan
	3. Menyiapkan kuota/target
	4. Mengontrol proses pemasaran

PBD.PL 01.0011.01	Menentukan lokasi pembenihan ikan
	1. Merencanakan tahapan kegiatan penentuan lokasi pembenihan
	2. Mengidentifikasi persyaratan lokasi pembenihan ikan
	3. Memilih lokasi pembenihan ikan
	4. Membuat laporan
PBD.PL 01.0021.01	Menyiapkan media pembenihan ikan
	1. Merencanakan kegiatan persiapan media pembenihan
	2. Menyiapkan wadah pembenihan
	3. Menyiapkan air untuk pembenihan
	4. Membuat laporan
PBD.PL 01.0031.01	Mengelola induk ikan
	1. Memelihara calon induk ikan
	2. Menyeleksi calon induk jantan dan betina
	3. Melakukan pematangan gonad induk ikan
	4. Menyeleksi induk siap pijah
PBD.PL 01.0041.01	Memijahkan induk ikan
	1. Melakukan proses pemijahan ikan
	2. Menangani telur
	3. Menetaskan telur
PBD.PL 01.0051.01	Mengkultur pakan alami
	1. Mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami
	2. Menyiapkan media tempat tumbuhnya pakan alami
	3. Menebar bibit pakan alami
PBD.PL 01.0061.01	Memelihara larva ikan
	1. Merawat larva ikan
	2. Memberi pakan larva
	3. Mengamati perkembangan larva
	4. Menangani hama dan penyakit pada pemeliharaan larva
	5. Memantau kualitas dan kuantitas air pada pemeliharaan larva
PBD.PL.01.0071.01	Memanen hasil pembenihan ikan
	1. Merencanakan kegiatan pemanenan hasil pembenihan
	2. Melakukan pemanenan benih ikan
	3. Mengemas benih ikan
	4. Membuat laporan

PBD.PL.01.008I.01	Memasarkan hasil pembenihan ikan
	1. Mengidentifikasi calon pembeli
	2. Membuat kesepakatan
	3. Melakukan transaksi
	4. Melakukan perhitungan laba rugi
5. Membuat laporan	
PBD.PL 02.009I.01	Menentukan lokasi pendederan ikan
	1. Merencanakan tahapan kegiatan penentuan lokasi pendederan ikan
	2. Mengidentifikasi persyaratan lokasi pendederan ikan
	3. Memilih lokasi pendederan
4. Membuat laporan	
PBD.PL 02.010I.01	Menyiapkan media pendederan ikan
	1. Merencanakan kegiatan persiapan pendederan ikan
	2. Menyiapkan wadah pendederan ikan
	3. Menyiapkan air untuk pendederan ikan
4. Membuat laporan	
PBD.PL 02.011I.01	Menebar benih ikan pada pendederan
	1. Merencanakan kegiatan penebaran benih ikan
	2. Menebar benih ikan
3. Membuat laporan	
PBD.PL 02.012I.01	Memantau pertumbuhan benih ikan pada pendederan
	1. Merencanakan kegiatan pemantauan pertumbuhan benih ikan
	2. Mengambil sampel untuk menduga pertumbuhan benih ikan
	3. Melakukan sortasi
4. Membuat laporan	
PBD.PL 02.013I.01	Mengelola pakan benih ikan pada pendederan
	1. Mengidentifikasi jenis-jenis pakan untuk benih ikan
	2. Merencanakan kegiatan pengelolaan pakan benih ikan
	3. Menentukan jumlah, waktu dan frekuensi pemberian pakan
4. Membuat laporan	

PBD.PL 02.014I.01	Mengelola kualitas dan kuantitas air pada pendederan ikan
	1. Merencanakan kegiatan pengelolaan kualitas dan kuantitas air
	2. Mengidentifikasi kualitas dan kuantitas air pada pendederan ikan
	3. Mengelola kualitas dan kuantitas air pada pendederan ikan
	4. Membuat laporan
PBD.PL 02.015I.01	Mengendalikan hama dan penyakit pada pendederan ikan
	1. Merencanakan kegiatan monitoring hama dan penyakit
	2. Mengidentifikasi hama dan penyakit
	3. Melakukan pengobatan ikan
	4. Mencatat kejadian serangan penyakit
	5. Membuat laporan
PBD.PL 02.016I.01	Memanen hasil pendederan ikan
	1. Merencanakan kegiatan pemanenan hasil pendederan ikan
	2. Memanen benih ikan
	3. Membuat laporan
PBD.PL 02.017I.01	Memasarkan hasil pendederan ikan
	1. Mengidentifikasi calon pembeli
	2. Membuat kesepakatan
	3. Melakukan transaksi
	4. Melakukan perhitungan laba rugi
	5. Membuat laporan
PBD.PL 03.018I.01	Menentukan lokasi pembesaran ikan
	1. Merencanakan tahapan kegiatan pemilihan lokasi
	2. Mengidentifikasi persyaratan lokasi pembesaran ikan
	3. Memilih lokasi pembesaran ikan
	4. Membuat laporan
PBD.PL 03.019I.01	Menyiapkan media pembesaran ikan
	1. Merencanakan kegiatan persiapan pembesaran ikan
	2. Menyiapkan wadah pembesaran ikan
	3. Menyiapkan media pembesaran ikan
	4. Membuat laporan

PBD.PL 03.0201.01	Menebar benih ikan pada pembesaran
	1. Merencanakan kegiatan penebaran benih ikan
	2. Menebar benih ikan
	3. Membuat laporan
PBD.PL 03.0211.01	Memantau pertumbuhan ikan pada pembesaran
	1. Merencanakan kegiatan pemantauan pertumbuhan ikan
	2. Mengambil sampel untuk menduga pertumbuhan ikan
	3. Melakukan sortasi
	4. Membuat laporan
PBD.PL 03.0221.01	Mengelola pakan pembesaran ikan
	1. Mengidentifikasi jenis-jenis pakan untuk pembesaran ikan
	2. Merencanakan kegiatan pengelolaan pakan pembesaran ikan
	3. Menentukan jumlah, waktu dan frekuensi pemberian pakan
	4. Membuat laporan
PBD.PL 03.0231.01	Mengendalikan hama dan penyakit pada pembesaran ikan
	1. Merencanakan kegiatan monitoring hama dan penyakit
	2. Mengidentifikasi hama dan penyakit pada pembesaran ikan
	3. Melakukan pengobatan ikan
	4. Mencatat kejadian serangan penyakit
	5. Membuat laporan
PBD.PL 03.0241.01	Memanen hasil pembesaran ikan
	1. Merencanakan kegiatan pemanenan ikan hasil pembesaran
	2. Melakukan pemanenan
	3. Mengemas ikan hasil pembesaran
	4. Membuat laporan
PBD.PL 03.0251.01	Memasarkan hasil pembesaran ikan
	1. Mengidentifikasi calon pembeli ikan
	2. Melakukan kesepakatan
	3. Melakukan transaksi
	4. Melakukan penghitungan laba rugi
	5. Membuat laporan

BAB I PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas perairan hampir dua pertiga dari luas wilayahnya yaitu sekitar 70%. Wilayah perairan di Indonesia berdasarkan kandungan kadar garamnya atau salinitas dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis perairan yaitu perairan tawar, perairan payau dan perairan laut. Dari ketiga jenis perairan tersebut dapat dihasilkan suatu produksi perikanan yang memberikan nilai tambah bagi pertumbuhan ekonomi nasional yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Potensi perikanan budidaya secara nasional diperkirakan sebesar 15,59 juta hektar (Ha) yang terdiri dari potensi air tawar 2,23 juta ha, air payau 1,22 juta ha dan budidaya laut 12,14 juta ha. Pemanfaatannya hingga saat ini masing-masing baru 10,1 persen untuk budidaya ikan air tawar, 40 persen pada budidaya air payau dan 0,01 persen untuk budidaya laut, sehingga secara

nasional produksi perikanan budidaya baru mencapai 1,48 juta ton. Oleh karena itu, untuk tahun 2006 Departemen Kelautan dan

Perikanan Republik Indonesia, menurut Freddy Numberi (2006), akan menargetkan produksi perikanan pada tahun 2006 mencapai 7,7 juta ton atau meningkat sebesar 13%, yang terdiri dari produksi perikanan tangkap sebesar 5,1 juta ton dan produksi perikanan budidaya sebesar 2,6 juta ton, serta konsumsi ikan menjadi 28kg/kapita/tahun.

Berdasarkan target produksi perikanan budidaya yang telah ditetapkan oleh Departemen Kelautan dan Perikanan maka Departemen Pendidikan Nasional sebagai departemen yang akan menciptakan sumber daya manusia yang bergelut dibidang kelautan dan perikanan untuk membuat suatu

perangkat pendidikan agar dihasilkan sumber daya manusia yang kompeten sesuai dengan tuntutan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang saat ini.

Perikanan budidaya baik perikanan air tawar, air payau dan air laut sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Sekolah Menengah Kejuruan merupakan salah satu jenjang pendidikan yang akan menciptakan sumberdaya manusia tingkat menengah yang trampil dan kompeten sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Salah satu bidang keahlian yang ada pada SMK ini adalah Budidaya Ikan/Budidaya Perairan. Dalam bidang keahlian ini akan dipelajari berbagai macam hal tentang budidaya ikan dari berbagai macam perairan baik tawar, payau dan laut, yang dalam kegiatan produksi akuakultur dikenal sebagai budidaya air tawar (*freshwater culture*), budidaya air payau (*brackishwater culture*) dan budidaya laut (*mariculture*). Salah satu alat bantu yang dapat membantu dalam kegiatan belajar mengajar di SMK adalah buku. Saat ini ketersediaan buku teks tentang budidaya ikan di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu Departemen Pendidikan Nasional melalui Direktorat Pembinaan SMK, Dirjen Mandikdasmen mengadakan kegiatan penulisan buku teks yang dapat digunakan bagi semua kalangan pendidik dan tenaga kependidikan yang ada di SMK.

Buku teks yang akan dipergunakan untuk kegiatan pembelajaran di SMK bagi bidang keahlian Budidaya Air tawar, Budidaya Air Payau dan Budidaya Air laut ini diberi judul Budidaya Ikan. Dalam buku Budidaya Ikan ini akan dibahas tentang berbagai topik yang sangat mendukung pemahaman tentang bagaimana cara melakukan budidaya ikan sesuai dengan kaidah-kaidah dalam melakukan kegiatan produksi budidaya ikan. Topik-topik pembelajaran ini dikelompokkan dalam beberapa bab yaitu wadah budidaya ikan, media budidaya ikan, pengembangbiakan ikan, nutrisi ikan, teknologi pakan buatan, teknologi produksi pakan alami, hama penyakit ikan dan genetika ikan.

Wadah budidaya ikan

Dalam bab ini akan dibahas tentang berbagai macam wadah yang dapat dipergunakan untuk melakukan kegiatan budidaya ikan antara lain adalah kolam/tambak, bak, akuarium dan karamba jaring terapung. Selain itu juga akan dibahas tentang bagaimana konstruksi dari setiap wadah yang akan dipergunakan untuk melakukan kegiatan budidaya ikan yang sesuai dengan tingkat/level produksi yang diterapkan. Dan juga akan dibahas tentang bagaimana menyiapkan wadah budidaya ikan yang akan dipergunakan untuk kegiatan budidaya sesuai dengan kaidah-kaidah dalam melakukan kegiatan budidaya.

Dengan memahami berbagai macam wadah budidaya, konstruksi wadah budidaya dan persiapan wadah budidaya ikan yang akan dipergunakan untuk kegiatan budidaya maka akan diperoleh peningkatan produktivitas dalam budidaya ikan. Berdasarkan keberadaan dan lokasi perairan yang ada di Indonesia maka kegiatan budidaya ikan air tawar akan lebih banyak dilakukan pada masyarakat yang tinggal di daerah dataran rendah atau dataran tinggi, sedangkan budidaya ikan air payau dapat dilakukan pada masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah sekitar pantai, muara sungai atau rawa payau.

Pada masyarakat yang hidup di daerah pantai dimana pantainya mempunyai perairan laut yang terlindung dari ombak dan badai seperti teluk, selat dan perairan dangkal yang terlindung dapat melakukan kegiatan budidaya ikan. Berdasarkan lokasi budidaya ikan tersebut dapat dilakukan pemilihan terhadap wadah budidaya ikan yang sesuai dengan karakteristik setiap lokasi budidaya. Berdasarkan jenis wadah budidaya ikan yang dipilih oleh para pembudidaya ikan di Indonesia, menurut Effendi (2004), sistem budidaya ikan dan beberapa komoditas yang sudah lazim dibudidayakan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1. dan Gambar 1.1 – 1.20 Berbagai macam komoditas ikan budidaya.

Tabel 1.1. Komoditas akuakultur yang sudah lazim dibudidayakan dalam sistem budidaya di Indonesia.

Sistem	Komoditas
Kolam air tenang	Ikan mas, nila, gurami, udang galah, patin, bawal, tawes, ikan hias, tambakan, sepat, kowan, mola, sidat, pakan alami
Kolam air deras	Ikan mas
Tambak	Udang windu, bandeng, belanak, mujair, nila, kakap putih, kerapu, rumput laut, kepiting bakau, udang galah
Jaring apung	Kerapu, kakap, udang windu, bandeng, samadar, ikan hias laut, ikan mas, nila, mujair, gurami, patin,

Jaring tancap	bawal, sidat, ikan hias air tawar. Kerapu, kakap, udang windu, bandeng, samadar, ikan hias laut, ikan mas, nila, mujair, gurami, patin, bawal, sidat, ikan hias air tawar
Keramba	Ikan mas, nila, mujair, patin, gurami, betutu
Kombongan	Ikan mas, ikan nila
Akuarium/tangki/bak	Ikan hias, benih ikan konsumsi, plankton pakan alami



Gambar 1.1. Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)



Gambar 1.2. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)



Gambar 1.4. Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*)



Gambar 1.3. Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*)



Gambar 1.5. Ikan Patin (*Pangasius hiphothalamus*)



Gambar 1.6. Ikan bawal (*Colosoma brachyponum*)



Gambar 1.9. Ikan sepat (*Trichogaster pectoralis*)



Gambar 1.7. Ikan tawes (*Puntius gonionotus*)



Gambar 1.10. Ikan kowan (*Ctenopharyngodon idella*)



Gambar 1.8. Ikan tambakan (*Heleostoma temmincki*)



Gambar 1.11. Ikan lele (*Clarias sp*)



Gambar 1.12. Ikan sidat
(*Anguilla* sp.)



Gambar 1.13. Udang Vanamei
(*Penaeus vannamei*)



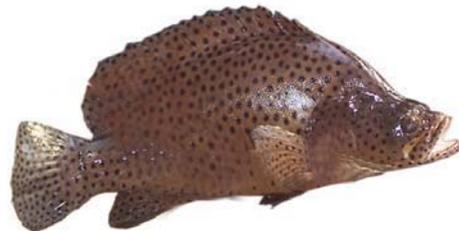
Gambar 1.14. Ikan bandeng (*Chanos chanos*)



Gambar 1.15. Kerapu merah
(*Plectropomus maculatus*)



Gambar 1.16. Ikan kakap putih
(*Lates calcarifer*)



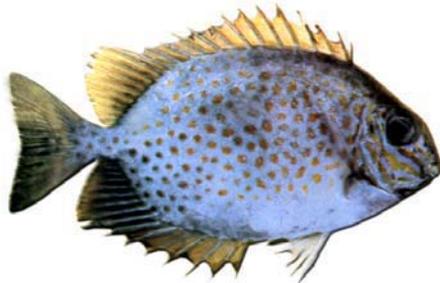
Gambar 1.17. Ikan kerapu
(*Chromileptes altivelis*)



Gambar 1.18. Ikan betutu
(*Oxyeleotris marmorata*)



Gambar 1.19. Lobster Air tawar
(*Cherax Quadricarinatus*)



Gambar 1.20. Ikan Beronang Lada
(*Siganus gutatus*)

Berdasarkan sistem budidaya ikan tersebut maka dapat dipilih beberapa wadah budidaya ikan yang akan dipergunakan untuk melakukan kegiatan budidaya yaitu kolam yang dapat dikelompokkan menjadi kolam air deras dan kolam air tenang berdasarkan sumber air yang dipergunakan dalam kegiatan budidaya. Sedangkan beberapa jenis wadah budidaya ikan yang dapat

dipergunakan untuk kegiatan budidaya ikan diperairan umum antara lain adalah jaring apung, jaring tancap, karamba dan kombongan. Pada kegiatan budidaya ikan air tawar, payau ataupun laut dibutuhkan benih ikan dan induk ikan yang dapat menggunakan jenis wadah budidaya antara lain adalah bak, tangki dari bahan serat fiber dan akuarium. Oleh karena itu dalam buku teks ini akan dibahas tentang berbagai macam wadah budidaya ikan antara lain adalah kolam/ tambak, bak, akuarium dan karamba jaring terapung.

Media Budidaya Ikan

Ikan sebagai salah satu jenis organisme yang hidup pada suatu perairan, jika manusia melakukan kegiatan budidaya yaitu memproduksi organisme tersebut dalam suatu lingkungan perairan yang terbatas dan terkontrol dengan baik maka manusia harus memahami tentang lingkungan perairan dimana ikan tersebut dapat tumbuh dan berkembangbiak seperti di habitat aslinya. Lingkungan perairan tempat ikan yang dibudidayakan tumbuh dan berkembang biasa disebut dengan media. Media yang dapat dipergunakan untuk melakukan kegiatan budidaya ikan ada beberapa persyaratan-persyaratan agar ikan dapat tumbuh dan berkembangbiak pada wadah yang terbatas tersebut. Dalam buku teks ini akan dibahas tentang berbagai

macam sumber air yang dapat dipergunakan untuk kegiatan budidaya ikan, berbagai macam parameter kualitas air yang akan mendukung kegiatan budidaya ikan dan bagaimana kita melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter kualitas air yang sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme air yang akan dibudidayakan.

Dalam bahasan sumber air berisi tentang sumber air yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan ada beberapa macam. Berdasarkan asalnya sumber air yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan yaitu air hujan yang mengalami limpasan/berakumulasi sementara ditempat-tempat rendah misalnya : air sungai, waduk, danau dan rawa. Selain itu air permukaan dapat juga didefenisikan sebagai air yang berada disungai, danau, waduk, rawa dan badan air lainnya yang tidak mengalami infiltrasi kedalam. Sumber air permukaan tersebut sudah banyak dipergunakan untuk kegiatan budidaya ikan. Sedangkan air tanah yaitu air hujan yang mengendap atau air yang berada dibawah permukaan tanah. Air tanah yang saat ini digunakan untuk kegiatan budidaya dapat diperoleh melalui cara pengeboran air tanah dengan kedalaman tertentu sampai diperoleh titik sumber air yang akan keluar dan dapat dipergunakan untuk kegiatan budidaya.

Pada topik tentang parameter kualitas air akan dibahas tentang beberapa parameter kualitas air dari berbagai aspek antara lain adalah aspek fisik, aspek kimia dan aspek biologi. Dari aspek fisik akan dibahas secara detail tentang beberapa parameter fisik dari suatu perairan yang sangat berpengaruh dalam melakukan kegiatan budidaya ikan antara lain adalah kepadatan/berat jenis air, kekentalan/viscosity, tegangan permukaan, suhu air, kecerahan dan kekeruhan air serta salinitas. Pada aspek secara kimia akan dibahas secara detail tentang beberapa parameter kimia yang sangat berpengaruh pada media budidaya ikan antara lain adalah oksigen, karbondioksida, pH, bahan organik dan garam mineral, nitrogen, alkalinitas dan kesadahan. Sedangkan pada aspek secara biologi akan dibahas tentang kepadatan dan kelimpahan plankton pada suatu wadah budidaya ikan yang sesuai untuk media budidaya ikan.

Pada topik pengukuran parameter kualitas air akan dibahas beberapa parameter kualitas air dari aspek fisik, kimia dan biologi dengan menggunakan beberapa peralatan pengukuran kualitas air yang sangat mudah pengoperasionalan alatnya dan tersedia di beberapa tempat budidaya. Dengan mengetahui nilai parameter kualitas air pada suatu media budidaya maka akan dapat dicegah suatu kejadian yang dapat merugikan bagi organisme air yang dibudidayakan sehingga tidak merugikan manusia. Seperti diketahui bahwa organisme air yang dipelihara dalam suatu wadah budidaya mempunyai kemampuan

untuk beradaptasi dengan media dimana ikan itu hidup, sehingga jika terjadi fluktuasi terhadap beberapa parameter kualitas air pada suatu lingkungan budidaya segera dilakukan penanganan dengan memberikan perlakuan khusus pada media budidaya.

Pengembangbiakan ikan

Ikan sebagai salah satu jenis organisme perairan yang sudah dapat dibudidayakan oleh manusia. Dengan melakukan kegiatan budidaya maka kebutuhan manusia akan ikan akan selalu tersedia sesuai dengan permintaan. Dalam melakukan kegiatan budidaya ikan untuk memperoleh hasil produksi yang maksimal dilakukan suatu program pengembangbiakan terhadap ikan yang akan dibudidayakan. Ilmu yang mendasari dalam program pengembangbiakan ikan adalah tentang biologi ikan, fisiologi ikan, kebiasaan hidup ikan, reproduksi ikan dan berbagai ilmu tentang rekayasa siklus reproduksi ikan. Ikan yang akan dibudidayakan harus dikelola dengan baik tentang persediaan induk ikan yang akan dibudidayakan. Pengembangbiakan ikan peliharaan akan berhasil jika tersedia induk yang baik. Ketersediaan induk ikan budidaya harus dikelola dengan baik untuk memperoleh benih ikan yang tepat waktu, tepat jumlah, tepat kualitas, tepat jenis dan tepat harga. Oleh karena itu dalam buku ini akan dibahas tentang beberapa hal yang berperan penting dalam melakukan

program pengembangbiakan ikan budidaya.

Ikan yang akan dibudidayakan adalah ikan yang telah mengalami domestikasi dalam lingkungan budidaya. Domestikasi adalah pemindahan suatu organisme dari habitat lama ke habitat baru dalam hal ini manusia biasa memperoleh ikan dengan cara mengambil dari alam kemudian dipelihara dalam suatu lingkungan yang terbatas yaitu kolam pemeliharaan. Suatu jenis ikan dalam sistem budidaya ikan dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat domestikasinya menjadi empat tingkat yaitu :

1. Domestikasi sempurna, yaitu apabila seluruh siklus hidup ikan sudah dapat dipelihara di dalam sistem budidaya. Contoh beberapa jenis ikan asli Indonesia yang sudah terdomestikasi sempurna antara lain adalah ikan gurame, ikan baung dan bandeng.
2. Domestikasi dikatakan hampir sempurna apabila seluruh siklus hidupnya sudah dapat dipelihara di dalam sistem budidaya, tetapi keberhasilannya masih rendah. Ikan asli Indonesia yang terdomestikasi hampir sempurna antara lain adalah ikan betutu, balashark dan arwana.
3. Domestikasi belum sempurna apabila baru sebagian siklus hidupnya yang dapat dipelihara di dalam sistem budidaya. Contohnya antara lain adalah ikan Napoleon, ikan hias laut, ikan tuna.
4. Belum terdomestikasi apabila seluruh siklus hidupnya belum

dapat dipelihara di dalam sistem budidaya.

Jenis-jenis ikan yang sudah dapat dibudidayakan di Indonesia sangat banyak jumlahnya ada yang berasal dari perairan Indonesia asli atau diintroduksi dari negara lain. Jenis ikan introduksi yang sudah terdomestikasi secara sempurna di Indonesia adalah ikan Mas dan ikan Nila. Dengan banyaknya jenis ikan yang sudah terdomestikasi secara sempurna akan memudahkan manusia untuk melakukan kegiatan pengembangbiakan.

Pengembangbiakan ikan budidaya dapat dilakukan dengan cara tradisional, semi intensif ataupun intensif. Dengan melakukan pengembangbiakan ikan maka ketersediaan benih ikan secara kualitas dan kuantitas akan memadai. Penyediaan benih ikan budidaya saat ini dapat dilakukan oleh masyarakat dengan cara menangkap benih ikan dari alam (sungai, danau, laut dan sebagainya) atau dengan cara melakukan proses pemijahan ikan di dalam wadah budidaya. Pemijahan ikan budidaya di dalam wadah budidaya dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu pemijahan ikan secara alami, pemijahan ikan secara semi buatan dan pemijahan ikan secara buatan.

Pemijahan ikan secara alami adalah pemijahan ikan tanpa campur tangan manusia, terjadi secara alamiah (tanpa pemberian rangsangan hormon) di dalam wadah budidaya. Jenis ikan yang sudah dapat dilakukan pemijahan secara alami didalam wadah budidaya antara lain adalah ikan Mas, ikan

Nila, ikan Bandeng, ikan Kerapu, ikan Kakap, ikan Gurame, ikan Baung, ikan Lele. Pemijahan ikan secara semi intensif adalah pemijahan ikan yang terjadi dengan memberikan rangsangan hormon untuk mempercepat kematangan gonad, tetapi proses ovulasinya terjadi secara alamiah di kolam. Jenis ikan yang sudah dapat dilakukan pemijahan secara semi buatan antara lain adalah ikan Bawal, ikan Lele, ikan Kakap, ikan Kerapu. Pemijahan ikan secara buatan adalah pemijahan ikan yang terjadi dengan memberikan rangsangan hormon untuk mempercepat kematangan gonad serta proses ovulasinya dilakukan secara buatan dengan teknik *stripping*/pengurutan. Jenis ikan yang sudah dapat dilakukan pemijahan secara buatan antara lain adalah ikan Patin, ikan Mas, ikan Lele.

Dalam buku ini akan dibahas tentang bagaimana cara melakukan kegiatan produksi budidaya ikan mulai dari kegiatan pembenihan ikan, kegiatan pendederan ikan, kegiatan pembesaran ikan dan kegiatan pemanenan ikan. Kegiatan pembenihan ikan merupakan suatu kegiatan budidaya yang menghasilkan benih ikan. Benih ikan dalam budidaya ikan diperoleh dari induk ikan, oleh karena itu sebelum melakukan kegiatan pembenihan ikan harus dipahami terlebih dahulu tentang teknik seleksi induk ikan, karena benih ikan yang unggul diperoleh dari induk yang unggul. Jika dalam melakukan kegiatan pembenihan ikan tidak memperhatikan tentang seleksi induk yang baik maka akan memperoleh

benih ikan yang tidak bermutu. Benih ikan yang diperoleh dari hasil pembenihan ikan akan dilakukan tahapan pemeliharaan yang disebut dengan kegiatan pendederan. Pendederan adalah kegiatan pemeliharaan ikan untuk menghasilkan benih yang siap ditebarkan pada kegiatan pembesaran ikan. Pada beberapa jenis ikan air tawar ada beberapa tahapan kegiatan pendederan ikan untuk mempercepat siklus perputaran produksi, seperti pada budidaya ikan mas ada beberapa tahapan pendederan, misalnya pendederan pertama menghasilkan benih ikan berukuran 2 – 3 cm, pendederan kedua menghasilkan benih ikan berukuran 5 – 8 cm. Baru kemudian berlanjut pada kegiatan produksi selanjutnya yaitu pembesaran ikan. Kegiatan pembesaran ikan merupakan kegiatan budidaya yang memelihara benih ikan sampai berukuran konsumsi. Dengan melakukan seluruh kegiatan budidaya ikan mulai dari pembenihan sampai pembesaran ikan maka kegiatan pengembangbiakan ikan budidaya telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia akan sumber pangan dan non pangan yang relatif murah.

Nutrisi ikan

Kajian tentang nutrisi ikan sangat diperlukan untuk memahami kebutuhan ikan akan zat gizi yang dibutuhkan ikan agar tumbuh dan berkembang. Zat gizi yang dibutuhkan oleh ikan agar dapat

tumbuh dan berkembang meliputi tentang kandungan protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral. Zat gizi tersebut pada setiap jenis ikan mempunyai kebutuhan yang berbeda-beda. Oleh karena itu sangat diperlukan pengetahuan tentang kebutuhan zat gizi tersebut bagi setiap jenis ikan yang akan dibudidayakan. Dalam kegiatan budidaya ikan biasanya para petani ikan sangat membutuhkan pakan yang akan diberikan pada ikan yang dibudidayakan pada wadah budidaya. Pakan yang diberikan ada dua jenis yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami adalah jasad hidup yang diberikan sebagai pakan pada organisme air. Sedangkan pakan buatan adalah pakan yang dibuat dari berbagai macam bahan baku hewani dan nabati dengan memperhatikan kandungan gizi, sifat dan ukuran ikan yang akan mengkonsumsi pakan tersebut dengan cara dibuat oleh manusia dengan bantuan peralatan pakan. Pada pakan alami dan pakan buatan harus diperhatikan tentang kandungan zat gizinya agar ikan yang diberi pakan tersebut dapat tumbuh dan berkembang.

Dengan memahami kebutuhan nutrisi setiap ikan yang dibudidayakan maka kebutuhan zat gizi ikan akan terpenuhi. Seperti diketahui pakan atau makanan yang dikonsumsi oleh ikan merupakan sumber energi utama dalam tubuh ikan. Makanan yang masuk ke dalam tubuh ikan akan diubah menjadi energi kimia dan disimpan oleh tubuh dalam bentuk ATP (Adenosin triphosphat). Energi yang diperoleh dari makanan itu yang akan

digunakan oleh ikan untuk kegiatannya. Dalam buku ini akan dibahas tentang penggunaan energi yang berasal dari pakan oleh ikan dan bagaimana penyebarannya dalam proses metabolisme ikan. Energi yang diperoleh dari makanan akan dapat memberikan pertumbuhan dan perkembangan ikan budidaya jika makanan yang diberikan mempunyai kandungan nutrisi yang cukup untuk setiap jenis ikan. Oleh karena itu sangat penting mengetahui kebutuhan energi untuk setiap jenis ikan. Seperti diketahui bahwa pakan buatan harus mengandung energi lebih dari 3000 kilokalori agar dapat memberikan pertumbuhan yang baik bagi ikan budidaya.

Setelah memahami tentang energi yang dibutuhkan oleh setiap jenis ikan maka pengetahuan tentang sumber nutrisi utama sebagai sumber energi yaitu protein, lemak dan karbohidrat serta vitamin dan mineral harus dipelajari agar kebutuhan ikan akan nutrisi tercukupi. Protein adalah suatu molekul kompleks yang besar (makromolekul), yang terbentuk dari molekul asam amino (20 macam), dimana asam amino satu sama lain berhubungan dengan ikatan peptida. Protein merupakan nutrisi utama yang mengandung nitrogen dan merupakan unsur utama dari jaringan dan organ tubuh hewan dan juga senyawa nitrogen lainnya seperti asam nukleat, enzim, hormon, vitamin dan lain-lain. Protein dibutuhkan sebagai sumber energi utama karena protein ini terus menerus diperlukan dalam makanan untuk pertumbuhan dan perbaikan

jaringan yang rusak. Protein sangat dibutuhkan oleh ikan sebagai sumber utama energi dan pada ikan kebutuhan protein ini bervariasi bergantung pada jenis ikan yang dibudidayakan. Kebutuhan ikan akan protein ini berkisar antara 20 – 60% dan kebutuhan protein ini sudah sampai pada kebutuhan asam amino setiap jenis ikan dimana setiap jenis ikan kebutuhannya akan asam amino sangat spesifik. Protein yang diberikan pada ikan budidaya tidak boleh berlebih ataupun kekurangan harus tepat karena kalau berlebih ataupun kekurangan akan memberikan pertumbuhan yang negatif. Kelebihan protein dalam pakan akan mengakibatkan ikan memerlukan energi ekstra untuk melakukan proses deaminasi dan mengeluarkan amoniak sebagai senyawa yang bersifat racun sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan akan berkurang. Kekurangan protein dalam pakan jelas akan mengakibatkan pertumbuhan yang negatif karena protein yang disimpan didalam jaringan otot akan dirombak menjadi sumber energi sehingga pertumbuhan menjadi terhambat.

Pengetahuan nutrisi ikan selanjutnya adalah karbohidrat, karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen dalam perbandingan yang berbeda-beda. Karbohidrat adalah sumber energi yang murah dan dapat menggantikan protein yang mahal sebagai sumber energi. Karbohidrat pada manusia dan hewan darat merupakan sumber energi utama sedangkan pada ikan karbohidrat merupakan sumber

energi yang disebut dengan *Protein Sparing Effect* yaitu karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi pengganti bagi protein, karbohidrat sebagai mitra protein jika tubuh kekurangan protein maka karbohidrat akan dipecah sebagai pengganti energi yang berasal dari protein. Dengan menggunakan karbohidrat dan lemak sebagai sumber bahan baku maka hal ini dapat mengurangi harga pakan. Pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi dalam tubuh dapat juga dipengaruhi oleh aktivitas enzim dan hormon. Enzim dan hormon ini penting untuk proses metabolisme karbohidrat dalam tubuh seperti glikolisis, siklus asam trikarboksilat, jalur pentosa fosfat, glukoneogenesis dan glikogenesis. Selain itu dalam aplikasi pembuatan pakan karbohidrat seperti zat tepung, agar-agar, alga, dan getah dapat juga digunakan sebagai pengikat makanan (binder) untuk meningkatkan kestabilan pakan dalam air pada pakan ikan dan udang.

Kemampuan setiap jenis ikan dalam memanfaatkan karbohidrat berbeda-beda, kebutuhan karbohidrat bagi ikan budidaya berkisar antara 20 – 40%. Hal ini dikarenakan enzim yang mencerna karbohidrat yaitu amilase pada ikan omnivora dan herbivora aktivitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan ikan karnivora, oleh karena itu pada pencernaan karbohidrat pada ikan karnivora lebih rendah dibandingkan dengan ikan herbivora dan omnivora. Selain itu kemampuan sel memanfaatkan glukosa sebagai bentuk sederhana dari karbohidrat dan sumber energi yang paling cepat

diserap didalam sel pada ikan herbivora dan omnivora lebih besar dibandingkan dengan ikan karnivora. Pengetahuan tentang kebutuhan karbohidrat pada komposisi nutrisi pakan setiap jenis ikan perlu dipelajari agar dapat menyusun kebutuhan nutrisi ikan yang tepat dan murah.

Kebutuhan nutrisi ikan selanjutnya adalah lemak. Lemak sebenarnya adalah bagian dari lipid. Lipid adalah senyawa organik yang tidak larut dalam air tapi dapat diekstraksi dengan pelarut nonpolar seperti kloroform, eter dan benzena. Lipid itu terdiri dari lemak, minyak, malam dan senyawa-senyawa lain yang ada hubungannya. Perbedaan lemak dan minyak adalah pada titik cairnya dimana lemak cenderung lebih tinggi titik cairnya karena molekulnya lebih berat dan rantai molekulnya lebih panjang. Kebutuhan ikan akan lemak juga bervariasi antara 4 – 18% dan setiap jenis ikan mempunyai kebutuhan yang spesifik.

Nutrien yang digunakan oleh ikan sebagai katalisator (pemacu) terjadinya proses metabolisme di dalam tubuh ikan adalah vitamin. Vitamin merupakan salah satu nutrisi yang bukan merupakan sumber tenaga tetapi sangat dibutuhkan untuk kelangsungan semua proses di dalam tubuh. Vitamin merupakan senyawa organik dan biasa disebut *dietary essential* yaitu harus diberikan dari luar tubuh karena tubuh tidak dapat mensintesis sendiri, kecuali beberapa vitamin misalnya vitamin C pada ayam dan vitamin B pada ruminansia. Menurut Steffens (1989) vitamin adalah

senyawa organik dengan berat molekul rendah dengan komposisi dan fungsi yang beragam dimana sangat penting untuk kehidupan tetapi tidak dapat disintesis (atau hanya disintesis dalam kuantitas yang tidak cukup/terbatas) oleh hewan tingkat tinggi dan oleh sebab itu harus disuplai dari makanan.

Vitamin dibutuhkan oleh ikan dalam jumlah yang tidak banyak tetapi kekurangan vitamin dalam komposisi pakan akan membawa dampak negatif bagi ikan budidaya. Pada buku teks ini akan dibahas tentang berbagai macam vitamin, fungsi dan peranannya, kebutuhan berbagai jenis ikan akan vitamin dan dampak yang diakibatkan jika dalam komposisi pakan kekurangan vitamin. Vitamin berdasarkan klasifikasinya dikelompokkan menjadi dua yaitu vitamin yang larut dalam air dan vitamin yang larut dalam lemak. Vitamin yang larut dalam air mempunyai sifat bergerak bebas didalam badan, darah dan limpa, mudah rusak dalam pengolahan, mudah hilang karena tercuci atau terlarut oleh air keluar dari badan, tidak stabil dalam penyimpanan, kecuali vitamin B12 dapat disimpan dalam hati selama beberapa tahun, berfungsi sebagai koenzim atau kofaktor dalam reaksi enzimatik, kecuali vitamin C dan kelebihan vitamin ini di dalam tubuh akan dieksresikan ke dalam urin. Jenis vitamin yang larut dalam air adalah vitamin B1 (Tiamin), vitamin B2 (Riboflavin), vitamin B3 (Niasin), vitamin B5 (Asam pantotenat), vitamin B6 (Piridoksin), vitamin B12 (Kobalamin), biotin, asam folat, inositol, kolin dan vitamin C. Kelompok yang kedua adalah

vitamin yang larut dalam lemak. Kelompok vitamin yang larut dalam lemak mempunyai sifat dapat disimpan dalam hati dan jaringan-jaringan lemak, tidak larut dalam air maka vitamin ini tidak dapat dikeluarkan atau dieksresikan akibatnya vitamin ini dapat ditimbun dalam tubuh jika dikonsumsi dalam jumlah banyak. Kelompok vitamin ini terdiri dari vitamin A, vitamin D, vitamin E dan vitamin K.

Kebutuhan ikan akan vitamin sangat ditentukan oleh ukuran atau umur ikan, kandungan nutrisi pakan, laju pertumbuhan dan lingkungan dimana ikan itu hidup. Vitamin merupakan koenzim yang sangat diperlukan dalam metabolisme tubuh. Bila kekurangan vitamin maka ikan akan memberikan gejala-gejala yang spesifik untuk setiap jenis vitamin. Penggunaan vitamin dalam pakan ikan biasanya memakai vitamin yang sintetik karena ikan tidak dapat menggunakan bahan makanan yang segar, kecuali pada beberapa jenis ikan herbivora yang dapat memanfaatkan vitamin dari daun. Pada proses pembuatan pakan ikan, kehilangan vitamin tidak dapat dihindarkan karena sifat vitamin tersebut. Oleh karena itu perlu diperhitungkan kandungan vitamin yang tepat pada waktu menyusun formulasi pakan.

Nutrien selanjutnya yang bukan merupakan sumber energi tetapi berperan sebagai kofaktor dalam setiap proses metabolisme adalah mineral. Mineral merupakan unsur anorganik yang dibutuhkan oleh organisme perairan (ikan) untuk proses hidupnya secara normal. Ikan

sebagai organisme air mempunyai kemampuan untuk menyerap beberapa unsur anorganik ini tidak hanya dari makanannya saja tetapi juga dari lingkungannya. Jumlah mineral yang dibutuhkan oleh ikan dalam jumlah yang sedikit tetapi mempunyai fungsi yang sangat penting. Dalam penyusunan pakan buatan mineral mix biasanya ditambahkan berkisar antara 2 – 5 % dari total jumlah bahan dan bergantung pada jenis ikan yang akan mengkonsumsinya. Walaupun sangat sedikit yang dibutuhkan oleh ikan mineral mempunyai fungsi yang sangat utama dalam tubuh ikan. Dalam buku teks ini akan dijelaskan secara detail tentang kebutuhan mineral pada ikan yang dibudidayakan serta dampak yang diakibatkan jika ikan kekurangan mineral dalam komposisi pakannya.

Mineral berdasarkan konsentrasinya di dalam tubuh hewan dikelompokkan menjadi dua kelompok, kelompok pertama adalah mineral makro yaitu mineral yang konsentrasinya dalam tubuh organisme dibutuhkan dalam jumlah besar (lebih dari 100 mg/kg pakan kering) terdiri dari Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sodium (Na), Potassium (K), Phosphorus (P), Chlorine (Cl) dan Sulphur (S).

Kelompok yang kedua adalah mineral mikro yaitu mineral yang konsentrasinya dalam tubuh setiap organisme dibutuhkan dalam jumlah sedikit (kurang dari 100 mg/kg pakan kering) terdiri dari Besi (Fe), Tembaga (Cu), Mangan (Mn), Seng (Zn), Cobalt (Co), Molybdenum (Mo), Cromium (Cr), Selenium (Se),

Fluorinr (F), Yodium (I), Nickel (Ni) dan lain-lain.

Teknologi pakan buatan

Dalam buku teks ini akan diuraikan secara jelas tentang berbagai kajian yang mendukung dalam membuat suatu rekayasa dalam membuat pakan ikan. Beberapa subtopik akan dibahas antara lain adalah jenis-jenis bahan baku, bagaimana cara menyusun formulasi pakan ikan dari yang sangat sederhana sampai teknologi komputer, bagaimana prosedur pembuatan pakan dari skala rumah tangga sampai pabrikasi, dan bagaimana melakukan pengelolaan terhadap pakan yang sangat membutuhkan keahlian tersendiri agar dalam melakukan suatu usaha budidaya ikan menguntungkan. Dimana kita tahu bahwa pakan buatan merupakan biaya operasional tertinggi kurang lebih 60% dari total biaya produksi, jika kita dapat mengelola dengan baik penggunaan pakan buatan dalam suatu uasaha budidaya ikan maka biaya pakan akan dapat dikurangi dan pertumbuhan ikan terjadi secara optimal sehingga keuntungan produksi meningkat. Selain itu dalam proses pemberian pakan pada ikan sebagai organisme air yang hidup dalam media air maka harus diketahui juga tentang kaitan antara pakan ikan dan kualitas air, sehingga pakan yang diberikan selama proses budidaya ikan berlangsung tidak memberikan dampak negatif terhadap media budidaya.

Jenis-jenis bahan baku yang dapat digunakan untuk membuat pakan ikan dapat dikelompokkan kedalam bahan baku hewani yaitu jenis-jenis bahan baku yang berasal dari hewan, bahan baku nabati yaitu jenis-jenis bahan baku yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan bahan baku limbah industri yaitu bahan baku yang berasal dari hasil pengolahan industri pertanian, perikanan yang sudah tidak digunakan tetapi masih dapat diolah untuk sumber bahan baku pakan.

Penyusunan formulasi pakan merupakan suatu kompetensi yang harus dimiliki oleh para pembudidaya ikan yang akan membuat pakan ikan sendiri karena pakan ikan yang dibuat sendiri mempunyai keuntungan yang lebih baik dibandingkan dengan membeli dipasar. Pakan ikan yang dibuat sendiri mempunyai formulasi sesuai dengan kebutuhan ikan yang akan mengkonsumsi pakan tersebut. Karena setiap jenis ikan mempunyai kebutuhan kandungan nutrisi/zat gizi yang spesifik. Oleh karena itu dalam menyusun formulasi pakan harus dibuat perencanaan yang tepat tentang peruntukannya jenis dan umur ikan yang akan mengkonsumsinya. Dalam menyusun formulasi pakan ada beberapa metode yang dapat digunakan antara lain adalah metode segiempat/*square methods* merupakan metode penyusunan formulasi pakan yang paling lama sebagai dasar utama dalam menyusun formulasi pakan, selanjutnya adalah metode coba-coba/*trial and error* yaitu metode penyusunan formulasi pakan yang

dilakukan dengan cara mencoba berbagai bahan dengan komposisi disesuaikan dengan kandungan gizi setiap bahan baku dan merupakan kelanjutan dari metode segiempat. Metode selanjutnya adalah metode aljabar merupakan suatu metode penyusunan formulasi pakan dengan menggunakan persamaan matematika yaitu persamaan aljabar dan keempat juga menggunakan persamaan matematika yaitu persamaan linier. Penyusunan formulasi pakan dengan menggunakan persamaan matematika dapat menggunakan alat bantu komputer apabila anda bisa membuat program matematika tersebut dalam komputer. Selain itu ada juga yang menyusun formulasi pakan ikan dengan metode *worksheet* yang prinsipnya hampir sama dengan persamaan sebelumnya, perbedaannya hanya menggunakan lembar kerja setiap langkah untuk memudahkan dalam penyusunan formulasi.

Pakan ikan dibuat oleh para produsen untuk memenuhi kebutuhan produksi budidaya ikan. Jika para pembudidaya ikan dapat membuat pakan ikan sendiri akan sangat menguntungkan apabila dipahami prosedur pembuatan pakan ikan yang benar. Pakan ikan dapat dibuat secara skala rumah tangga maupun secara pabrikasi. Prinsip dalam pembuatan pakan ikan yang harus dipahami adalah bagaimana prosedur yang benar dalam membuat pakan ikan. Pakan ikan berbeda dengan pakan ternak, pakan ikan dibuat untuk dikonsumsi oleh ikan yang hidup di air, mempunyai ukuran lambung yang

pendek, dan tidak langsung dapat dikonsumsi ikan tetapi berhubungan dengan media air dimana ikan hidup. Oleh karena itu dalam prosedur pembuatan pakan harus diperhatikan dengan benar tentang komposisi bahan baku yang akan digunakan dalam membuat pakan ikan, bentuk bahan baku yang akan digunakan harus dalam bentuk tepung. Oleh karena itu tahapan pertama dalam prosedur pembuatan pakan adalah membuat tepung semua bahan baku yang disebut dengan *milling*. Peralatan yang dapat digunakan untuk melakukan penepungan bahan baku ada berbagai macam bergantung pada kapasitas bahan baku yang akan ditepung mulai dari *disc mill*, *hammer mill* dan lain-lain. Prosedur selanjutnya setelah bahan baku ditepung adalah melakukan penimbangan bahan baku jika proses pembuatan pakan dilakukan secara skala rumah tangga, tetapi jika pembuatan pakan dilakukan secara pabrikasi maka langkah selanjutnya adalah pencampuran atau *mixing*. Setelah dilakukan pencampuran langkah selanjutnya adalah pembuatan adonan sampai benar-benar tercampur secara sempurna, kemudian pencetakan pakan buatan atau *pelleting*. Pakan yang telah terbentuk sesuai dengan keinginan pembuat jika dilakukan secara skala rumah tangga maka pakan tersebut harus dilakukan pengeringan atau *drying*, tetapi jika dilakukan secara pabrikasi dimana peralatan pembuatan pakannya telah dilengkapi dengan peralatan *steam* untuk mengeringkan pakan sehingga tidak dibutuhkan proses pengeringan pakan. Langkah terakhir dalam proses pembuatan pakan adalah

pengemasan dan pengangkutan pakan kepada para konsumen.

Pakan dibutuhkan dalam suatu usaha budidaya ikan dapat berasal dari pakan alami dan pakan buatan. Pada usaha budidaya ikan yang intensif pakan yang digunakan dalam usaha tersebut adalah pakan buatan. Oleh karena itu harus dibuat suatu manajemen pakan yang baik agar pakan yang digunakan benar efisien dan efektif. Penggunaan pakan yang benar dalam proses budidaya akan sangat menguntungkan para pembudidaya.

Selain itu ikan sebagai organisme air maka habitatnya selalu berada didalam air. Oleh karena itu bagaimana para pembudidaya ikan harus memahami keterkaitan antara pakan ikan dan kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan ikan. Saat ini telah ditemukan tentang formulasi pakan ikan yang ramah lingkungan yang memperhatikan kandungan gizi pakan dengan dampaknya terhadap kualitas air sebagai media budidaya ikan.

Teknologi pakan alami

Pada bab sebelumnya telah dibahas tentang pakan buatan, pada bab ini akan dibahas tentang jenis-jenis pakan alami yang dapat digunakan dalam budidaya ikan, bagaimana melakukan budidaya berbagai jenis pakan alami yang dapat dikonsumsi oleh ikan terdiri dari phytoplankton, zooplankton dan bentos. Plankton adalah organisme renik yang hidup melayang-layang mengikuti pergerakan air. Plankton didalam

perairan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu phytoplankton dan zooplankton. Phytoplankton adalah organisme renik yang hidup melayang-layang mengikuti pergerakan air yang berasal dari jasad nabati sedangkan zooplankton adalah organisme renik yang hidup melayang-layang mengikuti pergerakan air yang berasal dari jasad hewani. Sedangkan bentos adalah organisme air yang hidup didasar perairan .

Jenis-jenis phytoplankton dan zooplankton yang dapat dibudidayakan dapat dikelompokkan berdasarkan habitatnya adalah plankton air tawar dan plankton air laut. Plankton air tawar digunakan untuk ikan-ikan air tawar dan plankton air laut digunakan untuk ikan-ikan air laut. Begitu juga dengan bentos disesuaikan dengan habitatnya tetapi bentos yang sudah dapat dibudidayakan pada umumnya adalah yang berasal dari air tawar.

Untuk meningkatkan mutu dari pakan alami saat ini sudah dapat dilakukan teknologi bioenkapsulasi yaitu proses peningkatan mutu dari zooplankton yang telah dibudidayakan untuk meningkatkan kelangsungan hidup larva yang mengkonsumsi pakan alami tersebut. Ada berbagai macam bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan mutu dari zooplankton tersebut. Dalam buku teks ini akan dibahas berbagai cara dan bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan mutu dari pakan alami.

Hama dan penyakit ikan

Pada setiap kegiatan budidaya ikan pasti akan terdapat kendala yang dapat menyebabkan berkurangnya produktivitas dalam suatu usaha. Penyebab utama terjadinya kegagalan produksi ikan budidaya biasanya disebabkan oleh karena adanya hama dan penyakit yang menyerang dalam wadah budidaya ikan. Karena ikan yang sakit tidak akan mengalami pertumbuhan berat badan yang optimal dan hal ini sangat merugikan bagi para pembudidaya. Agar tidak terjadi serangan hama dan penyakit ikan dalam wadah budidaya maka sebelum dilakukan kegiatan budidaya harus dilakukan treatment pada wadah yang akan digunakan seperti membersihkan wadah budidaya, penggunaan air yang baik secara kualitas dan kuantitas, peralatan yang akan digunakan untuk kegiatan budidaya telah disucihamakan, jangan memelihara ikan yang sakit dengan ikan yang sehat secara bersamaan, membuang segera ikan yang sakit. Jika ikan telah terserang hama dan penyakit ikan maka langkah yang harus dilakukan adalah melakukan pengobatan terhadap ikan yang sakit.

Dalam buku teks ini akan dibahas tentang jenis-jenis hama dan penyakit yang biasa menyerang ikan budidaya, beberapa kegiatan pengendalian terhadap serangan hama dan penyakit ikan serta cara melakukan pengobatan jika ikan yang dibudidayakan telah terserang hama dan penyakit ikan. Hama adalah makhluk hidup yang

menyerang atau memangsa ikan yang dipelihara sehingga ikan tersebut mati. Jenis hama ada beberapa macam ada hama yang menyerang larva ikan, benih ikan atau ikan ukuran besar. Penyakit ikan adalah suatu akibat dari interaksi tiga komponen yaitu lingkungan, ikan itu sendiri dan agen penyakit yang menyebabkan ikan yang dibudidayakan menjadi sakit dan dapat menyebabkan kematian. Penyakit ikan ini dapat disebabkan oleh berbagai hal diantaranya adalah penyakit ikan yang disebabkan oleh virus, bakteri, jamur, parasit dan makanan. Pada bagian selanjutnya akan dibahas secara detail jenis-jenis penyakit dan cara penanggulangannya serta pengobatannya.

Pemasaran

Pada bab ini akan dibahas tentang pengertian pemasaran, ciri-ciri pemasaran hasil perikanan, perencanaan dan target penjualan, estimasi harga jual, sistem penjualan dan strategi promosi. Dengan mempelajari materi pemasaran ini diharapkan pembaca dapat memahami tentang pemasaran hasil produksi budidaya ikan dengan berbagai karakteristik produk perikanan yang laku jual dimasyarakat.

Analisa Usaha Budidaya Ikan

Dalam suatu kegiatan budidaya tujuan dilakukannya produksi adalah untuk memenuhi kebutuhan

masyarakat akan produk hasil budidaya ikan. Budidaya ikan sebagai salah satu usaha yang menghasilkan ikan untuk dijual yang berarti akan mendapatkan suatu nilai tambah bagi para pembudidayanya. Dalam bab ini akan dibahas tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar suatu usaha budidaya ikan menguntungkan dikaji dari aspek ekonomi. Oleh karena itu akan dibahas tentang pengertian studi kelayakan, Net Present Value (NPV), Net Benefit Cost Ratio (NBC Ratio), Internal Rate of return, Analisis break Event Point (BEP), dan aplikasi analisa usaha. Dalam melakukan usaha budidaya ikan diharapkan produk yang dihasilkan akan terjual semua dan mempunyai harga yang sesuai dengan keinginan penjual sehingga akan diperoleh keuntungan. Jika dalam melakukan suatu usaha tidak mendapatkan keuntungan sebagai upah dari mengelola usaha budidaya ikan maka para pembudidaya ikan tidak akan tertarik untuk membudidayakan komoditas perikanan. Seperti kita ketahui budidaya ikan pada kondisi lahan yang semakin lama semakin terbatas karena bertambahnya populasi manusia di bumi harus selalau dibudidayakan dan memberikan nilai tambah bagi para pembudidaya.

Kesehatan dan keselamatan kerja

Pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja pada suatu usaha budidaya ikan harus dapat diaplikasikan. Dengan melaksanakan Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan suatu upaya untuk menciptakan tempat kerja yang

aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi dan atau bebas dari kecelakaan kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja.

Peraturan tentang kesehatan dan keselamatan kerja pada dunia usaha dan dunia industri telah diatur oleh negara yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja. Usaha budidaya ikan merupakan suatu kegiatan yang dapat dilakukan ditempat tertutup atau terbuka seperti kolam, tambak, jaring terapung. Oleh karena itu harus diperhatikan tentang kesehatan dan keselamatan kerja selama melakukan kegiatan budidaya diberbagai tempat kerja. Tempat kerja merupakan suatu ruangan atau lapangan, tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap dimana tenaga kerja bekerja atau sering dimasuki tempat kerja untuk keperluan usaha dimana terdapat sumber atau

sumber-sumber bahaya. Dengan melakukan budidaya ikan secara intensif untuk memperoleh target produksi yang telah ditetapkan maka kesehatan dan keselamatan kerja harus selalu diperhatikan agar tidak terjadi kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh kecerobohan atau kelalaian manusia.

BAB II WADAH BUDIDAYA IKAN

2.1. Jenis-Jenis Wadah Budidaya Ikan

Dalam budidaya ikan air tawar dan laut, ada beberapa jenis wadah yang dapat digunakan antara lain adalah kolam, bak, akuarium, jaring terapung/ karamba jaring apung. Kolam dapat digunakan sebagai wadah untuk budidaya ikan air tawar sedangkan bak, akuarium, jaring terapung dapat digunakan untuk melakukan budidaya ikan air tawar dan laut. Kolam dan bak berdasarkan defenisinya dibedakan karena kolam dalam bahasa Inggrisnya pond adalah suatu wadah yang dapat menampung air dalam luasan yang terbatas, sengaja dibuat oleh manusia dengan cara melakukan penggalian tanah pada lahan tertentu dengan kedalaman rata-rata berkisar antara 1,5 – 2,0 m dan sumber air bermacam-macam. Sedangkan bak atau tanki adalah suatu wadah budidaya ikan yang sengaja dibuat oleh manusia yang berada diatas permukaan tanah yang

dapat menampung air dengan bahan baku yang digunakan untuk membuat bak tersebut disesuaikan dengan kebutuhan manusia.

Jenis-jenis kolam dapat dibedakan berdasarkan sistem budidaya yang akan diterapkan dan sumber air yang digunakan. Sedangkan jenis-jenis bak atau tanki ini biasanya dikelompokkan berdasarkan bahan baku pembuatannya yaitu yang terbuat dari beton disebut bak beton, yang terbuat dari kayu dilapisi dengan plastik disebut bak plastik, yang terbuat dari serat fiber disebut bak fiber. Akuarium merupakan salah satu wadah yang digunakan untuk budidaya ikan yang terbuat dari kaca dan mempunyai ukuran tertentu. Jaring terapung merupakan suatu wadah budidaya ikan air tawar dan laut yang sengaja dibuat oleh manusia untuk membatasi air yang berada dalam suatu perairan umum (danau, laut, waduk, sungai) agar dapat digunakan untuk membudidayakan ikan.

2.1.1. Kolam

Jenis-jenis kolam yang akan digunakan sangat tergantung kepada sistem budidaya yang akan diterapkan. Ada tiga sistem budidaya ikan air yang biasa dilakukan yaitu :

1. Tradisional/ekstensif, kolam yang digunakan adalah kolam tanah yaitu kolam yang keseluruhan bagian kolamnya terbuat dari tanah (Gambar 2.1).
2. Semi intensif, kolam yang digunakan adalah kolam yang bagian kolamnya(dinding pematang) terbuat dari tembok sedangkan dasar kolamnya terbuat dari tanah (Gambar 2.2).
3. Intensif, kolam yang digunakan adalah kolam yang keseluruhan bagian kolam terdiri dari tembok (Gambar 2.3).

Jenis-jenis kolam berdasarkan sumber air yang digunakan adalah kolam air mengalir/*running water* dengan sumber air berasal dari sungai atau saluran irigasi dimana pada kolam tersebut selalu terjadi aliran air yang debitnya cukup besar (50 l/detik) dan kolam air tenang/*stagnant water* dengan sumber air yang digunakan untuk kegiatan budidaya adalah sungai, saluran irigasi, mata air, hujan dan lain-lain tetapi aliran air yang masuk ke dalam kolam sangat sedikit debit airnya (0,5 – 5 l/detik) dan hanya berfungsi menggantikan air yang meresap dan menguap.



Gambar 2.1. Kolam tanah



Gambar 2.2. Kolam semiintensif



Gambar 2.3. Kolam Intensif

Jenis-jenis kolam yang dibutuhkan untuk membudidayakan ikan berdasarkan proses budidaya dan fungsinya dapat dikelompokkan menjadi beberapa kolam antara lain adalah kolam pemijahan, kolam

penetasan, kolam pemeliharaan/pembesaran, kolam pemberokan induk.

Kolam pemijahan adalah kolam yang sengaja dibuat sebagai tempat perkawinan induk-induk ikan budidaya. Ukuran kolam pemijahan ikan bergantung kepada ukuran besar usaha, yaitu jumlah induk ikan yang akan dipijahkan dalam setiap kali pemijahan. Bentuk kolam pemijahan biasanya empat persegi panjang dan lebar kolam pemijahan misalnya untuk kolam pemijahan ikan mas sebaiknya tidak terlalu berbeda dengan panjang kakaban. Sebagai patokan untuk 1 kg induk ikan mas membutuhkan ukuran kolam pemijahan 3 x 1,5 m dengan kedalaman air 0,75 – 1,00 m.

Kolam pemijahan sebaiknya dibuat dengan sistem pengairan yang baik yaitu mudah dikeringkan dan pada lokasi yang mempunyai air yang mengalir serta bersih. Selain itu kolam pemijahan harus tidak bocor dan bersih dari kotoran atau rumput-rumput liar (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Kolam Pemijahan

Kolam penetasan adalah kolam yang khusus dibuat untuk menetasakan

telur ikan, sebaiknya dasar kolam penetasan terbuat dari semen atau tanah yang keras agar tidak ada lumpur yang dapat mengotori telur ikan sehingga telur menjadi buruk atau rusak. Ukuran kolam penetasan disesuaikan juga dengan skala usaha. Biasanya untuk memudahkan perawatan dan pemeliharaan larva, ukurannya adalah 3 x 2 m atau 4 x 3 m (Gambar 2.5).



Gambar 2.5. Kolam Penetasan

Kolam pemeliharaan benih adalah kolam yang digunakan untuk memelihara benih ikan sampai ukuran siap jual (dapat berupa benih atau ukuran konsumsi). Kolam pemeliharaan biasanya dapat dibedakan menjadi kolam pendederan dan kolam pembesaran ikan. Pada kolam semi intensif atau tradisional sebaiknya tanah dasar kolam adalah tanah yang subur jika dipupuk dapat tumbuh pakan alami yang sangat dibutuhkan oleh benih ikan (Gambar 2.6).



Gambar 2.6. Kolam Pemeliharaan

Kolam pemberokan adalah kolam yang digunakan untuk menyimpan induk-induk ikan yang akan dipijahkan atau ikan yang akan dijual/angkut ke tempat jauh (Gambar 2.7)



Gambar 2.7. Kolam Pemberokan

2.1.2. Bak

Wadah budidaya ikan selanjutnya adalah bak atau tanki yang dapat digunakan untuk melakukan budidaya ikan. Berdasarkan proses budidaya ikan, jenis bak yang akan digunakan disesuaikan dengan skala produksi budidaya dan hampir sama dengan kolam dimana dapat dikelompokkan menjadi bak pemijahan, bak penetasan, bak pemeliharaan dan bak pemberokan.

Bak yang digunakan untuk melakukan pemijahan ikan biasanya adalah bak yang terbuat dari beton (Gambar 2.8) atau fiber (Gambar 2.9) sedangkan bak plastik (Gambar 2.10) biasanya digunakan untuk melakukan pemeliharaan larva ikan.



Gambar 2.8. Bak Beton



Gambar 2.9. Bak fiber



Gambar 2.10. Bak Plastik

2.1.3. Aquarium

Akuarium merupakan salah satu wadah pemeliharaan ikan yang relatif sangat mudah dalam perawatannya. Akuarium dapat digunakan untuk budidaya ikan tawar dan air laut biasanya pada proses kegiatan pembenihan ikan atau untuk pemeliharaan ikan hias. Akuarium ini terbuat dari bahan kaca dimana penamaan akuarium ini berasal dari bahasa latin yaitu aqua yang berarti air dan area yang berarti ruang. Jadi akuarium ini adalah ruangan yang terbatas untuk tempat air yang berpenghuni, yang dapat diawasi dan dinikmati.

Akuarium yang digunakan untuk budidaya ikan ini dapat dibuat sendiri atau membeli langsung dari toko. Fungsi akuarium sebagai wadah untuk budidaya ikan juga dapat berfungsi sebagai penghias ruangan dimana akuarium tersebut dapat dinikmati keindahannya oleh penggemarnya. Berdasarkan fungsinya, akuarium dapat dibedakan antara lain adalah :

2.1.3.1. Akuarium Umum

Akuarium ini diisi dengan berbagai jenis ikan dan tanaman air yang bertujuan untuk penghias ruangan.

Syarat akuarium umum :

- a. Akuarium akan diletakkan sesuai dan serasi dengan ruangan.
- b. Alat perlengkapan akuarium meliputi aerator, kabel listrik, pipa pvc, dan lain-lain yang diletakkan tersembunyi supaya nampak alami.
- c. Usahakan dasar akuarium tampak alami

- d. Tanaman disusun dengan estetika
- e. Jenis ikan yang dipelihara harus harmonis

Jenis akuarium ini biasanya digunakan sebagai hiasan bagi berbagai jenis ikan yang dapat dinikmati keindahan warna tubuh ikan baik ikan air tawar maupun ikan air laut dari jenis ikan hias maupun ikan konsumsi.

2.1.3.2. Akuarium Kelompok

Ikan-ikan yang dipelihara di dalam akuarium kelompok harus ikan sejenis/sekeluarga serta ditanami oleh tanaman air yang diperlukan oleh kelompok ikan yang dipelihara.

Syarat akuarium kelompok :

- a. Jenis ikan yang dipelihara harus masih sekarabat
- b. Susunan tanaman air disesuaikan dengan ikan yang dipelihara.

Jenis akuarium ini biasanya digunakan untuk memelihara ikan dalam satu kelompok baik ikan hias maupun ikan konsumsi dari ikan air tawar dan laut (Gambar 2.11).



Gambar 2.11. Akuarium Kelompok

2.1.3.3. Akuarium Sejenis

Dalam akuarium ini, estetika dan dekorasi dikesampingkan, karena tujuan dari akuarium sejenis untuk mengembang-biakan ikan. Jenis akuarium ini yang biasa digunakan untuk membudidayakan ikan air tawar dan laut (Gambar 2.12).



Gambar 2.12. Akuarium sejenis

2.1.3.4. Akuarium Tanaman

Dalam akuarium ini yang memegang peranan adalah tanaman air. Ikan dimasukkan kedalam akuarium untuk penghias dan pemelihara tanaman.



Gambar 2.12. Akuarium Tanaman

2.1.4. Keramba Jaring Apung (KJA)

Wadah budidaya ikan selanjutnya yang dapat digunakan oleh masyarakat yang tidak memiliki lahan darat dalam bentuk kolam, masyarakat dapat melakukan budidaya ikan di perairan umum. Budidaya ikan dengan menggunakan keramba merupakan alternatif wadah budidaya ikan yang sangat potensial untuk dikembangkan karena seperti diketahui wilayah Indonesia ini terdiri dari 70% perairan baik air tawar maupun air laut. Dengan menggunakan wadah budidaya keramba dapat diterapkan beberapa sistem budidaya ikan yaitu secara ekstensif, semi intensif maupun intensif disesuaikan dengan kemampuan para pembudidaya ikan. Jenis-jenis wadah yang dapat digunakan dalam membudidayakan ikan dengan keramba ada beberapa antara lain adalah keramba jaring terapung, keramba bambu tradisional dengan berbagai bentuk bergantung pada kebiasaan masyarakat sekitar. Teknologi yang digunakan dalam membudidayakan ikan dengan keramba ini relatif tidak mahal dan sederhana, tidak memerlukan lahan daratan menjadi badan air yang baru serta dapat meningkatkan produksi perikanan budidaya. Jenis keramba jaring apung yang digunakan untuk membudidayakan ikan dapat dilihat pada Gambar 2.14 dan 2.15.



Gambar 2.14. Kolam jaring terapung tampak atas



Gambar 2.15. Kolam jaring terapung tampak depan

2.2. Konstruksi Wadah Budidaya

Dari beberapa jenis wadah budidaya ikan yang telah dijelaskan sebelumnya dapat digunakan untuk menentukan jenis wadah yang akan digunakan untuk membudidayakan ikan. Langkah selanjutnya adalah memahami konstruksi wadah budidaya agar wadah budidaya yang akan dibuat sesuai dengan kaidah budidaya.

2.2.1. Konstruksi kolam

Konstruksi kolam yang akan digunakan untuk budidaya ikan sangat dipengaruhi oleh pemilihan lokasi yang tepat. Untuk membuat kolam maka tanah yang akan dijadikan kolam harus mampu menyimpan air atau kedap air sehingga kolam yang akan di buat tidak bocor. Bentuk kolam yang akan digunakan untuk membudidayakan ikan ada beberapa macam antara lain adalah kolam berbentuk segi empat/empat persegi panjang, berbentuk bujur sangkar, berbentuk lingkaran atau berbentuk segitiga. Dari berbagai bentuk kolam ini yang harus diperhatikan adalah tentang persyaratan teknis konstruksi kolam. Persyaratan teknis konstruksi suatu kolam yang akan digunakan untuk membudidayakan ikan sebaiknya mempunyai :

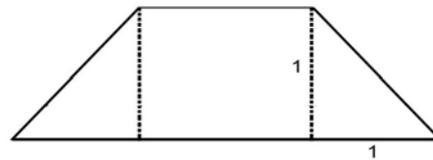
2.2.1.1. Pematang kolam.

Pematang kolam dibuat untuk menahan massa air didalam kolam agar tidak keluar dari dalam kolam. Oleh karena itu jenis tanah yang akan digunakan untuk membuat pematang kolam harus kompak dan kedap air serta tidak mudah bocor. Jenis tanah yang baik untuk pematang kolam adalah tanah liat atau liat berpasir. Kedua jenis tanah ini dapat diidentifikasi dengan memperhatikan tanah yang ciri-cirinya antara lain memiliki sifat lengket, tidak porous, tidak mudah pecah dan mampu menahan air. Ukuran pematang disesuaikan dengan ukuran kolam. Tinggi pematang ditentukan oleh kedalaman air kolam, sebaiknya dasar pematang kolam ini ditanam

sedalam ± 20 cm dari permukaan dasar kolam.

Bentuk pematang yang biasa dibuat dalam kolam budidaya ikan ada dua bentuk yaitu berbentuk trapesium

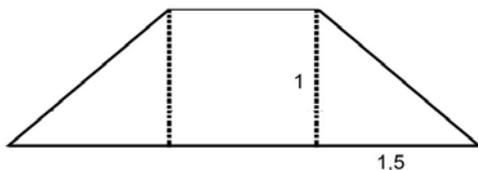
sama kaki dan bentuk trapesium tidak sama kaki. Bentuk pematang trapesium sama kaki artinya perbandingan antara kemiringan pematang 1 : 1 (Gambar 2.16),



Gambar 2.16. Bentuk pematang trapesium sama kaki

sedangkan bentuk pematang trapesium tidak sama kaki artinya perbandingan antara kemiringan pematang 1 : 1,5 (Gambar 2.17).

pematang pada bagian bawahnya adalah 3 m untuk pematang bentuk trapesium sama kaki pada kedalaman kolam 1m, jika kolam tersebut dibuat dengan pematang trapesium tidak sama kaki maka lebar pematang pada bagian atas adalah 1 m maka lebar pematang pada bagian bawahnya adalah 4 m pada kedalaman kolam 1 m.



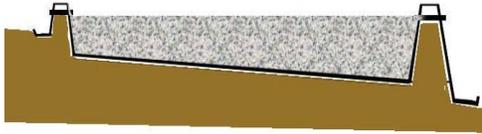
Gambar 2.17. Bentuk pematang trapesium tidak sama kaki

Sebagai acuan dalam membuat pematang kolam untuk kolam yang berukuran 200 m^2 lebar pematang dibagian atas adalah 1 m maka lebar

2.2.1.2. Dasar kolam dan saluran

Dasar kolam untuk budidaya ikan ini dibuat miring ke arah pembuangan air, kemiringan dasar kolam berkisar antara 1-2% yang artinya dalam setiap seratus meter panjang dasar

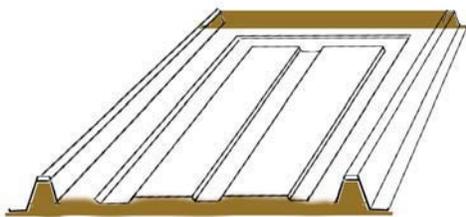
kolam ada perbedaan tinggi sepanjang 1-2 meter (Gambar 2.18).



Gambar 2.18. Kemiringan dasar kolam

Cara pengukuran yang mudah untuk mengetahui kemiringan dasar kolam adalah dengan menggunakan selang air yang kecil. Pada masing-masing ujung pintu pemasukan dan pintu pengeluaran air ditempatkan sebatang kayu atau bambu yang sudah diberi ukuran, yang paling bagus meteran, kemudian selang kecil yang telah berisi air direntangkan dan ditempatkan pada bambu, kayu atau meteran. Perbedaan tinggi air pada ujung-ujung selang itu menunjukkan perbedaan tinggi tanah/ kemiringan dasar kolam.

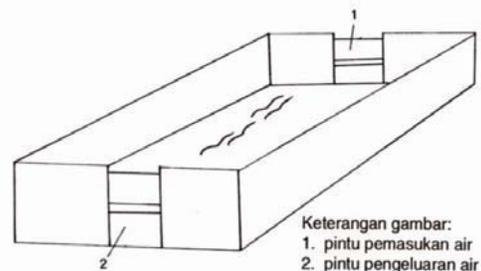
Saluran didalam kolam budidaya ada dua macam yaitu saluran keliling atau caren dan saluran tengah atau kemalir. Saluran didalam kolam ini dibuat miring ke arah pintu pengeluaran air. Hal ini untuk memudahkan di dalam pengeringan kolam dan pemanenan ikan (Gambar 2.19).



Gambar 2.19. Saluran tengah atau kemalir

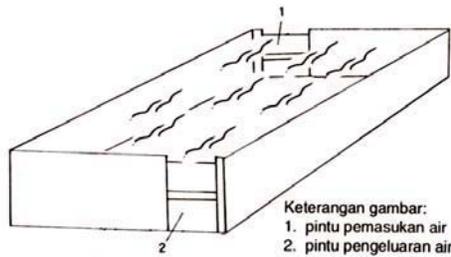
2.2.1.3. Pintu air

Kolam yang baik harus memiliki pintu pemasukan air dan pintu pengeluaran air secara terpisah. Letak pintu pemasukan dan pengeluaran air sebaiknya berada di tengah-tengah sisi kolam terpendek agar air dalam kolam dapat berganti seluruhnya (Gambar 2.20).



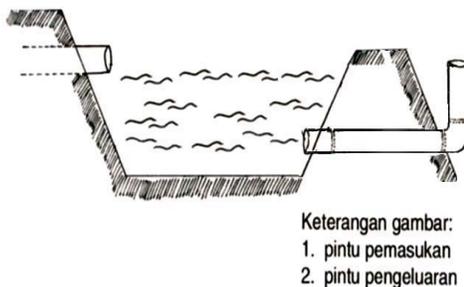
Gambar 2.20. Pintu pemasukan air dan pengeluaran air ditengah

Ada juga letak pintu pengeluaran dan pemasukan air berada disudut secara diagonal (Gambar 2.21). Letak pintu air tersebut ada kelemahannya yaitu air dikedua sudut yang lain tidak berganti dan memperpanjang saluran pengeringan sehingga penangkapan ikan relatif berlangsung agak lama.



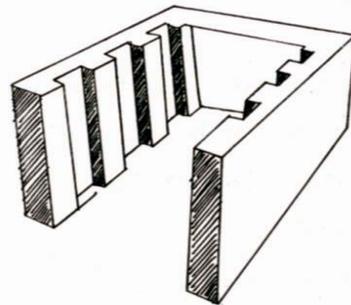
Gambar 2.21. Pintu pengeluaran dan pemasukan air berada disudut

Pada kolam tanah pintu pemasukan dan pengeluaran air dibuat dari bambu atau pipa paralon. Bentuk pintu pemasukan diletakkan sejajar dengan permukaan tanggul sedangkan pintu pengeluaran dapat dibuat dua model yaitu pertama sama dengan pintu pemasukan dengan ketinggian sesuai dengan tinggi air kolam dan kedua dibuat dengan model huruf L (Gambar 2.22).



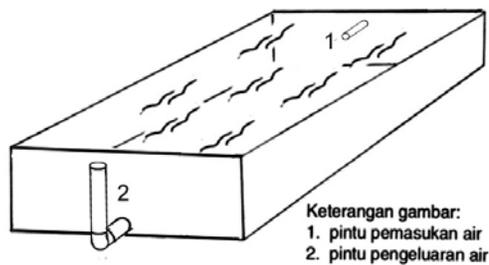
Gambar 2.22. Pintu pemasukan dan pengeluaran air bentuk L

Pada kolam beton pintu pemasukan dan pengeluaran air menggunakan sistem monik. Pada pintu air sistem monik ini ada celah penyekatnya dan dapat dibuat lebih dari satu. Celah penyekat ini berfungsi untuk menyekat papan-papan kayu yang disusun bertumpuk. Papan-papan kayu ini dapat dibuka dan diatur yang pengaturannya disesuaikan dengan kebutuhan. Pada pintu air ini papan penyekatnya dapat diganti dengan saringan (Gambar 2.23).



Gambar 2.23. Pintu pemasukan dan pengeluaran air menggunakan sistem monik

Persyaratan konstruksi teknik dalam membuat bak yang akan digunakan untuk budidaya ikan secara prinsip hampir sama dengan kolam dimana harus mempunyai pintu pemasukan dan pengeluaran air tetapi dasar bak pada umumnya adalah rata. Konstruksi pintu dan pemasukan air pada bak dapat dibuat dengan model pembuatan instalasi air untuk pemasukan air dan pengeluaran airnya menggunakan pipa paralon (PVC) dengan bentuk huruf L (Gambar 2.24).



Gambar 2.24 Pemasukan dan pengeluaran air pipa paralon (PVC)

2.2.2. Konstruksi Aquarium

Konstruksi wadah aquarium sangat bergantung pada desain yang akan dikerjakan berdasarkan bentuk aquarium yang diinginkan. Bentuk aquarium yang biasa digunakan

sebagai wadah budidaya ikan antara lain adalah aquarium segiempat, aquarium trapesium, aquarium segidelapan, aquarium segienam, aquarium botol dan aquarium ellips. Setelah merencanakan bentuk aquarium kaca yang akan dibuat, langkah selanjutnya menentukan ukuran kaca yang akan dipergunakan untuk membuat aquarium. Ukuran kaca yang akan digunakan biasanya berkisar antara 3 mm – 16 mm. Sebagai acuan dalam membuat aquarium, ukuran kaca yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk kaca yang akan digunakan sebagai dasar aquarium sebaiknya ketebalannya ditambah 1 – 2 mm.

Tabel 2.1. Perbandingan antara ukuran aquarium dengan ketebalan kaca

Tebal kaca (mm)	Panjang aquarium (cm)	Lebar aquarium (cm)	Tinggi aquarium (cm)
3	30	20	20
3	40	20	30
3	50	30	30
5	70	35	35
5	80	40	40
6	90	45	45
6	120	50	50
10	150	45	50
10	150	45	60
10	180	45	60
12	190	50	60
16	200	70	65

Setelah menentukan bentuk dan ukuran kaca yang akan dipergunakan untuk membuat aquarium maka langkah selanjutnya

adalah memotong kaca. Kaca yang dipergunakan untuk membuat aquarium masih dalam bentuk lembaran kaca. Ada beberapa

langkah yang harus diperhatikan dalam memotong kaca antara lain adalah :

1. Letakkan lembaran kaca pada meja kerja, meja kerja harus dalam keadaan datar dan bersih. Hal ini untuk menghindari terjadinya keretakan kaca yang akan dipergunakan.



Gambar 2.25. Meletakkan lembaran kaca

2. Ukuran kaca yang akan dipotong ini disesuaikan dengan bentuk akuarium yang akan dibuat.

Dalam membuat potongan-potongan kaca, lembaran kaca dibuat polanya terlebih dahulu dengan menggunakan spidol dan penggaris besi. Pola yang sudah dibentuk dapat langsung dipotong.



Gambar 2.26. Mengukur kaca

3. Untuk memotong kaca gunakan alat pemotong kaca yang banyak dijual di toko besi.



Gambar 2.27. Memotong kaca

4. Setelah kaca terpotong, bagian pinggir dari potongan-potongan kaca harus dihaluskan dengan gerinda atau batu asahan karborondum.



Gambar 2.28. Menghaluskan bagian pinggir kaca

Setelah kaca yang dibutuhkan untuk membuat akuarium tersebut disiapkan langkah selanjutnya adalah melakukan perakitan akuarium. Dalam merakit akuarium dibutuhkan ketelitian dan ketepatan dalam merangkainya. Kaca sebagai bahan utama dalam pembuatan akuarium dapat diperoleh dengan cara membeli lembaran kaca atau membeli potongan kaca sesuai dengan ukuran yang tepat.

Akuarium sebagai salah satu wadah yang dapat digunakan untuk membudidayakan ikan baik ikan hias maupun ikan konsumsi yang berasal dari perairan tawar dan laut dapat diperoleh dengan cara membeli langsung ditoko atau membuatnya sendiri. Dengan membuat akuarium sendiri akan diperoleh keuntungan antara lain adalah harganya relatif lebih murah, ukuran sesuai dengan kebutuhan dan kaca yang digunakan mempunyai ketebalan sesuai dengan luasan akuarium yang dibuat.

Dalam membuat akuarium, ada beberapa hal yang harus dikuasai

agar akuarium yang dibuat tidak bocor dan tahan lama, yaitu merancang/mendesain akuarium, memotong kaca, merakit akuarium dan melakukan uji coba terhadap akuarium tersebut. Akuarium yang akan dirakit sendiri, langkah awal yang harus dilakukan adalah menyiapkan kaca sebagai dasar utama pembuatan akuarium. Kaca yang akan dirakit menjadi akuarium ini sudah dalam bentuk potongan-potongan kaca yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran akuarium yang akan dibuat. Sebelum dirakit kaca-kaca tersebut sebaiknya dilakukan penggosokan dengan menggunakan batu asahan karborundum atau gerinda. Hal ini bertujuan agar akuarium yang dibuat tidak berbahaya bagi pemakainya.

Kaca-kaca yang telah dihaluskan seluruh bagian pinggirnya dengan gerinda ini telah siap untuk dirakit. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan alat dan bahan lainnya yaitu lem kaca silikon, alat tembak lem, lakban besar dan cutter.

Lem kaca yang digunakan adalah lem silikon yaitu lem khusus untuk merekatkan kaca agar melekat dengan baik dan tidak bocor. Alat tembak lem silikon ini berfungsi untuk memudahkan si pembuat akuarium dalam merakit akuarium, bentuk alat tembak ini seperti pistol sehingga disebut alat tembak.



Gambar 2.29. Lem silikon dan alat tembak lem



Gambar 2.30. Penggunaan alat tembak lem

Sedangkan lakban yang digunakan dalam merakit akuarium sebaiknya lakban plastik yang berwarna colklat atau hitam dengan ukuran lebar lakbannya adalah 5 cm. Lakban ini berfungsi untuk membantu berdirinya kaca dengan kaca lainnya agar tidak bergeser yang memudahkan dalam pemberian lem kaca.



Gambar 2.31. Plakban pada kaca

Pada saat menempelkan lem silikon ke kaca sebaiknya ketebalan lem pada seluruh permukaan kaca sama. Hal ini akan membuat ketebalan lem sama pada setiap sudut. Setelah seluruh kaca terakit menjadi akuarium, langkah selanjutnya adalah mengeringkan akuarium tersebut minimal selama 24 jam agar lem silikon tersebut benar-benar kering.



Gambar 2.31. Mengeringkan akuarium

Langkah terakhir dalam merakit akuarium adalah melakukan uji coba terhadap akuarium tersebut. Ujicoba tersebut dilakukan dengan mengisi air ke dalam akuarium selama 24 jam dan perhatikan apakah ada bagian yang bocor. Untuk

memperoleh akuarium yang rapih setelah diuji coba bersihkan lem yang tidak rapih dengan menggunakan cutter.

2.2.3. Konstruksi Keramba Jaring Apung

Wadah budidaya ikan selanjutnya yang sangat potensial dikembangkan di Indonesia adalah karamba jaring terapung. Agar dapat melakukan budidaya ikan dijaring terapung yang menguntungkan maka konstruksi wadah tersebut harus sesuai dengan persyaratan teknis. Konstruksi wadah jaring terapung pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu kerangka dan kantong jaring. Kerangka berfungsi sebagai tempat pemasangan kantong jaring dan tempat lalu lalang orang pada waktu memberi pakan dan saat panen. Kantong jaring merupakan tempat pemeliharaan ikan yang akan dibudidayakan. Dengan memperhitungkan konstruksi wadah secara baik dan benar akan diperoleh suatu wadah budidaya ikan yang mempunyai masa pakai yang lama.

Dalam mendesain konstruksi wadah budidaya ikan disesuaikan dengan lokasi yang dipilih untuk membuat budidaya ikan dijaring terapung. Budidaya ikan dijaring terapung dapat dilakukan untuk komoditas ikan air tawar dan ikan air laut. Sebelum membuat konstruksi wadah karamba jaring terapung pemilihan lokasi yang tepat dari aspek sosial ekonomis dan teknis benar. Sama seperti wadah budidaya ikan sebelumnya persyaratan secara teknis dan sosial ekonomis dalam

memilih lahan yang akan digunakan untuk melakukan budidaya ikan harus diperhatikan. Aspek sosial ekonomis yang sangat umum yang harus dipertimbangkan adalah lokasi tersebut dekat dengan pusat kegiatan yang mendukung operasionalisasi suatu usaha seperti tempat penjualan pakan, pembeli ikan dan lokasi yang dipilih merupakan daerah pengembangan budidaya ikan sehingga mempunyai prasarana jalan yang baik serta keamanan terjamin. Persyaratan teknis yang harus diperhatikan dalam memilih lokasi usaha budidaya ikan di karamba jaring terapung antara lain adalah :

1. Arus air.
Arus air pada lokasi yang dipilih diusahakan tidak terlalu kuat namun tetap ada arusnya agar tetap terjadi pergantian air dengan baik dan kandungan oksigen terlarut dalam wadah budidaya ikan tercukupi, selain itu dengan adanya arus maka dapat menghanyutkan sisa-sisa pakan dan kotoran ikan yang terjatuh di dasar perairan. Dengan tidak terlalu kuatnya arus juga berpengaruh terhadap keamanan jaring dari kerusakan sehingga masa pakai jaring lebih lama. Bila pada perairan yang akan dipilih ternyata tidak ada arusnya (kondisi air tidak mengalir), disarankan agar unit budidaya atau jaring dapat diusahakan di perairan tersebut, tetapi jumlahnya tidak boleh lebih dari 1% dari luas perairan. Pada kondisi perairan yang tidak mengalir, unit budidaya sebaiknya diletakkan ditengah

perairan sejajar dengan garis pantai.

2. Tingkat kesuburan.

Pada perairan umum dan waduk ditinjau dari tingkat kesuburannya dapat dikelompokkan menjadi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotropik), sedang (mesotropik) dan tinggi (eutropik). Jenis perairan yang sangat baik untuk digunakan dalam budidaya ikan di jaring terapung dengan sistem intensif adalah perairan dengan tingkat kesuburan rendah hingga sedang. Jika perairan dengan tingkat kesuburan tinggi digunakan dalam budidaya ikan di jaring terapung maka hal ini sangat beresiko tinggi karena pada perairan eutropik kandungan oksigen terlarut pada malam hari sangat rendah dan berpengaruh buruk terhadap ikan yang dipelihara dengan kepadatan tinggi.

3. Bebas dari pencemaran.

Dalam dunia perikanan, yang dimaksud dengan pencemaran perairan adalah penambahan sesuatu berupa bahan atau energi ke dalam perairan yang menyebabkan perubahan kualitas air sehingga mengurangi atau merusak nilai guna air dan sumber air perairan tersebut. Bahan pencemar yang biasa masuk kedalam suatu badan perairan pada prinsipnya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu bahan pencemar yang sulit terurai dan bahan pencemar yang mudah terurai. Contoh bahan pencemar yang sulit

terurai berupa persenyawaan logam berat, sianida, DDT atau bahan organik sintesis. Contoh bahan pencemar yang mudah terurai berupa limbah rumah tangga, bakteri, limbah panas atau limbah organik. Kedua jenis bahan pencemar tersebut umumnya disebabkan oleh kegiatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penyebab kedua adalah keadaan alam seperti : banjir atau gunung meletus. Jika lokasi budidaya mengandung bahan pencemar maka akan berpengaruh terhadap kehidupan ikan yang dipelihara didalam wadah budidaya ikan tersebut.

4. Kualitas air.

Dalam budidaya ikan, secara umum kualitas air dapat diartikan sebagai setiap perubahan (variabel) yang mempengaruhi pengelolaan, kelangsungan hidup dan produktivitas ikan yang dibudidayakan. Jadi perairan yang dipilih harus berkualitas air yang memenuhi persyaratan bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan yang akan dibudidayakan. Kualitas air meliputi sifat fisika, kimia dan biologi. Secara detail tentang kualitas air ini akan dibahas pada Bab 2.

Setelah mendapatkan lokasi yang memenuhi persyaratan teknis maupun sosial ekonomis maka harus dilakukan perencanaan selanjutnya. Perencanaan disesuaikan dengan data yang diperoleh pada waktu melakukan survey lokasi. Perencanaan tersebut dapat dibuat dengan membuat gambar dari

konstruksi wadah budidaya yang akan dibuat. Konstruksi wadah jaring terapung terdiri dari beberapa bagian, antara lain :

1. Kerangka

Kerangka (bingkai) jaring terapung dapat dibuat dari bahan kayu, bambu atau besi yang dilapisi bahan anti karat (cat besi). Memilih bahan untuk kerangka, sebaiknya disesuaikan dengan ketersediaan bahan di lokasi budidaya dan nilai ekonomis dari bahan tersebut.

Kayu atau bambu secara ekonomis memang lebih murah dibandingkan dengan besi anti karat, tetapi jika dilihat dari masa pakai dengan menggunakan kayu atau bambu jangka waktu (usia teknisnya) hanya 1,5–2 tahun. Setelah 1,5–2 tahun masa pakai, kerangka yang terbuat dari kayu atau bambu ini sudah tidak layak pakai dan harus direnovasi kembali. Jika akan memakai besi anti karat sebagai kerangka jaring pada umumnya usia ekonomis/ angka waktu pemakaiannya relatif lebih lama, yaitu antara 4–5 tahun.

Pada umumnya petani ikan di jaring terapung menggunakan bambu sebagai bahan utama pembuatan kerangka, karena selain harganya relatif murah juga ketersediaannya di lokasi budidaya sangat banyak.

Bambu yang digunakan untuk kerangka sebaiknya mempunyai garis tengah 5 – 7 cm di bagian pangkalnya, dan bagian

ujungnya berukuran antara 3 – 5 cm. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu tali. Ada juga jenis bambu gombang yang mempunyai diameter 12 -15 cm tetapi jenis bambu ini kurang baik digunakan untuk kerangka karena cepat lapuk.

Ukuran kerangka jaring terapung berkisar antara 5 X 5 meter sampai 10 X 10 meter. Petani ikan jaring terapung di perairan cirata pada umumnya menggunakan kerangka dari bambu dengan ukuran 7 X 7 meter. Kerangka dari jaring apung umumnya dibuat tidak hanya satu petak/kantong tetapi satu unit. Satu unit jaring terapung terdiri dari empat buah petak/kantong. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.32.



Gambar 2.32. Kerangka Jaring Apung

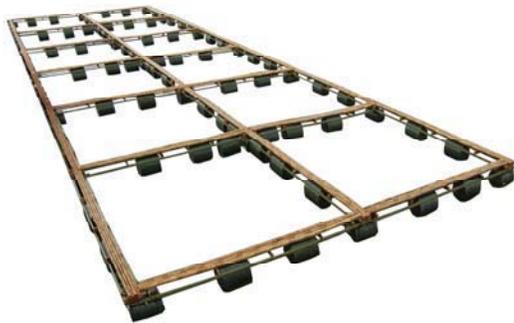
2. Pelampung

Pelampung berfungsi untuk mengapungkan kerangka/ jaring terapung. Bahan yang digunakan sebagai pelampung berupa drum (besi atau plastik) yang berkapasitas 200 liter, busa

plastik (stryrofoam) atau fiberglass. Jenis pelampung yang akan digunakan biasanya dilihat berdasarkan lama pemakaian. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2. Jenis pelampung dan lama pemakaian

No.	Jenis pelampung	Lama pemakaian (bulan)
1.	Drum besi	12 – 15
2.	Styrofoam	36 – 75
3.	Fiberglass	50 – 75



Jika akan menggunakan pelampung dari drum maka drum harus terlebih dahulu dicat dengan menggunakan cat yang mengandung bahan anti karat.

Jumlah pelampung yang akan digunakan disesuaikan dengan besarnya kerangka jaring apung yang akan dibuat. Jaring terapung berukuran 7 X 7 meter, dalam satu unit jaring terapung membutuhkan pelampung antara 33 – 35 buah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.33.



Gambar 2.33. Pelampung drum besi

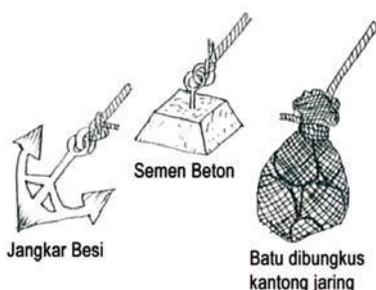
3. Pengikat

Tali pengikat sebaiknya terbuat dari bahan yang kuat, seperti tambang plastik, kawat ukuran 5 mm, besi beton ukuran 8 mm atau 10 mm. Tali pengikat ini digunakan untuk mengikat kerangka jaring terapung, pelampung atau jaring.

4. Jangkar

Jangkar berfungsi sebagai penahan jaring terapung agar rakit jaring terapung tidak hanyut terbawa oleh arus air dan angin yang kencang. Jangkar terbuat dari bahan batu, semen atau besi. Pemberat diberi tali pemberat/tali jangkar yang terbuat dari tambang plastik yang

berdiameter sekitar 10 mm – 15 mm. Jumlah pemberat untuk satu unit jaring terapung empat petak/kantong adalah sebanyak 4 buah. Pemberat diikatkan pada masing-masing sudut dari kerangka jaring terapung. Berat jangkar berkisar antara 50 – 75 kg. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.34.



Gambar 2.34. Jangkar

5. Jaring

Jaring yang digunakan untuk budidaya ikan di perairan umum, biasanya terbuat dari bahan polyethylene atau disebut jaring trawl. Ukuran mata jaring yang digunakan tergantung dari besarnya ikan yang akan dibudidayakan. Kantong jaring terapung ini mempunyai ukuran bervariasi disesuaikan dengan jenis ikan yang dibudidayakan, untuk ikan air laut ukuran kantong jaring yang biasa digunakan berukuran mulai 2 X 2 X 2 m sampai 5 X 5 X 5 m. Sedangkan untuk jenis ikan air tawar berkisar antara 3 X 3 X 3 m sampai 7 X 7 X 2,5 m. Untuk mengurangi resiko kebocoran akibat gigitan binatang lain,

biasanya kantong jaring terapung dipasang rangkap (double) yaitu kantong jaring luar dan kantong jaring dalam. Ukuran jaring bagian luar biasanya mempunyai mata jaring (mesh size) yang lebih besar.

Salah satu contohnya adalah sebagai berikut :

- a. Jaring polyethylene no. 380 D/9 dengan ukuran mata jaring (mesh size) sebesar 2 inch (5,08 cm) yang dipergunakan sebagai kantong jaring luar.
- b. Jaring polyethylene no. 280 D/12 dengan ukuran mata jaring 1 inch (2,5 cm) atau 1,5 inch (3,81 cm) dipergunakan sebagai kantong jaring dalam.

Jaring yang mempunyai ukuran mata jaring lebih kecil dari 1 inch biasanya digunakan untuk memelihara ikan yang berukuran lebih kecil. Di perairan umum, khususnya dalam budidaya ikan di jaring terapung ukuran jaring yang digunakan adalah ukuran ¾ - 1 inch. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Ukuran mata jaring yang digunakan berdasarkan ukuran ikan yang dibudidayakan.

No.	Ukuran mata jaring	Ukuran ikan

1.	0,5 cm	1 – 2 cm
2.	1,0 cm	5 – 10 cm
3.	2,5 cm	20 – 30 cm
4.	> 2,5 cm	> 30 cm

Kantong jaring yang digunakan untuk memelihara ikan dapat diperoleh dengan membeli jaring utuh. Dalam hal ini biasanya jaring trawl dijual dipasaran berupa lembaran atau gulungan. Langkah awal yang harus dilakukan untuk membuat kantong jaring adalah membuat desain/rancangan kantong jaring yang akan dipergunakan. Ukuran kantong jaring yang akan dipergunakan berkisar antara 2 X 2 m sampai dengan 10 X 10 m. Setelah ukuran kantong jaring yang akan dipergunakan, misalnya akan dibuat kantong jaring dengan ukuran 7 X 7 X 2 m, langkah selanjutnya adalah memotong jaring.

Untuk memotong jaring harus dilakukan dengan benar berdasarkan pada ukuran mata jaring dan tingkat perenggannya saat terpasang di perairan. Menurut hasil penelitian, jaring dalam keadaan terpasang atau sudah berupa kantong jaring akan mengalami perenggangan atau mata jaring dalam keadaan tertarik/terbuka ("Hang In Ratio"). Nilai "Hang In Ratio" dalam membuat kantong jaring terampung adalah 30%. Adapun perhitungan yang digunakan untuk memotong jaring ada dua cara, yaitu : (1) menggunakan rumus tertentu

dan (2) melakukan perhitungan cara di lapangan.

Rumus berdasarkan "Hang In Ratio" adalah sebagai berikut :

$$1. L = \frac{i}{1 - S}$$

$$2. d = D \sqrt{2S - S^2}$$

Keterangan :

S : Hang In Ratio

L : Panjang jaring sebelum Hang In atau dalam keadaan tertarik

i : Panjang tali ris

D : dalam kantong jaring (jumlah mata jaring dikalikan ukuran mata jaring dalam keadaan tertarik)

D : dalam kantong jaring sesudah

Contoh penggunaan rumus dalam menghitung jaring yang akan dipotong dengan ukuran 7 X 7 X 2 m adalah sebagai berikut:

Misalnya, kantong jaring yang akan dibuat 7 X 7 X 2 m dengan ukuran mata jaring (mesh size) 2 inch (5,08 cm). Diketahui Hang In Ratio (S) adalah 30% = 0,3, Panjang tali ris (i) = 4 X 7 m = 28 m. Maka untuk mencari panjang jaring sebelum Hang In adalah :

$$L = \frac{i}{1 - S}$$

$$L = \frac{28}{1 - 0,3} = \frac{28}{0,7} = 40 \text{ m}$$

Jadi panjang tiap sisi adalah 40 m : 4 = 10 m
 Jumlah mata jaring 10 m = 1000 cm : 5,08 cm = 197,04 mata jaring dibulatkan 197 mata jaring.

Diketahui dalam jaring sesudah Hang In (d) adalah 2 m, maka dalam kantong jaring sebelum dipotong (D) adalah :

$$d = D \sqrt{2S - S^2}$$

$$D = \frac{d}{\sqrt{2S - S^2}}$$

$$D = \frac{2}{\sqrt{2(0,3) - 0,3^2}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{0,6 - 0,09}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{0,51}}$$

$$= \frac{2}{0,7141} = 2,8 \text{ m}$$

Jadi jumlah mata jaring 2,8 m = 280 cm : 5,08 cm = 55,1 mata jaring dibulatkan menjadi 55 mata jaring.

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh ukuran lembaran jaring yang akan dipotong untuk kantong jaring berukuran 7 X 7 X 2 m adalah 197 X 197 X 55 mata jaring.

Sedangkan para petani ikan dilapangan biasanya menghitung jaring yang akan digunakan untuk membuat kantong jaring menggunakan perhitungan sebagai berikut :

Misalnya kantong jaring yang akan dibuat berukuran 7 X 7 X 2 m dengan ukuran mata jaring (mesh size) 2 inch (5,08 cm). Berdasarkan hasil penelitian panjang jaring akan berkurang sebesar 30% dari semula. Maka secara praktis dilapangan diperhitungkan jumlah mata jaring dalam setiap meter adalah:

$$\frac{100}{(100\% - 30\%) \times 2,54} =$$

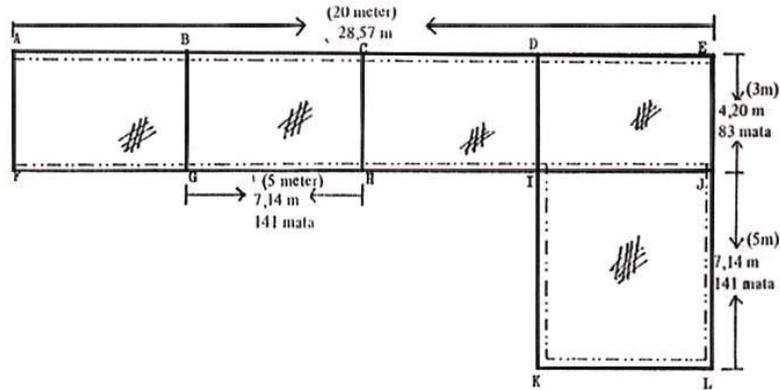
$$\frac{100}{0,7 \times 2,54} =$$

$$\frac{100}{1,778} = 56,2 = 56$$

Jadi dalam satu meter jaring yang berukuran 1 inch terdapat 56 mata jaring, sehingga jika akan membuat jaring dengan ukuran 7 X 7 X 2 m, jumlah mata jaringnya adalah 392 X 392 X 112 mata jaring. Sedangkan ukuran mata jaring yang akan digunakan adalah 2 inch maka jumlah mata jaring yang akan dipotong adalah 196 X 196 X 56. Angka-angka ini diperoleh dari hasil perkalian antara ukuran kantong jaring dengan jumlah

mata jaring. Berdasarkan hasil kedua perhitungan tersebut memperoleh nilai yang tidak jauh berbeda. Langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah

memindahkan pola yang telah dibuat langsung ke jaring. Jaring tersebut dibentangkan dan dibuat pola seperti Gambar 2.35.



Gambar 2.35. Pola jaring

Sebagai acuan untuk melakukan pemotongan jaring yang akan dipergunakan untuk

membuat kantong jaring terampung dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Perhitungan jumlah mata jaring yang harus dipotong dalam berbagai ukuran kantong jaring dan mata jaring.

Ukuran kantong jaring (p X l X t) (meter)	Ukuran mata jaring (inch)	Ukuran kantong jaring (p X l X t) dalam jumlah mata jaring
2 X 2 X 2	1	112 X 112 X 112
	2	56 X 56 X 56
3 X 3 X 2	1	168 X 168 X 112
	2	84 X 84 X 56
4 X 4 X 2	1	224 X 224 X 112
	2	112 X 112 X 56
5 X 5 X 2	1	280 X 280 X 112
	2	140 X 140 X 56
6 X 6 X 2	1	336 X 336 X 112
	2	168 X 168 X 56

7 X 7 X 2	1 2	392 X 392 X 112 196 X 196 X 56
8 X 8 X 2	1 2	448 X 448 X 112 224 X 224 X 56
9 X 9 X 2	1 2	504 X 504 X 112 252 X 252 X 56
10 X 10 X 2	1 2	560 X 560 X 112 280 X 280 X 56

6. Pemberat

Pemberat yang digunakan biasanya terbuat dari batu atau timah yang masing-masing beratnya antara 2–5 kg. Fungsi pemberat ini agar jaring tetap simetris dan pemberat ini diletakkan pada setiap sudut kantong jaring terapung.

7. Tali/tambang

Tali/tambang yang digunakan biasanya disesuaikan dengan kondisi perairan pada perairan tawar adalah tali plastik yang mempunyai diameter 5–10 mm, sedangkan pada perairan laut tali/tambang yang digunakan terbuat dari nilon atau tambang yang kuat terhadap salinitas. Tali/tambang ini dipergunakan sebagai penahan jaring pada bagian atas dan bawah. Tali tambang ini mempunyai istilah lain yang disebut dengan tali ris. Panjang tali ris adalah sekeliling dari kantong jaring terapung. Misalnya, kantong jaring terapung berukuran 7X7X2m maka tali risnya adalah $7m \times 4 = 28m$.

Dengan dikalikan empat karena kantong sisi jaring terapung adalah empat sisi. Khusus untuk tali ris pada bagian atas sebaiknya diletakkan 0,5 m untuk setiap sudut. Jadi tali risnya mempunyai panjang $28m + (4 \times 0,5m) = 30m$. Hal ini untuk memudahkan dalam melakukan aktivitas kegiatan operasional pada saat melakukan budidaya ikan.

2.3. PERSIAPAN WADAH BUDIDAYA

Setelah mengetahui bermacam-macam wadah budidaya ikan dan mengetahui konstruksi wadah tersebut maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan segalanya agar wadah budidaya ikan tersebut dapat dipergunakan untuk kegiatan budidaya. Dalam membudidayakan ikan dengan menggunakan kolam yang biasanya dilakukan untuk melakukan budidaya ikan air tawar, harus dilakukan persiapan kolam agar dapat dipergunakan untuk membudidayakan ikan. Persiapan

kolam meliputi pengeringan kolam, perbaikan pematang, pengolahan dasar kolam, perbaikan saluran pemasukan dan pengeluaran air, pemupukan dan pengapuran.

Untuk lebih jelasnya akan diuraikan tahapan-tahapan yang harus dilakukan meliputi :

1. Pengeringan

Pengeringan dasar kolam sangat dibutuhkan oleh ikan agar bakteri pembusuk yang dapat menyebabkan ikan sakit, racun sisa dekomposisi selama budidaya terbuang. Pada kolam pemijahan pengeringan dasar kolam bertujuan agar ikan dapat memijah karena tanah yang dikeringkan dan diairi akan melepaskan bau tertentu yang disebut petrichor, selain itu pengeringan dasar kolam dapat membunuh hama dan penyakit yang ada di dalam kolam Gambar 2.36.



Gambar 2.36. Pengeringan dasar kolam

2. Perbaikan pematang

Perbaikan pematang bertujuan untuk mencegah kebocoran kolam. Kebocoran kolam dapat diakibatkan oleh binatang air seperti belut, kepiting dan hewan air lainnya. Pematang bocor

mengakibatkan air kolam tidak stabil dan benih ikan banyak yang keluar kolam. Perbaikan pematang ini hanya dilakukan pada kolam tanah, sedangkan pada kolam tembok dilakukan perawatan dan pengecekan kebocoran pada setiap bagian pematang.

3. Pengolahan dasar kolam

Pengolahan dasar kolam dilakukan pada kolam tradisional dan kolam semi intensif dimana dasar kolam berupa tanah. Pengolahan dasar kolam dilakukan dengan mencangkul dasar kolam sedalam 10 – 20 cm. Tanah tersebut dibalik dan dibiarkan kering sampai 3-5 hari. Tujuan pengolahan dasar kolam adalah mempercepat berlangsungnya proses dekomposisi (penguraian) senyawa-senyawa organik dalam tanah sehingga senyawa-senyawa yang beracun yang terdapat di dasar kolam akan menguap. Tanah yang baru dicangkul diratakan. Setelah dasar kolam rata, lalu dibuat saluran ditengah kolam. Saluran ini disebut kemalir. Kemalir berfungsi untuk memudahkan pemanenan dan sebagai tempat berlindung benih ikan pada siang hari. Saluran pemasukan dan pengeluaran air dilengkapi dengan saringan. Tujuannya untuk menjaga agar tidak ada hama yang masuk ke dalam kolam dan benih ikan budidaya yang ditebarkan tidak kabur atau keluar kolam (Gambar 2.37).



Gambar 2.37. Pengolahan tanah dasar kolam

4. Pengapuran.

Pengapuran dasar kolam sebaiknya dilakukan setelah pengolahan tanah. Pada saat tanah dibalikkan dan sambil menunggu kering tanah dasar, penebaran kapur dapat dilakukan. Pengapuran merupakan salah satu upaya untuk mempertahankan kestabilan keasaman (pH) tanah dan air, sekaligus memberantas hama penyakit. Jenis kapur yang digunakan untuk pengapuran kolam ada beberapa macam diantaranya adalah kapur pertanian, yaitu kapur karbonat : CaCO_3 atau $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)]_2$, dan kapur tohor/kapur aktif (CaO).

Kapur pertanian yang biasa digunakan adalah kapur karbonat yaitu kapur yang bahannya dari batuan kapur tanpa lewat proses pembakaran tapi langsung digiling. Kapur pertanian ada dua yaitu Kalsit dan Dolomit. Kalsit bahan bakunya lebih banyak mengandung karbonat, magnesiumnya sedikit (CaCO_3),

sedangkan dolomit bahan bakunya banyak mengandung kalsium karbonat dan magnesium karbonat $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)]_2$, Dolomit merupakan kapur karbonat yang dimanfaatkan untuk mengapur lahan bertanam masam. Kapur tohor adalah kapur yang pembuatannya lewat proses pembakaran. Kapur ini dikenal dengan nama kapur sirih, bahannya adalah batuan tohor dari gunung dan kulit kerang.

Dosis kapur yang akan ditebarkan harus tepat ukurannya karena jika berlebihan kapur akan menyebabkan kolam tidak subur, sedangkan bila kekurangan kapur dalam kolam akan menyebabkan tanah dasar kolam menjadi masam. Sebagai acuan dalam memberikan kapur pada kolam budidaya ikan dapat dilihat pada Tabel 2.5. Tetapi ada juga para petani menggunakan dosis kapur berkisar antara 100-200gram/m² hal ini dilakukan bergantung kepada keasaman tanah kolam.

Tabel 2.5. Dosis kapur Tohor (CaO) menurut jenis tanah dan macam kolam dengan luas 100 meterpersegi

Macam kolam	Jenis tanah berpasir	Jenis tanah pasir berlumpur	Jenis tanah lumpur berpasir	Jenis tanah berlumpur
Kolam baru	25 kg	30 kg	40 kg	60 kg
Kolam lama	15 kg	20 kg	30 kg	40 kg

5. Pemupukan.

Pemupukan tanah dasar kolam bertujuan untuk meningkatkan kesuburan kolam, memperbaiki struktur tanah dan menghambat peresapan air pada tanah-tanah yang porous serta menumbuhkan phytoplankton dan zooplankton yang digunakan sebagai pakan alami benih ikan. Jenis pupuk yang biasa digunakan adalah pupuk kandang dan pupuk buatan. Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran ternak besar (sapi, kerbau, kuda dan lain-lain) atau kotoran unggas (ayam, itik dan lain-lain) yang telah dikeringkan. Sedangkan pupuk buatan berupa bahan-bahan kimia yang dibuat manusia dipabrik pupuk yang berguna untuk menyuburkan tanah. Jenis pupuk buatan yang dapat digunakan antara lain adalah pupuk nitrogen (urea, ZA), pupuk phosphor (TSP), pupuk kalium (KCl) dan pupuk NPK yang merupakan gabungan dari ketiga hara tunggal.

Dosis pupuk kandang juga bergantung kepada kesuburan kolam ikan, biasanya berkisar antara 100-150 gram/m² sedangkan untuk kolam yang kurang kesuburannya dapat

ditebarkan kotoran ayam sebanyak 300 – 500 gr/m². Dosis yang digunakan untuk pupuk buatan biasanya berkisar antara 200-300 gram/m². Kolam dapat juga dipupuk menggunakan, TSP dan Urea masing-masing sebanyak 10 gr/m² dan kapur pertanian sebanyak 25 – 30 gr/m² atau disesuaikan dengan tingkat kesuburan lahan.

6. Pengairan

Kolam yang telah dikeringkan, dikapur dan di pupuk tersebut lalu diairi agar pakan alami di kolam tersebut tumbuh dengan subur. Pengairan ini harus dilakukan minimal 4 –7 hari sebelum larva/benih ikan di tebar ke dalam kolam pemeliharaan agar pakan alami tumbuh dengan sempurna.

Ketinggian air di kolam ikan ini bergantung pada jenis kolam, untuk kolam pemijahan ketinggian air 0,75-1,00 m, kolam pemeliharaan 1-1,25 m (Gambar 2.38).



Gambar 2.38. Mengairi kolam

Wadah budidaya ikan (kolam) yang sudah dipersiapkan dan siap untuk dipergunakan sebagai wadah untuk kegiatan budidaya. Agar kolam yang dipergunakan senantiasa baik untuk kegiatan budidaya maka harus selalu dilakukan pengelolaan terhadap kolam budidaya baik kolam pemeliharaan, pemijahan, penetasan telur dan lain sebagainya. Pada pengelolaan kolam yang akan dipergunakan sebagai wadah pemeliharaan induk/calon induk sebaiknya mempunyai persyaratan yang sesuai dengan lingkungan yang layak bagi kehidupan induk.

Hal-hal yang harus dilaksanakan dalam pengelolaan kolam induk ikan ini adalah :

1. Persiapan wadah

Wadah mempunyai pematang kokoh dan tidak bocor, pintu pemasukan, serta pintu pengeluaran yang dipasang saringan. Adanya saringan air ini baik pada pintu pemasukan maupun pada pintu pengeluaran, untuk menghindari masuknya ikan liar, terutama ikan predator yang dapat mengganggu proses pemijahan bahkan dapat memangsa induk maupun larva yang dihasilkan.

2. Pengairan

Pengairan dimaksudkan untuk menjaga kondisi lingkungan bagi induk sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan yaitu perairan subur, cukup tersedia oksigen terlarut (>5 ppm), CO_2 (<10 ppm), NH_3 (<1 ppm). Untuk mendapatkan lingkungan yang demikian, maka air kolam harus terus menerus mengalir sehingga tidak ada lagi penimbunan kotoran air akibat dari sisa pakan atau sampah lainnya.

Pengolahan dasar kolam dengan cara membalik tanah bagian dasar kolam yang di lanjutkan dengan pengapuran dan pemupukan. Pengolahan dasar kolam bertujuan untuk meningkatkan kesuburan dasar dan perairan kolam sebagai stok pakan alami bagi calon induk. Pemberian kapur selain dapat membunuh hama dan parasit ikan juga dapat menaikkan pH dasar kolam. Sedangkan pemupukan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara yang diperlukan fitoplankton sebagai makanan zooplankton maupun ikan. Pemupukan dasar kolam dapat digunakan pupuk kandang, pupuk hijau atau pupuk buatan. Pemberian pupuk dapat dilakukan dengan cara menyebarkan pupuk ke dasar kolam dan dilanjutkan dengan pemupukan susulan setelah 15 hari dengan cara memberikan pupuk yang dibungkus dari karung plastik yang diberi lubang keci-kecil sehingga pupuk akan terurai secara perlahan.

3. Pengendalian gulma air
Tanaman air yang dapat mengganggu lingkungan hidup ikan antara lain adalah eceng gondok dan kiambang, bila populasinya banyak sampai menutupi permukaan air, maka proses difusi oksigen ke dalam air dan proses fotosintesis phytoplankton dapat terganggu sehingga Oksigen terlarut akan menurun. Pengendalian gulma air ini dapat dilakukan dengan cara memberi saringan pada pintu pemasukan air dan pengendalian gulma secara mekanis, yaitu dengan cara mengambil /mencabut gulma yang ada di kolam.

Setelah semua langkah persiapan dilakukan maka kolam tersebut dapat digunakan untuk melakukan kegiatan budidaya.

Wadah budidaya ikan yang lainnya adalah bak tembok atau bak beton, bak yang akan digunakan untuk budidaya ikan harus dilakukan persiapan wadah sebelum dipergunakan untuk melakukan kegiatan budidaya. Persiapan wadah bertujuan untuk mengkondisikan wadah agar dapat digunakan secara efisien dan memenuhi persyaratan lingkungan yang optimal, sehingga ikan dapat hidup dengan laju pertumbuhan yang optimum. Persiapan bak budidaya ikan meliputi:

1. Sanitasi wadah
Wadah yang akan digunakan untuk budidaya ikan (bak) sebelum digunakan dibersihkan

dari kotoran yang menempel, agar tidak terdapat sisa-sisa kotoran yang dapat menyebabkan pembawa penyakit (Gambar 2.31). Bahan yang digunakan untuk membersihkan wadah dan merupakan desinfektan antara lain lain adalah Chlorin 200 ppm, Malachite green 100 ppm, Formalin 25 ppm dan alkohol 70%. Wadah yang akan dipergunakan setelah disikat, dibersihkan dan diberi desinfektan kemudian dibersihkan kembali dan wadah tersebut dibiarkan kering udara agar bahan beracun tersebut telah hilang menguap. Setelah dilakukan sanitasi diisi dengan air untuk memeriksa kebocoran bak.



Gambar 2.39. Sanitasi bak budidaya

2. Perbaikan wadah
Sebelum wadah digunakan dilakukan pemeriksaan apakah bak tersebut siap untuk digunakan untuk budidaya ikan. Pemeriksaan bertujuan untuk mengetahui apakah bak yang akan digunakan mengalami kerusakan baik karena kebocoran dasar dan dinding bak

maupun karena adanya kebocoran pada pipa pengeluaran dan pemasukan. Oleh karena itu kerusakan tersebut harus diperbaiki dahulu sebelum digunakan. Bahan untuk memperbaiki kebocoran bak dapat berupa resin serat kaca untuk bak yang terbuat dari serat fiber, semen atau lem khusus untuk beton untuk bak yang terbuat dari beton, bila bak yang akan digunakan terbuat dari plastik maka dapat digunakan selotip tahan air untuk menutupi kebocoran wadah budidaya. Setelah kerusakan diperbaiki maka bak harus dibiarkan beberapa hari agar bahan tersebut telah kering dan tidak membahayakan ikan yang akan dibudidayakan.

3. Perbaiki instalasi udara

Pada wadah budidaya ikan yang menggunakan bak biasanya menggunakan alat bantu untuk meningkatkan kelarutan oksigen didalam wadah budidaya dengan menggunakan aerator ataupun blower. Oleh karena itu harus dilakukan pemeriksaan terhadap peralatan tersebut. Instalasi udara terdiri dari pompa udara, penyaring udara, pipa penyalur, batu aerasi dan alat pengatur banyaknya aliran udara (kran). Peralatan ini sering mengalami kebocoran pada pipa dan penyumbatan pada batu aerasi. Ganti atau perbaiki peralatan yang rusak dan tidak berfungsi lagi. Pompa udara merupakan alat yang paling penting pada proses budidaya ikan di bak karena banyaknya pengudaraan

pada air media tergantung dari kekuatan pompa yang ada. Oleh karena itu pompa yang telah lemah harus segera diperbaiki, karena dapat berakibat fatal bagi ikan bila terhentinya aliran udara dalam waktu lama.

4. Perbaiki instalasi air

Pada budidaya ikan menggunakan wadah bak biasanya tidak mempunyai pipa pemasukan air seperti dikolam, pada bak pintu pemasukkan air merupakan kran air yang dimasukkan kedalam bak budidaya. Sumber air yang digunakan dapat berasal dari mata air atau dari sumur yang dipompakan ke bak-bak melalui pipa pengaturan. Kebocoran sering terjadi pada pipa penyaluran dan kran pengatur aliran. Air harus tetap tersedia karena untuk keperluan pergantian air pada media pemeliharaan ikan. Sedangkan pintu pengeluarannya berupa pipa yang terbuat dari pipa PVC dalam bentuk L atau lurus. Pintu pengeluaran air ini harus diperiksa apakah terjadi penyumbatan pada saluran pembuangannya.

Persiapan wadah budidaya ikan yang menggunakan akuarium tidak jauh berbeda dengan penggunaan bak.

Pada wadah budidaya karamba jaring terapung wadah tersebut harus disiapkan sebelum digunakan dengan beberapa tahap antara lain adalah :

1. Perbaikan kerangka

Pemeriksaan terhadap kerangka yang digunakan dalam budidaya ikan di karamba jaring terapung harus dilakukan, karena masa pakai kerangka ini tidak bisa sepanjang tahun. Masa pakai kerangka ini sangat bergantung pada bahan yang digunakannya, ada beberapa macam bahan yang digunakan sebagai kerangka antara lain adalah bambu, besi, stainless steel atau papan. Setiap bahan tersebut mempunyai masa pakai yang berbeda oleh karena itu harus dilakukan perbaikan pada kerangka jarring apung yang sudah mengalami kerusakan agar wadah tersebut dapat dipergunakan untuk budidaya ikan.

2. Perbaikan jaring

Jaring yang akan digunakan untuk budidaya ikan harus dilakukan perbaikan dan pergantian jika telah mengalami

kerusakan. Perbaikan jaring dapat dilakukan dengan melakukan perajutan pada bagian jarring yang rusak sedangkan pada jaring yang sudah lapuk harus diganti dengan jaring yang baru. Hal ini dilakukan agar ikan yang dibudidayakan tidak keluar dari wadah budidaya. Pada kantong jaring yang di pergunakan untuk budidaya ikan sebelumnya biasanya banyak terdapat hewan-hewan kecil yang menempel pada kantong jaring, oleh karena itu harus dilakukan pembersihan dengan cara menyikat kantong jaring dan menjemurnya kembali setelah dibersihkan agar hewan-hewan kecil tersebut bersih dari jaring.

BAB III MEDIA BUDIDAYA IKAN

Media budidaya ikan merupakan suatu tempat hidup bagi ikan untuk tumbuh dan berkembang yaitu air. Air yang dapat digunakan sebagai budidaya ikan harus mempunyai standar kuantitas dan kualitas yang sesuai dengan persyaratan hidup ikan. Air yang dapat digunakan sebagai media hidup ikan harus dipelajari agar ikan sebagai organisme air dapat dibudidayakan sesuai kebutuhan manusia sebagai sumber bahan pangan yang bergizi dan relatif harganya murah. Air yang dapat memenuhi kriteria yang baik untuk hewan dan tumbuhan tingkat rendah yaitu plankton sebagai indikator paling mudah bahwa air tersebut dapat digunakan untuk budidaya ikan. Hal ini dikarenakan organisme ini merupakan produsen

primer sebagai pendukung kesuburan perairan. Oleh karena itu kondisi perairan/ air harus mampu menyiapkan kondisi yang baik, terutama untuk tumbuhan tingkat rendah (Fitoplankton) dalam proses asimilasi sebagai sumber makanan hewan terutama ikan.

Secara umum air sebagai lingkungan hidup mempunyai sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi. Agar dapat melakukan pengelolaan kualitas air dalam budidaya ikan maka harus dipahami ketiga parameter kualitas air yang sangat menentukan keberhasilan suatu budidaya ikan. Dalam bab ini akan dibahas tentang kuantitas air dalam hal ini sumber air yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya, parameter

kualitas air yang akan sangat menentukan keberhasilan suatu usaha budidaya ikan dan bagaimana cara melakukan pengukuran terhadap parameter kualitas air tersebut agar dapat selalu dipantau perubahan kualitas air dalam wadah budidaya ikan.

3.1. Sumber air

Sumber air yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan ada beberapa macam. Berdasarkan asalnya sumber air yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan yaitu air hujan yang mengalami limpasan/berakumulasi sementara ditempat-tempat rendah misalnya : air sungai, waduk, danau dan rawa. Selain itu air permukaan dapat juga didefinisikan sebagai air yang berada disungai, danau, waduk, rawa dan badan air lainnya yang tidak mengalami infiltrasi kedalam. Sumber air permukaan tersebut sudah banyak dipergunakan untuk kegiatan budidaya ikan. Sedangkan air tanah yaitu air hujan yang mengendap atau air yang berada dibawah permukaan tanah. Air tanah yang saat ini digunakan untuk kegiatan budidaya dapat diperoleh melalui cara pengeboran air tanah dengan kedalaman tertentu sampai diperoleh titik sumber air yang akan keluar dan dapat dipergunakan untuk kegiatan budidaya.

Air tanah memiliki kelebihan airnya bersih, kekurangannya air tanah

mempunyai kandungan oksigen yang rendah, kadar karbondioksida yang tinggi dan kandungan besi yang relatif tinggi. Solusinya dengan menggunakan aerator/kincir air /blower pada air pemeliharaan dan yang utama air tanah tersebut harus diinapkan minimal semalam (12 jam) untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut, selain itu jika air tanah mengalami kontak dengan udara akan mengalami proses oksigenasi sehingga ion feri(besi) yang terdapat pada air tanah akan segera mengalami pengendapan dan akan membentuk warna kemerahan pada air. Air tanah mempunyai kandungan oksigen yang rendah karena air ini pergerakannya didalam tanah sangat lambat dan sangat dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah dan pengisian kembali air. Jika sumber air tanah ini dieksplotasi secara besar-besaran maka jumlah air tanah akan semakin berkurang. Air tanah berdasarkan kandungan salinitasnya merupakan air tawar yang akan dipergunakan untuk budidaya ikan air tawar. Saat ini dibeberapa kota besar yang telah banyak sekali terjadi pengeboran air tanah secara besar-besaran maka kadar salinitas dari air tanah ini mengalami perubahan karena telah tercemar dengan air laut. Oleh karena itu sumber air yang biasa digunakan di kota besar adalah air yang berasal dari PAM. Air PAM ini berasal dari sumber air permukaan dan mengalami proses tertentu sampai diperoleh kualitas air sesuai baku mutu yang diinginkan. Sumber air tersebut dapat dipergunakan untuk budidaya ikan air tawar karena memiliki kandungan oksigen yang cukup dan pH yang stabil.

Kekurangan air PAM ini biasanya mengandung klorin/kaporit yang cukup tinggi dan solusinya sama seperti pada air tanah cukup dilakukan pengendapan air pada wadah terpisah minimal semalam yaitu 12 jam.

Air permukaan yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan berdasarkan kadar garamnya (salinitas) dibagi menjadi tiga yaitu air tawar, air payau dan air laut. Air tawar adalah air yang memiliki kadar garam (salinitas) antara 0 – 5 ppt. Air payau adalah air yang memiliki kadar garam (salinitas) antara 6 – 29 ppt. Air laut adalah air yang memiliki kadar garam (salinitas) antara 30 – 35 ppt. Ketiga air ini dapat dipergunakan untuk kegiatan budidaya ikan, pada air tawar dipergunakan untuk membudidayakan ikan air tawar, pada air payau dipergunakan untuk membudidayakan ikan air payau dan air laut untuk membudidayakan ikan air laut. Air permukaan ini dapat diklasifikasikan berdasarkan lamanya terakumulasi dalam suatu tempat dibagi menjadi dua yaitu perairan tergenang (Lentik) antara lain adalah danau, waduk dan situ, yang kedua adalah perairan mengalir (Lotik) antara lain adalah sungai, saluran irigasi, air laut.

Air yang berasal dari danau, waduk dan situ merupakan sumber air tawar yang banyak digunakan oleh kegiatan budidaya ikan dengan metode budidaya di perairan umum yaitu karamba jaring apung. Pada perairan tergenang yang perlu diperhatikan adalah terjadinya stratifikasi secara vertikal yang

diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya dan perbedaan suhu secara vertikal pada kolom air. Air yang digunakan untuk kegiatan budidaya ikan yang berasal dari air mengalir dan banyak dipergunakan oleh masyarakat adalah air sungai untuk budidaya ikan air tawar dan air laut untuk budidaya ikan air laut. Air sungai merupakan sumber air yang murah dan tidak memerlukan biaya tetapi sumber air ini memiliki kandungan lumpur yang cukup tinggi, sehingga dalam pemakaiannya sebaiknya dimasukkan terlebih dahulu pada bak pengendapan. Keuntungan sumber air ini adalah mempunyai kandungan oksigen yang cukup tinggi.

Pemilihan dari berbagai macam sumber air tersebut sangat bergantung kepada lokasi dimana budidaya ikan tawar akan dilakukan, kuantitas dan kualitas air yang terdapat pada sumber air tersebut. Walaupun sumber air tersebut berasal dari alam harus diperhatikan juga tentang kontinuitas ketersediaan air tersebut untuk kegiatan budidaya. Pada kegiatan budidaya ikan jumlah air yang dibutuhkan tidak sedikit harus tersedia secara terus menerus. Jumlah air yang diperlukan untuk mengairi wadah budidaya ikan harus cukup dan tersedia sepanjang tahun karena dengan melakukan budidaya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia. Untuk mengetahui kebutuhan air pada wadah budidaya ikan dapat dilakukan perhitungan jumlah persediaan air sumber. Salah satu cara untuk mengetahui jumlah air yang diperlukan pada kegiatan budidaya adalah dengan mengetahui

jumlah air pada saluran sepanjang tahun. Jumlah air yang dapat dipergunakan untuk kegiatan budidaya dapat diketahui dengan mengukur debit air saluran. Debit air saluran merupakan jumlah air yang mengalir dalam saluran yang dinyatakan dengan ukuran liter perdetik. Debit air saluran dapat diukur dengan cara langsung maupun secara tidak langsung. Pengukuran debit air secara langsung dilakukan dengan menggunakan sekat ukur. Sedangkan pengukuran debit air secara tidak langsung dilakukan dengan cara menentukan rata-rata luas penampang basah saluran dikalikan dengan kecepatan aliran air rata-rata. Pengukuran secara tidak langsung inilah yang banyak digunakan oleh para pembudidaya ikan dilapangan karena relatif mudah dilakukan.

3.2. Parameter kualitas air

3.2.1. Sifat Fisik

3.2.1.1. Kepadatan (density/berat jenis)

Pada suhu 4 °C (3,95° C) air murni mempunyai kepadatan yang maksimum yaitu 1 (satu), sehingga kalau suhu air naik, lebih tinggi dari 4° C kepadatan/berat jenisnya akan turun, demikian juga kalau suhunya lebih rendah dari 4 °C. Sifat air yang demikian itu, maka akan terjadi pelapisan-pelapisan suhu air pada danau atau perairan dalam, yaitu pada lapisan dalam suatu perairan suhu air makin rendah dibanding

pada permukaan air. Akan tetapi bila air membeku jadi es, es tersebut akan terapung. Akibat dari sifat tersebut akan menimbulkan pergolakan/perpindahan massa air dalam perairan tersebut, baik secara vertikal maupun horizontal. Sifat air ini mengakibatkan pada perairan didaerah yang beriklim dingin yang membeku perairannya hanya pada bagian atasnya saja sedangkan pada bagian bawahnya masih berupa cairan sehingga kehidupan organisme akuatik masih tetap berlangsung. Selain itu keuntungan adanya gerakan air ini dapat mendistribusikan/ menyebarkan berbagai zat ke seluruh perairan, sebagai sumber mineral bagi fitoplankton dan fitoplankton sebagai makanan ikan maupun hewan air lainnya. Dasar perairan adalah merupakan akumulasi pengendapan mineral-mineral yang merupakan persediaan “nutrient” yang akan dimanfaatkan oleh mahluk hidup (yang pada umumnya tinggal didaerah permukaan air karena mendapatkan sinar matahari yang cukup). Pada perairan yang oligotrof (cukup banyak mengandung mineral), aliran vertikal tidak banyak membawa keberuntungan, justru sebaliknya dapat mengendapkan mineral-mineral yang datang dari tempat lain kedasar perairan, mineral-mineral tersebut akan di absorpsi oleh dasar perairan . Sedangkan kerugian adanya aliran air ini adalah terutama aliran air yang vertikal sering menimbulkan “upwelling” pada danau-danau, sehingga menyebabkan keracunan dan kematian ikan secara masal. Hal ini disebabkan kondisi air yang anaerob (oksigen rendah) dan zat-

zat beracun dari dasar perairan akan naik kepermukaan air.

3.2.1.2. Kekentalan (Viscosity)

Molekul-molekul air mempunyai daya saling tarik menarik, kalau daya saling tarik menarik tersebut mengalami gangguan karena adanya benda yang bergerak dalam air seperti benda tenggelam, maka akan timbul gesekan-gesekan yang disebut dengan "gesekan intern dalam air"/ Viscosity.

Menurut kesepakatan para ahli fisika, pada suhu 0°C , kekentalan air murni mempunyai nilai yang terbesar, dan ditandai dengan angka 100. Makin naik suhunya, makin berkurang kekentalannya. Setiap kenaikan suhu 1°C terjadi penurunan viscosity 2%, hingga pada suhu 25°C viscositas turun menjadi setengahnya dari nilai viscosity pada suhu 0°C . Viscosity ini akan berpengaruh terhadap proses pengendapan jasad renik (plankton), zat-zat dan benda-benda yang melayang didalam air.

3.2.1.3. Tegangan Permukaan

Molekul-molekul air mempunyai daya saling tarik menarik terhadap molekul-molekul yang ada. Dalam fase cair daya tarik menarik masih sedemikian besarnya, sehingga molekul-molekul zat cair masih mempunyai daya "Kohesi".

Daya tarik menarik molekul air ini terjadi kesegala penjuru, sedang dipermukaan hanya terjadi gaya tarik

menarik kesamping dan kedalam saja dan sifat itu yang menyebabkan timbulnya tegangan permukaan. Akibat adanya tegangan permukaan, maka binatang dan tumbuhan yang ringan, seperti kumbang akar dapat berjalan diatas permukaan air, ada juga plankton yang menggantung dibawah permukaan air.

3.2.1.4. Suhu Air

Air sebagai lingkungan hidup organisme air relatif tidak begitu banyak mengalami fluktuasi suhu dibandingkan dengan udara, hal ini disebabkan panas jenis air lebih tinggi daripada udara. Artinya untuk naik 1°C , setiap satuan volume air memerlukan sejumlah panas yang lebih banyak dari pada udara. Pada perairan dangkal akan menunjukkan fluktuasi suhu air yang lebih besar dari pada perairan yang dalam. Sedangkan organisme memerlukan suhu yang stabil atau fluktuasi suhu yang rendah. Agar suhu air suatu perairan berfluktuasi rendah maka perlu adanya penyebaran suhu. Hal tersebut tercapai secara sifat alam antara lain;

- Penyerapan (absorpsi) panas matahari pada bagian permukaan air.
- Angin, sebagai penggerak permindahan massa air.
- Aliran vertikal dari air itu sendiri, terjadi bila disuatu perairan (danau) terdapat lapisan suhu air yaitu lapisan air yang bersuhu rendah akan turun mendesak lapisan air yang bersuhu tinggi naik kepermukaan perairan.

Selain itu suhu air sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut didalam air. Jika suhu tinggi, air akan lebih lekas jenuh dengan oksigen dibanding dengan suhunya rendah. Suhu air pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan laut (altitude), waktu dalam satu hari, penutupan awan, aliran dan kedalaman air. Peningkatan suhu air mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatisasi serta penurunan kelarutan gas dalam air seperti O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 dan sebagainya.

Kisaran suhu air yang sangat diperlukan agar pertumbuhan ikan-ikan pada perairan tropis dapat berlangsung berkisar antara $25^\circ C$ - $32^\circ C$. Kisaran suhu tersebut biasanya berlaku di Indonesia sebagai salah satu negara tropis sehingga sangat menguntungkan untuk melakukan kegiatan budidaya ikan. Suhu air sangat berpengaruh terhadap proses kimia, fisika dan biologi di dalam perairan, sehingga dengan perubahan suhu pada suatu perairan akan mengakibatkan berubahnya semua proses didalam perairan. Hal ini dilihat dari peningkatan suhu air maka kelarutan oksigen akan berkurang. Dari hasil penelitian diketahui bahwa peningkatan $10^\circ C$ suhu perairan mengakibatkan meningkatnya konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat, sehingga kebutuhan oksigen oleh organisme akuatik itu berkurang. Suhu air yang ideal bagi organisme air yang dibudidayakan sebaiknya adalah tidak terjadi perbedaan suhu

yang mencolok antara siang dan malam (tidak lebih dari $5^\circ C$).

Pada perairan yang tergenang yang mempunyai kedalaman air minimal 1,5 meter biasanya akan terjadi pelapisan (stratifikasi) suhu. Pelapisan ini terjadi karena suhu permukaan air lebih tinggi dibanding dengan suhu air dibagian bawahnya. Stratifikasi suhu pada kolom air dikelompokkan menjadi tiga yaitu pertama lapisan epilimnion yaitu lapisan sebelah atas perairan yang hangat dengan penurunan suhu relatif kecil (dari $32^\circ C$ menjadi $28^\circ C$). Lapisan kedua disebut dengan lapisan termoklin yaitu lapisan tengah yang mempunyai penurunan suhu sangat tajam (dari $28^\circ C$ menjadi $21^\circ C$). Lapisan ketiga disebut lapisan hipolimnion yaitu lapisan paling bawah dimana pada lapisan ini perbedaan suhu sangat kecil relatif konstan. Stratifikasi suhu ini terjadi karena masuknya panas dari cahaya matahari kedalam kolom air yang mengakibatkan terjadinya gradien suhu yang vertikal. Pada kolam yang kedalaman airnya kurang dari 2 meter biasanya terjadi stratifikasi suhu yang tidak stabil. Oleh karena itu bagi para pembudidaya ikan yang melakukan kegiatan budidaya ikan kedalaman air tidak boleh lebih dari 2 meter. Selain itu untuk memecah stratifikasi suhu pada wadah budidaya ikan diperlukan suatu alat bantu dengan menggunakan aerator/blower/ kincir air.

Berdasarkan hasil penelitian suhu air sangat berpengaruh terhadap respon ikan dalam mengkonsumsi pakan

yang diberikan selama berlangsung kegiatan budidaya. Respon tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Pengaruh suhu air terhadap respon konsumsi pakan pada ikan

Suhu air (°C)	Respon konsumsi pakan
Mendekati 0	Kondisi kritis minimal
8 – 10	Tidak ada respon terhadap pemberian pakan
15	Pemberian pakan berkurang
22	50% optimum
28 – 30	Pemberian pakan optimum
33	50% optimum
35	Pemberian pakan berkurang
36 – 38	Tidak respon terhadap pemberian pakan
38 – 42	Kondisi kritis minimal

Sumber : Tucker and Hargreaves (2004)

3.2.1.5. Kecerahan dan kekeruhan air

Kecerahan dan kekeruhan air dalam suatu perairan dipengaruhi oleh jumlah cahaya matahari yang masuk kedalam perairan atau disebut juga dengan intensitas cahaya matahari. Cahaya matahari didalam air berfungsi terutama untuk kegiatan asimilasi fito/tanaman didalam air,. Oleh karena itu daya tembus cahaya kedalam air sangat menentukan tingkat kesuburan air. Dengan diketahuinya intensitas cahaya pada berbagai kedalaman tertentu, kita

dapat mengetahui sampai dimanakah masih ada kemungkinan terjadinya proses asimilasi didalam air.

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan dan pengukuran cahaya sinar matahari didalam air dapat dilakukan dengan menggunakan lempengan/kepingan Secchi disk. Satuan untuk nilai kecerahan dari suatu perairan dengan alat tersebut adalah satuan meter. Jumlah cahaya yang diterima oleh phytoplankton diperairan asli bergantung pada intensitas cahaya

matahari yang masuk kedalam permukaan air dan daya perambatan cahaya didalam air. Masuknya cahaya matahari kedalam air dipengaruhi juga oleh kekeruhan air (turbidity). Sedangkan kekeruhan menggambarkan tentang sifat optik yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam perairan. Definisi yang sangat mudah adalah kekeruhan merupakan banyaknya zat yang tersuspensi pada suatu perairan. Hal ini menyebabkan hamburan dan absorpsi cahaya yang datang sehingga kekeruhan menyebabkan terhalangnya cahaya yang menembus air. Faktor-faktor kekeruhan air ditentukan oleh:

- a. Benda-benda halus yang disuspensikan (seperti lumpur dsb)
- b. Jasad-jasad renik yang merupakan plankton
- c. Warna air (yang antara lain ditimbulkan oleh zat-zat koloid berasal dari daun-daun tumbuhan yang terektrak)

Faktor-faktor ini dapat menimbulkan warna dalam air. Pengukuran kekeruhan suatu perairan dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut dengan Jackson Candler Turbidimeter dengan satuan unit turbiditas setara dengan 1 mg/l SiO_2 . Satu unit turbiditas Jackson Candler Turbidimeter dinyatakan dengan satuan 1 JTU (Jackson Turbidity Unit).

Air yang dapat digunakan untuk budidaya ikan selain harus jernih tetapi tetap terdapat plankton. Air yang sangat keruh tidak dapat

digunakan untuk kegiatan budidaya ikan, karena air yang keruh dapat menyebabkan :

- a. Rendahnya kemampuan daya ikat oksigen
- b. Berkurangnya batas pandang ikan
- c. Selera makan ikan berkurang, sehingga efisiensi pakan rendah
- d. Ikan sulit bernafas karena insangnya tertutup oleh partikel-partikel lumpur

3.2.1.6. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi dari total ion yang terdapat didalam perairan. Pengertian salinitas yang sangat mudah dipahami adalah jumlah kadar garam yang terdapat pada suatu perairan. Hal ini dikarenakan salinitas ini merupakan gambaran tentang padatan total didalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh chlorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Pengertian salinitas yang lainnya adalah jumlah segala macam garam yang terdapat dalam 1000 gr air contoh. Garam-garam yang ada di air payau atau air laut pada umumnya adalah Na, Cl, NaCl, MgSO_4 yang menyebabkan rasa pahit pada air laut, KNO_3 dan lain-lain. Salinitas dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat yang disebut dengan Refraktometer atau salinometer. Satuan untuk pengukuran salinitas adalah satuan gram per kilogram (ppt) atau promil (‰). Nilai salinitas untuk perairan tawar biasanya berkisar antara 0–5 ppt, perairan payau biasanya berkisar antara 6–29

ppt dan perairan laut berkisar antara 30–35 ppt.

3.2.2. Sifat Kimia

3.2.2.1. Oksigen

Semua makhluk hidup untuk hidup sangat membutuhkan oksigen sebagai faktor penting bagi pernafasan. Ikan sebagai salah satu jenis organisme air juga membutuhkan oksigen agar proses metabolisme dalam tubuhnya berlangsung. Oksigen yang dibutuhkan oleh ikan disebut dengan oksigen terlarut. Oksigen terlarut adalah oksigen dalam bentuk terlarut didalam air karena ikan tidak dapat mengambil oksigen dalam perairan dari difusi langsung dengan udara. Satuan pengukuran oksigen terlarut adalah mg/l yang berarti jumlah mg/l gas oksigen yang terlarut dalam air atau dalam satuan internasional dinyatakan ppm (part per million). Air mengandung oksigen dalam jumlah yang tertentu, tergantung dari kondisi air itu sendiri, beberapa proses yang menyebabkan masuknya oksigen ke dalam air yaitu:

1. Diffusi oksigen dari udara ke dalam air melalui permukannya, yang terjadi karena adanya gerakan molekul-molekul udara yang tidak berurutan karena terjadi benturan dengan molekul air sehingga O_2 terikat didalam air. Proses diffusi ini akan selalu terjadi bila pergerakan air yang mampu mengguncang oksigen, karena kandungan O_2 didalam udara jauh lebih banyak. Menurut penelitian, air murni 1000 cc pada suhu kamar mengandung 7

cc O_2 , sedangkan udara murni suhu pada kamar mengandung 210 cc O_2 . Dari gambaran tersebut, maka air relatif mudah melepaskan O_2 ke udara. Dariimbangan tersebut di atas dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

- Tercapainyaimbangan O_2 di air dan di udara, tergantung dari jumlah molekul-molekul zat (garam-garam) yang larut di dalam air (dalam satuan-satuan tertentu), sebab jumlah tersebut yang menentukan kemungkinan terbentuknya molekul-molekul dan menentukan pula jumlah banyaknya molekul-molekul gas yang meninggalkan air lagi. Air yang mengandung garam-garam pada kadar O_2 yang rendah saja sudah dapat seimbang dengan udara lebih cepat, bila di bandingkan dengan air suling.
- Kemungkinan bertubrukan molekul air di tentukan oleh suhu air. Makin tinggi suhu air, makin rendah jumlah oksigen yang dapat di kandung/ di ikat oleh air. Artinya; jika suhu air tinggi, maka air itu dengan kadar oksigen yang rendah saja sudah dapat seimbang dengan udara, sehingga penambahan oksigen lebih lanjut tidak akan meningkatkan oksigen terlarut dalam air. Dalam kegiatan budidaya ikan sifat tersebut penting artinya, terutama dalam pengangkutan ikan hidup, pemeliharaan ikan di

akuarium, atau pemeliharaan ikan secara tertutup pada Recycle Sistem. Pada pengangkutan ikan sebaiknya dilakukan pada pagi/sore hari waktu suhu udara masih relatif rendah, sehingga guncangan airnya yang terjadi akan mampu meningkatkan difusi O_2 kedalam air. Pada pemeliharaan ikan diakuarium atau pada tempat yang terbatas, pemberian lampu, yang mengakibatkan suhu air meningkat, akan menurunkan kemampuan air mengikat.

2. Diperairan umum, pemasukan oksigen ke dalam air terjadi karena air yang masuk sudah mengandung oksigen, kecuali itu dengan aliran air, mengakibatkan gerakan air yang mampu mendorong terjadinya proses difusi oksigen dari udara ke dalam air.
3. Hujan yang jatuh, secara tidak langsung akan meningkatkan O_2 di dalam air, pertama suhu air akan turun, sehingga kemampuan air mengikat oksigen meningkat, selanjutnya bila volume air bertambah dari gerakan air, akibat jatuhnya air

hujan akan mampu meningkatkan O_2 di dalam air.

4. Proses Asimilasi tumbuhan.

Tanaman air yang seluruh batangnya ada didalam air di waktu siang akan melakukan proses asimilasi, dan akan menambah O_2 didalam air. Sedangkan pada malam hari tanaman tersebut menggunakan O_2 yang ada didalam air. Pengambilan air O_2 didalam air disebabkan oleh:

- Proses pernafasan binatang dan tanaman air.
- Proses pembongkaran (menetralisasi) bahan-bahan organik.
- Dasar perairan yang bersifat mereduksi, dasar demikian hanya dapat di tumbuhi bakteri yang anaerob saja, yang dapat menimbulkan hasil pembakaran.

Menurut Brown (1987) peningkatan suhu $1^\circ C$ akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Hubungan antara oksigen terlarut dan suhu dapat dilihat pada Tabel 3.2. yang menggambarkan bahwa semakin tinggi suhu, kelarutan oksigen semakin berkurang.

Tabel 3.2. Hubungan antara kadar oksigen terlarut jenuh dan suhu pada tekanan udara 760 mm Hg (Cole, 1983)

Suhu (°C)	Kadar Oksigen terlarut (mg/l)	Suhu (°C)	Kadar Oksigen terlarut (mg/l)	Suhu (°C)	Kadar Oksigen terlarut (mg/l)
0	14,62	14	10,31	28	7,83
1	14,22	15	10,08	29	7,69
2	13,83	16	9,87	30	7,56
3	13,46	17	9,66	31	7,43
4	13,11	18	9,47	32	7,30
5	12,77	19	9,28	33	7,18
6	12,45	20	9,09	34	7,06
7	12,14	21	8,91	35	6,95
8	11,84	22	8,74	36	6,84
9	11,56	23	8,58	37	6,73
10	11,29	24	8,42	38	6,62
11	11,03	25	8,26	39	6,51
12	10,78	26	8,11	40	6,41
13	10,54	27	7,97		

Kadar oksigen terlarut dalam suatu wadah budidaya ikan sebaiknya berkisar antara 7 – 9 ppm. Konsentrasi oksigen terlarut ini sangat menentukan dalam akuakultur. Kadar oksigen terlarut dalam wadah budidaya ikan dapat ditentukan dengan dua cara yaitu dengan cara titrasi atau dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan DO meter (Dissolved Oxygen).

3.2.2.2. Karbondioksida

Karbondioksida merupakan salah satu parameter kimia yang sangat menentukan dalam kegiatan budidaya ikan. Karbondioksida yang dianalisis dalam kegiatan budidaya

adalah karbondioksida dalam bentuk gas yang terkandung di dalam air. Gas CO₂ memegang peranan sebagai unsur makanan bagi semua tumbuhan yang mempunyai chlorophil, baik tumbuh-tumbuhan renik maupun tumbuhan tingkat tinggi. Sumber gas CO₂ didalam air adalah hasil pernafasan oleh binatang-binatang air dan tumbuh-tumbuhan serta pembakaran bahan organik didalam air oleh jasad renik. Bagian air yang banyak mengandung CO₂ adalah didasar perairan, karena ditempat itu terjadi proses pembakaran bahan organik yang cukup banyak. Untuk kegiatan asimilasi bagi tumbuh-tumbuhan, jumlah CO₂ harus cukup, tetapi bila jumlah CO₂ melampaui batas akan kritis bagi kehidupan binatang-

binatang air. Pengaruh CO₂ yang terlalu banyak tidak saja terhadap perubahan pH air, tetapi juga bersifat racun. Dengan meningkatnya CO₂, maka O₂ dalam air juga ikut menurun, sehingga pada level tertentu akan berbahaya bagi kehidupan binatang air. Kadar CO₂ yang bebas didalam air tidak boleh mencapai batas yang mematikan (lethal), pada kadar 20 ppm sudah merupakan racun bagi ikan dan mematikan ikan jika kelarutan oksigen didalam air kurang dari 5 ppm (5 mg/l).

CO₂ yang digunakan oleh organisme dalam air, mula-mula adalah CO₂ bebas, bila yang bebas sudah habis, air akan melepaskan CO₂ yang terikat dalam bentuk Calcium bikarbonat maupun Magnesium bikarbonat. Air yang banyak mengandung persediaan Calcium atau Magnesium bikarbonat dalam jumlah yang cukup, mempunyai kapasitas produksi yang baik.

3.2.2.3. pH Air

pH (singkatan dari " puissance negatif de H "), yaitu logaritma negatif dari kepekatan ion-ion H yang terlepas dalam suatu perairan dan mempunyai pengaruh besar terhadap kehidupan organisme perairan, sehingga pH perairan dipakai sebagai salah satu untuk menyatakan baik buruknya sesuatu perairan.

Pada perairan perkolaman pH air mempunyai arti yang cukup penting untuk mendeteksi potensi produktifitas kolam. Air yang agak basa, dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik dalam

air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasikan oleh tumbuh-tumbuhan (garam amonia dan nitrat). Pada perairan yang tidak mengandung bahan organik dengan cukup, maka mineral dalam air tidak akan ditemukan. Andaikata kedalam kolam itu kemudian kita bubuhkan bahan organik seperti pupuk kandang, pupuk hijau dsb dengan cukup, tetapi kurang mengandung garam-garam bikarbonat yang dapat melepaskan kationnya, maka mineral-mineral yang mungkin terlepas juga tidak akan lama berada didalam air itu. Untuk menciptakan lingkungan air yang bagus, pH air itu sendiri harus mantap dulu (tidak banyak terjadi pergoncangan pH air). Ikan rawa seperti sepat siam (*Tricogaster pectoralis*), sepat jawa (*Tricogaster tericopterus*) dan ikan gabus dapat hidup pada lingkungan pH air 4-9, untuk ikan lunjar kesan pH 5-8, ikan karper (*Cyprinus carpio*) dan gurami, tidak dapat hidup pada pH 4-6, tapi pH idealnya 7,2. Klasifikasi nilai pH dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

- Netral : pH = 7
- Alkalis (basa) : 7 < pH < 14
- Asam : 0 < pH < 7

Derajat keasaman suatu kolam ikan sangat dipengaruhi oleh keadaan tanahnya yang dapat menentukan kesuburan suatu perairan. Nilai pH asam tidak baik untuk budidaya ikan dimana produksi ikan dalam suatu perairan akan rendah. Pada pH netral sangat baik untuk kegiatan budidaya ikan, biasanya berkisar antara 7 – 8, sedangkan pada pH basa juga tidak baik untuk kegiatan budidaya. Pengaruh pH pada perairan dapat berakibat terhadap

komunitas biologi perairan, untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan (Effendi, 2000)

Nilai pH	Pengaruh Umum
6,0 – 6,5	<ul style="list-style-type: none"> • Keanekaragaman plankton dan benthos mengalami sedikit penurunan • Kelimpahan total, biomassa dan produktivitas tak mengalami perubahan
5,5 – 6,0	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan nilai keanekaragaman plankton dan benthos semakin nampak • Kelimpahan total, biomassa dan produktivitas masih belum mengalami perubahan berarti • Algae hijau berfilamen mulai nampak pada zona literal
5,0 – 5,5	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton dan benthos semakin besar • Penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan benthos • Algae hijau berfilamen semakin banyak • Proses nitrifikasi terhambat
4,5 – 5,0	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton dan benthos semakin besar • Penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan benthos • Algae hijau berfilamen semakin banyak • Proses nitrifikasi terhambat

Air kolam yang pH nya bergoncang antara 4,5-6,5 masih dapat diperbaiki dengan menambahkan kapur dalam jumlah yang cukup. Agar pH nya dapat dinaikan menjadi 8,0 supaya pengaruh OH yang rendah bisa ditiadakan. Pada umumnya pada pagi hari, waktu air banyak mengandung CO₂, pH air rendah, pada waktu sore hari air kehabisan CO₂ untuk asimilasi pH air menjadi tinggi. Kondisi pH ini akan sangat penting artinya pada pengangkutan ikan hidup secara tertutup dengan pemberian gas O₂. Pada pengangkutan ikan hidup secara

terbuka, kelebihan CO₂ hasil pernafasan ikan yang diangkut tidak jadi masalah, sebab CO₂ itu senantiasa masih berkesempatan menjadi seimbang dengan udara terbuka diatasnya, sehingga penurunan pH air tidak akan terlalu buruk bagi ikan. Pada pengangkutan tertutup upaya mencegah penurunan pH air dapat ditambahkan larutan buffer seperti Na₂HPO₄, sehingga pH yang sedianya akan turun dapat dicegah. Dengan demikian waktu pengangkutan ikan dapat diupayakan lebih panjang. Metode penentuan pH air dapat

menggunakan alat pH meter atau dengan menggunakan kertas indikator pH.

Diperairan asli, pergoncangan pH dari yang tinggi ke pH rendah dapat disanggah oleh unsur calcium yang terdapat dalam air asli itu sendiri. Apabila suatu perairan kadar calcium dalam bentuk $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ cukup tinggi, maka daya menyanggah air terhadap pergoncangan pH menjadi besar.

Unsur Ca didalam air membentuk dua macam senyawa yaitu:

1. Senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) yang tidak dapat larut
2. Senyawa kalsium bikarbonat atau kalsium hidrogen karbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) yang dapat larut dalam air.

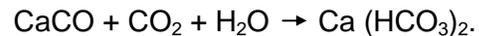
Faktor yang menentukan besar kecilnya kemampuan penyanggah pergoncangan asam (pH) adalah banyaknya $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ di dalam air.

Proses terjadinya penyanggahan asam didalam air adalah sbb: Kalau dalam suatu perairan, CO_2 terambil, maka mula-mula pH air akan naik, akan tetapi pada saat yang bersamaan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ yang larut dalam air itu akan pecah menurut persamaan sebagai berikut:



Sehingga dalam air itu terjadi pembentukan CO_2 yang baru, selanjutnya pH air mempunyai kecenderungan untuk turun lagi. Berdasarkan proses tersebut diatas, kadar Ca yang terkandung dalam air menjadi berkurang. Kalsium bikarbonat yang terbentuk pada

pemecahan itu akan mengendap berupa endapan putih didasar perairan, pada daun-daun tanaman air dsb. Sebaliknya, apabila terbentuk gas CO_2 yang banyak didalam air maka mula-mula pH air mempunyai kecenderungan untuk turun akan tetapi dengan segera gas CO_2 yang berkeliaran bebas itu akan diikat oleh CaCO_3 yang sulit larut dalam air tadi. Menurut persamaan reaksi:



Sehingga jumlah CO_2 bebasnya akan berkurang, akibatnya pH air mempunyai kecenderungan untuk naik, sehingga kecenderungan pH untuk turun dapat disanggah.

Proses imbangan pH dapat dituliskan dengan reaksi sebagai berikut :



Jadi jumlah $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dalam air merupakan salah satu unsur dari baik buruknya perairan sebagai lingkungan hidup.

3.2.2.4. Bahan Organik dan garam mineral dalam air

Mineral merupakan salah satu unsur kimia yang selalu ada dalam suatu perairan, beberapa jenis mineral antara lain adalah Kalsium (Ca), Pospor (P), Magnesium (Mg), Potassium (K), Sodium (Na), Sulphur (S), zat besi (Fe), Tembaga (Cu), Mangan (Mn), Seng (Zn), Florin (F), Yodium (I) dan Nikel (Ni). Diperairan umum mineral yang diperlukan oleh phytoplakton senantiasa diperoleh

dari pembongkaran bahan-bahan organik sisa dari tumbuhan dan binatang yang sudah mati. Di alam mineral tersebut berasal dari air yang masuk, atau adanya penambahan pupuk buatan. Pembongkaran bahan organik dilakukan oleh jasad renik yang terdapat didalam air. Pada umumnya jasad renik ini menghendaki perairan yang pHnya 7 sedikit mendekati basa. Pembongkaran bahan organik ada yang dilakukan secara anaerob (tidak memerlukan oksigen). Proses pembongkaran itu juga dipengaruhi oleh suhu air.

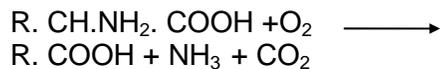
Bahan organik yang larut didalam air belum dapat dimanfaatkan oleh binatang air secara langsung. Bahan-bahan organik yang mengendap di dasar perairan yang dangkal dapat dimakan secara langsung oleh berbagai macam binatang benthos (binatang yang hidup didasar perairan) seperti siput *vivipar javanica*, cacing *tubifex*, larva *chironomus* dan sebagainya. Bagian-bagian dari pada lumpur organik demikian yang tidak dapat dicernakan, menyisa sebagai detritus di dasar perairan. Jumlah bahan organik yang terdapat dalam suatu perairan dapat digunakan sebagai salah satu indikator banyak tidaknya mineral yang dapat dibongkar kelak. Bila suasana perairan anaerob, maka protein-protein yang menandung belerang dapat dibongkar oleh bakteri anaerob (diantaranya adalah *Bakterium vulgare*). Hasil pembongkaran tersebut adalah gas hidrogen sulfida (H_2S) dan ditandai bau busuk, air berwarna kehitaman. Gas itu merupakan limiting factor/ faktor

pembatas bagi kesuburan perairan. Kandungan H_2S - 6 mg/ l sudah dapat membunuh ikan *Cyprinus carpio* dalam beberapa jam saja. Untuk mencegah timbulnya H_2S dalam kolam biasanya kolam yang akan digunakan untuk budidaya ikan harus dilakukan pengolahan tanah dasar dan pengeringan. Jenis gas beracun lainnya yang berasal dari pembongkaran bahan organik adalah gas metana.

Gas Metana (CH_4) adalah gas yang bersifat mereduksi dan dikenal sebagai gas rawa. Metana itu timbul pada proses pembongkaran hidrat arang dari bahan organik yang tertimbun dalam perairan. Hidrat arang dalam suasana anaerob mula-mula dibongkar menjadi asam-asam karboksilat. Bila suasana air tetap anaerob maka asam-asam karboksilat direduksikan lebih lanjut menjadi Metana. Bila gas Metana ini berhubungan dengan O_2 dalam air sekelilingnya, maka air itu akan berkurang O_2 , dan sebagai hasilnya timbullah gas CO_2 . Pembongkaran dalam suasana anaerob juga dapat dilakukan oleh ragi (*Saccharomyces*), hasil pembongkaran itu adalah alkohol dan lebih lanjut lagi menjadi asam cuka (asam asetat) oleh bakterium aceti. Kandungan bahan organik dalam air sangat sulit untuk ditentukan yang biasa disebut dengan kandungan total bahan organik (Total Organic Matter/TOM).

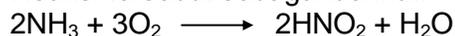
3.2.2.5. Nitrogen

Nitrogen didalam perairan dapat berupa nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik dapat berupa ammonia (NH₃), ammonium (NH₄), Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃) dan molekul Nitrogen (N₂) dalam bentuk gas. Sedangkan nitrogen organik adalah nitrogen yang berasal bahan berupa protein, asam amino dan urea. Bahan organik yang berasal dari binatang yang telah mati akan mengalami pembusukan mineral yang terlepas dan utama adalah garam-garam nitrogen (berasal dari asam amino penyusun protein). Proses pembusukan tadi mula-mula terbentuk amoniak (NH₃) sebagai hasil perombakan asam amino oleh berbagai jenis bakteri aerob dan anaerob. Pembongkaran itu akan menghasilkan suatu gas CO₂ bebas, menurut persamaan reaksinya adalah:



Berdasarkan reaksi kimia tersebut dapat diperlihatkan bahwa kolam yang dipupuk dengan pupuk kandang/hijau yang masih baru dalam jumlah banyak dan langsung ditebarkan benih ikan kedalam kolam, biasanya akan terjadi mortalitas yang tinggi pada ikan karena kebanyakan gas CO₂. Bila keadaan perairan semakin buruk, sehingga O₂ dalam air sampai habis, maka secara perlahan proses pembongkaran bahan organik akan diambil oleh bakteri lain yang terkenal ialah *Nitrosomonas* menjadi senyawa nitrit.

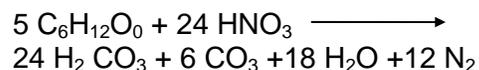
Reaksi tersebut sebagai berikut:



Bila perairan tersebut cukup mengandung kation-kation maka asam nitrit yang terbentuk itu dengan segera dapat dirubah menjadi garam-garam nitrit, oleh bakteri *Nitrobacter* atau *Nitrosomonas*, garam-garam nitrit itu selanjutnya dikerjakan lebih lanjut menjadi garam-garam nitrit, reaksinya sebagai berikut:



Garam-garam nitrit itu penting sebagai mineral yang diasimilasikan oleh tumbuh-tumbuhan hijau untuk menyusun asam amino kembali dalam tubuhnya, untuk membentuk protoplasma itu selanjutnya tergantung pada nitrit, phitoplankton itu selanjutnya menjadi bahan makanan bagi organisme yang lebih tinggi. Nitrit tersebut pada suatu saat dapat dibongkar lebih lanjut oleh bakteri denitrifikasi (yang terkenal yaitu *Micrococcus denitrifikan*), bakterium nitroxus menjadi nitrogen-nitrogen bebas, reaksinya sebagai berikut:



Agar supaya phitoplankton dapat tumbuh dan berkembang biak dengan subur dalam suatu perairan, paling sedikit dalam air itu harus tersedia 4 mg/l nitrogen (yang diperhitungkan dari kadar N dalam bentuk nitrat), bersama dengan 1 mg/l P dan 1 mg/l K.

Bila kadar NH₃ hasil pembongkaran bahan organik di dalam air terdapat dalam jumlah besar, yang disebabkan proses pembongkaran

protein terhenti sehingga tidak terbentuk nitrat sebagai hasil akhir, maka air tersebut disebut “sedang mengalami pengotoran (Pollution)”. Kadar N dalam bentuk NH_3 dipakai juga sebagai indikator untuk menyatakan derajat polusi. Kadar 0,5 mg/l merupakan batas maksimum yang lazim dianggap sebagai batas untuk menyatakan bahan air itu “unpolluted”. Ikan masih dapat hidup pada air yang mengandung N 2 mg/l. Batas letal akan tercapai pada kadar 5 mg/l. Di perairan kolam nitrogen dalam bentuk amonia sangat beracun bagi ikan budidaya, tetapi

jika dalam bentuk amonium tidak begitu berbahaya pada media akuakultur. Amonia yang ada dalam wadah budidaya dapat diukur dan biasanya dalam bentuk amonia total. Menurut Boyd (1988), terdapat hubungan antara kadar amonia total dengan amonia bebas pada berbagai pH dan suhu yang dapat dilihat pada Tabel 3.4. Pada tabel tersebut memperlihatkan daya racun amonia yang akan meningkat dengan meningkatnya kadar pH dan suhu terhadap organisme perairan termasuk ikan.

Tabel 3.4. Persentase (%) amonia bebas (NH_3) terhadap amonia total (Boyd, 1988)

pH	26°C	28°C	30°C	32°C
7,0	0,60	0,70	0,81	0,95
7,2	0,95	1,10	1,27	1,50
7,4	1,50	1,73	2,00	2,36
7,6	2,35	2,72	3,13	3,69
7,8	3,68	4,24	4,88	5,72
8,0	5,71	6,55	7,52	8,77
8,2	8,75	10,00	11,41	13,22
8,4	13,20	14,98	16,96	19,46
8,6	19,42	21,83	24,45	27,68
8,8	27,64	30,68	33,90	37,76
9,0	37,71	41,23	44,84	49,02
9,2	48,96	52,65	56,30	60,38
9,4	60,33	63,79	67,12	70,72
9,6	70,67	73,63	76,39	79,29
9,8	79,25	81,57	83,68	85,85
10,0	85,82	87,52	89,05	90,58
10,2	90,56	91,75	92,80	93,84

Kadar amonia yang dapat mematikan ikan budidaya jika dalam

wadah budidaya mengandung 0,1 – 0,3 ppm. Oleh karena itu sebaiknya kadar amonia didalam wadah

budidaya ikan tidak lebih dari 0,2 mg/l (ppm). Kadar amonia yang tinggi ini diakibatkan adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri dan limpasan pupuk pertanian.

3.2.2.6. Alkalinitas dan kesadahan

Alkalinitas menggambarkan jumlah basa (alkali) yang terkandung dalam air, sedangkan alkalinitas total adalah konsentrasi total dari basa yang terkandung dalam air yang dinyatakan dalam ppm setara dengan kalsium karbonat. Total alkalinitas biasanya selalu dikaitkan dengan pH karena pH air ini akan menunjukkan apakah suatu perairan itu asam atau basa. Alkalinitas juga disebut dengan Daya Menggabung Asam (DMA) atau buffer/penyangga suatu perairan yang dapat menunjukkan kesuburan suatu perairan tersebut. Sedangkan kesadahan menggambarkan kandungan Ca, Mg dan ion-ion yang terlarut dalam air. Berdasarkan Effendi (2000) Nilai alkalinitas berkaitan jenis perairan yaitu perairan dengan nilai alkalinitas kurang dari 40 mg/l CaCO_3 disebut sebagai perairan lunak (*Soft water*), sedangkan perairan yang nilai alkalinitasnya lebih dari 40 mg/l CaCO_3 disebut sebagai perairan keras (*Hard water*). Perairan dengan nilai alkalinitas yang tinggi lebih produktif daripada dengan perairan yang nilai alkalinitasnya rendah.

Menurut Schmittou (1991), perairan dengan alkalinitas yang rendah

(misal kurang dari 15 mg/l) tidak diinginkan dalam akuakultur karena :

- Perairan tersebut sangat asam sehingga performansi produksi ikan (Kesehatan umum dan kelangsungan hidup, pertumbuhan, hasil dan efisiensi pakan) dipengaruhi secara negatif.
- Produksi phytoplankton dibatasi oleh ketidakcukupan CO_2 dan HCO_3 yang cenderung menyebabkan rendahnya kelarutan oksigen dan bisa mengakibatkan kematian plankton.
- Pada tanah-tanah asam dapat menyerap fosfor yang akan mereduksi efek pemupukan pada tingkat produksi akuakultur sistem ekstensif, tingkat pemupukan ekstensif dan pemupukan intensif.
- Fluktuasi pada pH dan faktor-faktor yang berhubungan dapat menyebabkan ketidakstabilan mutu air yang dapat menyebabkan ikan stres.
- Pada tingkat pH yang ekstrem dapat menyebabkan kondisi-kondisi stres masam pada pagi hari dan kondisi stres alkalin pada senja hari.

Untuk meningkatkan kandungan alkalinitas total pada kolam pemeliharaan ikan dapat digunakan kapur pertanian. Oleh karena itu dalam kolam pemeliharaan ikan sebelum digunakan dilakukan proses pengapuran dengan menggunakan beberapa jenis batu kapur yang disesuaikan dengan kualitas tanah dasar kolam pemeliharaan.

3.2.3. Sifat Biologi

Parameter biologi dari kualitas air yang biasa dilakukan pengukuran untuk kegiatan budidaya ikan adalah tentang kelimpahan plankton, benthos dan perifiton sebagai organisme air yang hidup di perairan dan dapat digunakan sebagai pakan alami bagi ikan budidaya. Kajian secara detail dari ketiga aspek tersebut akan dibahas pada Bab 6. Kelimpahan plankton yang terdiri dari phytoplankton dan zooplankton sangat diperlukan untuk mengetahui kesuburan suatu perairan yang akan dipergunakan untuk kegiatan budidaya. Plankton sebagai organisme perairan tingkat rendah yang melayang-layang di air dalam waktu yang relatif lama mengikuti pergerakan air. Plankton pada umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan hidupnya (suhu, pH, salinitas, gerakan air, cahaya matahari dll) baik untuk mempercepat perkembangan atau yang mematikan.

Berdasarkan ukurannya, plankton dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Macroplankton (masih dapat dilihat dengan mata telanjang/biasa/tanpa pertolongan mikroskop).
2. Netplankton atau mesoplankton (yang masih dapat disaring oleh plankton net yang mata netnya 0,03 - 0,04 mm).
3. Nannoplankton atau microplankton (dapat lolos dengan plankton net diatas).

Berdasarkan tempat hidupnya dan daerah penyebarannya, plankton dapat merupakan :

- Limnoplankton (plankton air tawar/danau)
- Haliplankton (hidup dalam air asin)
- Hypalmyroplankton (khusus hidup di air payau)
- Heleoplankton (khusus hidup dalam kolam-kolam)
- Petamoplankton atau rheoplankton (hidup dalam air mengalir, sungai)

3.3. Pengukuran Kualitas air Budidaya Ikan

Parameter kualitas air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan di Indonesia sudah dibuat Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1990, tanggal 5 Juni 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air. Dalam peraturan tersebut dibuat kriteria kualitas air berdasarkan golongan yaitu Golongan A adalah kriteria kualitas air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu, Golongan B adalah kriteria kualitas air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum, Golongan C adalah kriteria kualitas air yang dapat digunakan untuk keperluan Perikanan dan Peternakan, Golongan D adalah kriteria kualitas air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri dan pembangkit listrik tenaga air. Berdasarkan peraturan tersebut

kriteria kualitas air untuk perikanan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Kriteria kualitas air Golongan C

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum	Ket.
Kimia Anorganik				
1.	Air raksa	mg/l	0.002	> 3
2.	Ammoniak bebas	mg/l	0,02	
3.	Arsen	mg/l	1	
4.	Fluorida	mg/l	1,5	
5.	Kadmium	mg/l	0,01	
6.	Klorin bebas	mg/l	0,003	
7.	Kromium, valensi 6	mg/l	0,05	
8.	Nitrit, sebagai N	mg/l	0,06	
9.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	-	
10.	pH	-	6 – 9	
11.	Selenium	mg/l	0,05	
12.	Seng	mg/l	0,02	
13.	Sianida	mg/l	0,02	
14.	Sulfida sebagai H ₂ S	mg/l	0,002	
15.	Tembaga	mg/l	0,02	
16.	Timbal	mg/l	0,03	
Kimia organik				
1.	BHC	mg/l	0,21	
2.	DDT	mg/l	0,002	
3.	Endrin	mg/l	0,004	
4.	Fenol	mg/l	0,001	
5.	Minyak dan lemak	mg/l	1	
6.	Organofosfat dan karbonat	mg/l	0,1	
7.	Senyawa aktif biru metilen (Surfaktan)	mg/l	0,2	
Radioaktivitas				
1.	Aktivitas Alfa (Gross Alpha Activity)	Bq/l	0,1	
2.	Aktivitas beta (Gross Beta Activity)	Bq/l	1,0	

Keterangan : Bq : Bequerel

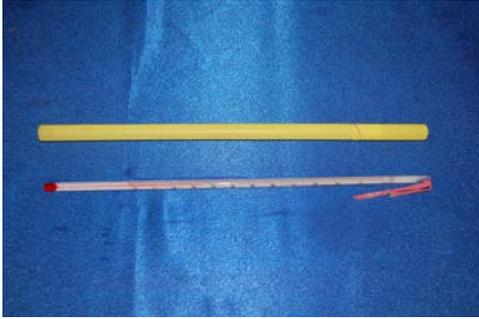
Berdasarkan Tabel 3.6 diatas dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air pada air yang kegiatan budidaya ikan maka harus akan digunakan untuk budidaya.

Parameter kualitas air itu dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan beberapa peralatan pengukuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.6.

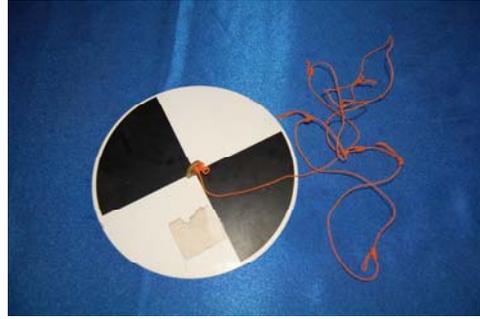
Tabel 3.6. Parameter kualitas air untuk budidaya ikan dan peralatan pengukuran yang dapat digunakan.

No.	Parameter	Nilai kisaran untuk Budidaya Ikan	Peralatan Pengukuran
Aspek Fisik			
1.	Suhu	20 – 30 °C	Termometer
2.	Kecerahan	> 10 cm	Secchi Disc
3.	Kekeruhan	25 – 400 JTU	Turbiditymeter
4.	Salinitas	Air tawar 0 – 5 ‰ Air payau 6 – 29 ‰ Air tawar 30 – 35 ‰	Salinometer/ Refraktometer
5.	Debit air	Air deras 50 l/dt Air tenang 0,5 – 5 l/dt	Current meter
Aspek Kimia			
1.	Oksigen terlarut	5 – 6 ppm	DO meter/Metode Winkler
2.	Karbondioksida	Max 25 ppm	CO meter/Metode Titiasi
3.	pH	6,5 – 8	pH meter/Kertas Lakmus
4.	Alkalinitas	50 – 500 ppm CaCO ₃	
5.	Kesadahan	3 – 15 dH	dH meter
6.	Ammonia	< 1,5 ppm	Spektrofotometer
7.	H ₂ S	< 0,1 ppm	Spektrofotometer
8.	Nitrit	< 0,2 ppm	Spektrofotometer
9.	Nitrat	0 – 1,5 ppm	Spektrofotometer
10.	Phosphat	< 0,02 ppm	Spektrofotometer
Aspek Biologi			
1.	Kelimpahan Plankton	Sesuai kebutuhan	Planktonnet/ Haemocytometer
2.	Kelimpahan Benthos		
3.	Kelimpahan Perifiton		Ekman Dredge

Peralatan-peralatan yang dapat digunakan untuk mengukur parameter kualitas air dapat dilihat pada Gambar . 3.1 sampai dengan Gambar 3.12.



Gambar 3.1. Termometer



Gambar 3.2. Secchi disc



Gambar 3.3. Salinometer



Gambar 3.4. Refraktometer



Gambar 3.5. Flow meter



Gambar 3.6. DO meter



Gambar 3.7. pH meter



Gambar 3.8. Kertas lakmus



Gambar 3.9. Planktonnet



Gambar 3.10. Haemocytometer



Gambar 3.11 Ekman dredge



Gambar 3.12. Spektrofotometer

BAB IV. PENGEMBANGBIAKAN IKAN

Pengembangbiakan ikan merupakan salah satu kegiatan dari proses budidaya ikan. Ikan yang akan dibudidayakan harus dapat tumbuh dan berkembang biak agar kontinuitas produksi budidaya dapat berkelanjutan. Dalam bab ini akan dibahas beberapa materi yang terkait dalam proses pengembangbiakan ikan antara lain adalah seleksi induk, pemijahan, penetasan telur, pemeliharaan larva dan benih ikan, pembersihan ikan dan pemanenan.

4.1. SELEKSI INDUK

Seleksi induk merupakan tahap awal dalam kegiatan budidaya ikan yang sangat menentukan keberhasilan produksi. Dengan melakukan seleksi induk yang benar akan diperoleh induk yang sesuai dengan kebutuhan sehingga produktivitas usaha budidaya ikan optimal. Seleksi induk ikan budidaya dapat dilakukan secara mudah dengan memperhatikan karakter fenotipnya atau dengan melakukan program breeding untuk meningkatkan nilai pemuliaan ikan budidaya.

Induk ikan yang unggul akan menghasilkan benih ikan yang unggul. Di Indonesia saat ini belum ada tempat sebagai pusat induk ikan

yang menjamin keunggulan setiap jenis ikan. Induk ikan yang unggul pada setiap kegiatan usaha budidaya ikan dapat berasal dari hasil budidaya atau menangkap ikan di alam. Karakteristik induk yang unggul untuk setiap jenis ikan sangat berbeda. Hal-hal yang sangat penting untuk diperhatikan oleh para pembudidaya ikan dalam melakukan seleksi induk agar tidak terjadi penurunan mutu induk antara lain adalah :

- Mengetahui asal usul induk
- Melakukan pencatatan data tentang umur induk, masa reproduksi dan waktu pertama kali dilakukan pemijahan sampai usia produktif.
- Melakukan seleksi induk berdasarkan kaidah genetik
- Melakukan pemeliharaan calon induk sesuai dengan proses budidaya sehingga kebutuhan nutrisi induk terpenuhi.
- Mengurangi kemungkinan perkawinan sedarah

Untuk meningkatkan mutu induk yang akan digunakan dalam proses budidaya maka induk yang akan digunakan harus dilakukan seleksi. Seleksi ikan bertujuan untuk memperbaiki genetik dari induk ikan yang akan digunakan. Oleh karena itu dengan melakukan seleksi ikan yang benar akan dapat memperbaiki genetik ikan tersebut sehingga dapat melakukan pemuliaan ikan. Tujuan

dari pemuliaan ikan ini adalah menghasilkan benih yang unggul dimana benih yang unggul tersebut diperoleh dari induk ikan hasil seleksi agar dapat meningkatkan produktivitas.

Produktivitas dalam budidaya ikan dapat ditingkatkan dengan beberapa cara yaitu :

1. Ekstensifikasi yaitu meningkatkan produktivitas hasil budidaya dengan memperluas lahan budidaya.
2. Intensifikasi yaitu meningkatkan produktivitas hasil dengan meningkatkan hasil persatuan luas dengan melakukan manipulasi terhadap faktor internal dan eksternal.

Dengan bertambahnya jumlah penduduk sepanjang tahun dan jumlah lahan budidaya yang tidak akan bertambah jumlahnya, maka untuk meningkatkan produktivitas budidaya masa yang akan datang lebih baik menerapkan budidaya ikan yang intensif dengan memperhatikan aspek ramah lingkungan. Program intensifikasi dalam bidang budidaya ikan dapat dilakukan antara lain adalah :

1. Rekayasa faktor eksternal yaitu lingkungan hidup ikan dan pakan, contoh yang sudah dapat diaplikasikan adalah budidaya ikan pada kolam air deras dan membuat pakan ikan ramah lingkungan.
2. Rekayasa faktor internal yaitu melakukan rekayasa terhadap genetik ikan pada level gen misalnya transgenik, level kromosom misalnya Gynogenesis, Androgenesis,

Poliploidisasi, level sel misalnya dengan melakukan transplantasi sel.

3. Rekayasa faktor eksternal dan internal yaitu menggabungkan antara kedua rekayasa eksternal dan internal.

Oleh karena itu agar dapat memperoleh produktivitas yang tinggi dalam budidaya ikan harus dilakukan seleksi terhadap ikan yang akan digunakan. Seleksi menurut Tave (1995) adalah program breeding yang memanfaatkan phenotypic variance (keragaman fenotipe) yang diteruskan dari tetua kepada keturunannya. Keragaman fenotipe merupakan penjumlahan dari keragaman genetik, keragaman lingkungan dan interaksi antara variasi lingkungan dan genetik. Seleksi merupakan aplikasi genetik dimana informasi genetik dapat digunakan untuk melakukan seleksi. Seleksi ikan yang paling mudah dilakukan oleh para pembudidaya ikan adalah melakukan seleksi fenotipe dibandingkan dengan seleksi genotipe. Seleksi fenotipe dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu seleksi fenotipe kualitatif dan seleksi fenotipe kuantitatif. Menurut Tave (1986), seleksi fenotipe kualitatif adalah seleksi ikan berdasarkan sifat kualitatif seperti misalnya warna tubuh, tipe sirip, pola sisik ataupun bentuk tubuh dan bentuk punggung dan sebagainya yang diinginkan. Fenotipe kualitatif ini merupakan sifat yang tidak dapat diukur tetapi dapat dibedakan dan dikelompokkan secara tegas. Sifat ini dikendalikan oleh satu atau beberapa gen dan sedikit atau tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Sedangkan seleksi fenotipe kuantitatif adalah seleksi terhadap penampakan ikan atau sifat yang dapat diukur, dikendalikan oleh banyak pasang gen dan dipengaruhi oleh lingkungan. Adapun ciri-ciri atau parameter yang dapat diukur antara lain adalah panjang tubuh, bobot, persentase daging, daya hidup, kandungan lemak, protein, fekunditas dan lain sebagainya.

Fenotipe adalah bentuk luar atau bagaimana kenyataannya karakter yang dikandung oleh suatu individu atau fenotipe adalah setiap karakteristik yang dapat diukur atau sifat nyata yang dimiliki oleh organisme. Fenotipe merupakan hasil interaksi antara genotipe dan lingkungan serta interaksi antara genotipe dan lingkungan serta merupakan bentuk luar atau sifat-sifat yang tampak. Menurut Yatim (1996), genotipe menentukan karakter sedangkan lingkungan menentukan sampai dimana tercapai potensi itu. Fenotipe tidak bisa melewati kemampuan atau potensi genotipe. Yang dimaksud dengan karakter itu adalah sifat fisik dan psikis bagian-bagian tubuh atau jaringan. Karakter diatur oleh banyak macam gen, atau satu gen saja. Berhubung dengan banyaknya gen yang menumbuhkan karakter maka dibuat dua kelompok karakter yaitu karakter kualitatif dan karakter kuantitatif. Karakter kualitatif adalah karakter yang dapat dilihat ada atau tidaknya suatu karakter. Karakter ini tidak dapat diukur atau dibuat gradasi (diskontinyu). Sedangkan karakter kuantitatif adalah karakter yang dapat diukur nilai atau derajatnya, sehingga ada urutan

gradasi dari yang rendah sampai yang tinggi (kontinu). Karakter kuantitatif ditentukan oleh satu atau dua gen saja sedangkan karakter kuantitatif disebabkan oleh banyak gen (tiga atau lebih). Dengan melakukan seleksi maka akan menghasilkan suatu karakter yang mempunyai nilai ekonomis penting dan karakter fenotipe yang terbaik sesuai dengan keinginan para pembudidaya.

Untuk mendapatkan induk ikan yang unggul dilakukan program seleksi dengan menerapkan beberapa program pengembangbiakan antara lain dengan kegiatan selective breeding, hibridisasi/outbreeding/crossbreeding, inbreeding, mono-seks/seks reversal atau kombinasi beberapa program breeding. Dalam bab ini akan dibahas semua program breeding tersebut sehingga dalam budidaya ikan akan diperoleh hasil baik induk dan benih yang unggul. Induk yang unggul akan menghasilkan benih yang unggul sehingga dengan memelihara benih unggul proses budidaya akan menguntungkan dengan melihat laju pertumbuhan ikan yang optimal sehingga produktivitas budidaya ikan akan meningkat.

4.1.1. Selective breeding

Selective breeding adalah suatu program breeding yang mencoba untuk memperbaiki nilai pemuliabiakan (breeding value) dari suatu populasi dengan melakukan seleksi dan perkawinan hanya pada ikan-ikan yang terbaik. Hasil yang akan diperoleh adalah induk yang terseleksi yang mempunyai

karakteristik lebih baik dari populasi sebelumnya. Selective breeding menurut Tave (1995) dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Seleksi individu/massa
2. Seleksi famili

Pada ikan teknik seleksi dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu seleksi massa/individu dan seleksi famili. Seleksi induk secara individu ini disebut juga dengan seleksi massa. Seleksi massa/individu adalah seleksi yang dilakukan dengan memilih individu-individu dengan performan terbaik. Seleksi ini merupakan teknik seleksi yang paling sederhana dengan biaya lebih murah dibandingkan seleksi lainnya. Hal ini dikarenakan pada seleksi individu hanya memerlukan fasilitas dan peralatan sedikit (kolam, jaring, hapa dan lain-lain), pencatatan data lebih singkat sehingga akan lebih mudah dilakukan. Seleksi individu dapat diterapkan pada ikan nila jika nilai heritabilitas ikan nila ini lebih besar dari 0,25, waktu pemijahan harus bersamaan dan culling top 5 – 10% (Tave, 1995). Induk yang baik secara alami dapat dihasilkan melalui seleksi secara ketat dan tepat terhadap sekelompok ikan, pengalaman menunjukkan bahwa untuk mendapatkan induk 50 ekor yang sesuai kriteria diperlukan 2000 ekor calon induk.

Seleksi famili adalah seleksi dengan mempergunakan performans dari saudaranya baik saudara tiri sebakap (half sib) atau saudara sekandung (full sib). Saudara tiri sebakap adalah keluarga (famili) yang dibentuk oleh sekelompok anak

yang berasal dari satu bapak dengan beberapa induk betina (Half sib), karena pada ikan satu induk jantan dapat membuahi lebih dari satu induk betina, maka anak-anak yang dihasilkan dari bapak yang sama dengan induk betina yang berbeda ini disebut dengan saudara tiri sebakap. Sedangkan setiap keluarga/famili yang berasal dari satu bapak dengan satu induk disebut saudara sekandung (full sib), dan pada ikan budidaya ada juga yang melakukan perkawinan dimana satu jantan hanya membuahi satu induk betina. Seleksi famili dapat diterapkan untuk ikan jika nilai heritabilitas ikan tersebut lebih kecil atau sama dengan 0,15. Seleksi famili merupakan alternatif seleksi yang dapat dilakukan apabila pengaruh lingkungan sulit dikontrol. Dalam seleksi famili ada dua jenis seleksi yaitu seleksi dalam famili (within-family) dan seleksi diantara famili (between family). Seleksi within family sebaiknya diterapkan untuk seleksi pertumbuhan pada ikan , karena masing-masing famili dipelihara pada kolam terpisah dan ikan dengan pertumbuhan terbaik dipilih dari masing-masing famili, sehingga semua famili akan terwakili. Cara ini dilakukan merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi adanya perbedaan umur akibat tidak terjadinya proses pemijahan secara serempak. Dari hasil penelitian pada ikan nila, diantara ketiga teknik seleksi yaitu seleksi individu, seleksi within family dan between family, ternyata seleksi within family lebih efisien hasilnya dibandingkan dengan seleksi individu atau between family.

Pada saat akan membudidayakan ikan setiap pembudidaya harus sudah memahami karakter fenotipe setiap individu ikan yang akan dibudidayakan dengan memperhatikan ciri-ciri morfologinya. Ciri-ciri morfologi setiap ikan budidaya yang harus diamati adalah karakter morfometrik dan karakter meristik. Karakter morfometrik adalah bentuk tubuh dari setiap ikan budidaya seperti panjang total tubuh, panjang standar, panjang kepala, tinggi badan dan lain-lain, sedangkan karakter meristik yang dapat diukur antara lain adalah jumlah sisik pada linea lateralis, jumlah jari-jari sirip punggung, jumlah jari-jari lemah sirip dada, jumlah jari-jari lemah sirip perut, jumlah jari-jari sirip dubur, jumlah tapis insang pada lengkung insang bagian luar (gill racker), jumlah vertebrae dan jumlah tulang rusuk. Dengan memahami karakter-karakter yang harus dipunyai oleh induk ikan yang unggul berdasarkan karakteristik setiap jenis ikan.

Menurut Tave (1995) perbandingan strategi keuntungan serta kerugian dari seleksi individu (A), seleksi within family (B) dan seleksi between family (C) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Dalam tabel 4.1 tersebut ada huruf h^2 , huruf ini berarti heritabilitas. Heritabilitas dapat dilakukan pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui besarnya keragaman fenotipe yang diakibatkan oleh aksi genotipe atau menggambarkan tentang persentase keragaman fenotipe yang diwariskan dari induk kepada keturunannya. Nilai heritabilitas dinotasikan dengan angka, yang berkisar antara 0 – 1.

Nilai heritabilitas satu berarti karakter yang diwariskan kepada keturunannya seluruhnya diakibatkan oleh keragaman genetik tidak ada pengaruh lingkungan. Nilai heritabilitas nol berarti karakter yang diwariskan kepada keturunannya seluruhnya diakibatkan oleh keragaman lingkungan tidak ada pengaruh genetik. Nilai heritabilitas ini dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu rendah mempunyai nilai antara 0–0,1, medium mempunyai nilai antara 0,1–0,3 dan tinggi mempunyai nilai antara 0,3 – 1,0.

Selain itu dalam tabel tersebut terdapat istilah asynchronous spawning, istilah ini merupakan salah satu kelompok strategi dalam reproduksi ikan dimana ada tiga strategi reproduksi ikan yaitu synchronous spawning, synchronous spawning kelompok dan asynchronous spawning. Synchronous spawning berarti proses pemijahan ikan dalam reproduksi dilakukan dengan cara semua telur dipijahkan dan induk ikan akan mati, contohnya pada ikan salmon. Synchronous spawning kelompok adalah kelompok ikan yang dapat memijah berkali-kali tetapi pemijahannya ini masih

Tabel 4.1. Perbandingan strategi, keuntungan dan kerugian dari seleksi individu (A), seleksi within family (B) dan seleksi between family (C) (Tave, 1985)

Tipe	Strategi	Keuntungan	Kerugian
A	Memilih individu yang terbaik, hubungan famili tidak penting	Terbaik ketika $h^2 \geq 0,25$, murah, dapat dilakukan dengan sedikit kolam, relative mudah untuk menggunakan 2-3 fenotipe, seluruh ikan yang besar terseleksi, mudah untuk menahan populasi breeding, data yang dibutuhkan sedikit jumlah data yang dikumpulkan sedikit	Tidak efektif ketika $h^2 \leq 0,15$, sehingga sangat sukar untuk memilih ikan yang terbaik, asynchronous spawning dan menyebabkan masalah.
B	Memilih individu yang terbaik dari setiap famili	Terbaik ketika $h^2 \leq 0,15$ dan mempengaruhi V_e famili daripada individu, dapat digunakan dengan asynchronous spawning, mudah untuk memelihara populasi breeding yang besar, sedikit mahal daripada between famili.	Moderately expensive, membutuhkan banyak kolam, sukar untuk menggabungkan 2-3 fenotipe, ikan kecil dapat menjadi induk ikan yang terpilih, membutuhkan banyak data dan banyak data yang harus dikumpulkan.
C	Memilih famili yang terbaik berdasarkan nilai rata-rata famili, nilai individual tidak dipertimbangkan	Terbaik ketika $h^2 \leq 0,15$ dan mempengaruhi V_e individu daripada famili, dapat dipergunakan ketika ikan harus dimatikan	Sangat mahal, membutuhkan banyak kolam, sukar untuk menggabungkan 2-3 fenotipe, ikan kecil dapat menjadi induk terpilih dapat mengakibatkan terjadinya inbreeding, membutuhkan banyak data dan banyak data yang dikumpulkan.

tergantung pada musim pemijahan, misalnya ikan patin, ikan bawal. Sedangkan asynchronous spawning adalah kelompok ikan yang dapat memijah berkali-kali dan tidak tergantung pada musim pemijahan karena proses perkembangan oositnya selalu ada, contoh jenis ikan kelompok ini adalah ikan nila.

Program selective breeding dilakukan untuk memperbaiki karakter fenotipe terutama laju pertumbuhan. Laju pertumbuhan yang tinggi pada populasi ikan budidaya akan meningkatkan produksi ikan yang dibudidayakan dan biasanya berkaitan dengan peningkatan dalam produksi pakan bila ikan yang dibudidayakan mengkonsumsi pakan buatan. Dengan produktivitas yang tinggi dalam budidaya ikan maka pendapatan para pembudidaya ikan akan meningkat. Dengan melakukan seleksi ikan berdasarkan *selective breeding* ini akan diperoleh individu ikan yang mempunyai karakter fenotipe terbaik sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan pada saat dibudidayakan.

Prosedur yang harus dilakukan bagi para pembudidaya yang akan melakukan seleksi individu dengan strategi memilih individu yang terbaik dalam suatu populasi adalah sebagai berikut :

1. Dalam suatu usaha budidaya ikan jika akan melakukan program seleksi individu minimal harus mempunyai 25 pasang induk yaitu 25 ekor induk jantan dan 25 ekor induk betina.
2. Melakukan pemijahan ikan dan mengamati pertumbuhan ikan dari setiap pasangan. Misalnya

dari pemijahan satu pasang induk ikan diperoleh benih ikan sebanyak 200 – 300 ekor, maka harus selalu dilakukan pemantauan pertumbuhan benih ikan tersebut.

3. Membuat kurva pertumbuhan dari data pertumbuhan benih ikan dan lakukan pemanenan pada individu yang terbaik sebanyak 5–10% dari ukuran populasi yang tertinggi nilai pertumbuhannya.
4. Benih ikan yang terpilih pada tahap ketiga tersebut dipelihara secara terpisah sebagai calon induk yang akan digunakan untuk proses pemijahan selanjutnya. Menurut Tave (1995) dalam program seleksi individu akan diperoleh induk yang unggul dengan melakukan perkawinan pada populasi terpilih sebanyak empat generasi.
5. Dari calon induk yang dipelihara pada tahap keempat akan diperoleh induk ikan yang dapat digunakan untuk proses pemijahan selanjutnya, dan akan diperoleh larva dan benih ikan. Kemudian proses selanjutnya dilakukan pemeliharaan sampai diperoleh kurva pertumbuhan dan lakukan pemilihan dari populasi individu sebanyak 5 – 10% dari populasi yang terbaik yang mempunyai ukuran tertinggi. Lakukan kegiatan tersebut sampai empat generasi dan akan diperoleh calon induk yang telah terseleksi secara individu

Berikut ini adalah contoh seleksi calon induk pada ikan nila meliputi beberapa kriteria yaitu :

- Tingkat pertumbuhan ikan, calon induk mempunyai tingkat

pertumbuhan yang paling cepat diantara kelompok ikan.

- Warna ikan nila yang masih mempunyai tingkat kemurnian yang baik dapat diidentifikasi dengan adanya warna garis hitam tegas dan jelas terletak secara horisontal di bagian tubuh ikan.
- Bentuk badan melebar, mata relatif besar, dan sisik teratur.
- Konversi pakannya baik, yang dapat diidentifikasi dengan pertumbuhan bobot badan > 70 % dari jumlah pakan yang diberikan 3 - 5 % perhari dari bobot ikan.
- Waktu matang gonad induk berumur 7 - 8 bulan, dengan berat badan rata-rata 300 gram per ekor untuk jantan dan 250 - 300 gram per ekor untuk betina.
- Produktifitas dalam menghasilkan telur cukup tinggi (induk dengan panjang badan 6 cm dapat menghasilkan 200 telur, sedang induk yang panjang badannya 20 cm menghasilkan 1500 butir telur).

Prosedur yang dapat dilakukan oleh para pembudidaya ikan yang akan melakukan seleksi famili adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan ikan yang akan dipijahkan dari beberapa famili yang dimiliki, minimal jumlah famili yang harus dikumpulkan adalah 30 famili. Pada ikan nila dimana pemijahan dapat dilakukan dengan perbandingan jantan dan betina adalah 1 : 4 maka dalam perkawinan 8 jantan akan diperoleh famili sebanyak

32 yaitu 1 jantan dapat membuahi 4 betina sehingga satu jantan dapat membuat famili halvesib dan full sib sebanyak 32 famili fullsib dan 8 famili halvesib karena dari satu jantan akan dihasilkan empat keluarga fullsib maka 8 jantan akan ada 32 famili fullsib atau 8 famili halvesib.

2. Melakukan pemijahan untuk ke 32 famili tersebut dan lakukan pengamatan intensif dan cermat setiap hari untuk mengamati pasangan-pasangan ikan yang sudah memijah.
3. Melakukan pemeliharaan larva ikan pada setiap famili pada hapa yang terpisah dengan memberikan pakan dan pengelolaan kualitas air sesuai prosedur.
4. Melakukan pemeliharaan benih ikan pada setiap famili pada waring yang terpisah, hitung jumlah benih yang dihasilkan dari setiap famili. Pada ikan nila misalnya satu ekor induk betina menghasilkan 2000 – 3000 ekor. Pendederan dilakukan pada padat penbaran yang rendah untuk setiap famili pada kolam pendederan minimal 2 bulan.
5. Menghitung jumlah ikan yang diperoleh dari hasil pendederan dan lakukan pengukuran berat dan panjang tubuhnya sebanyak 30% dari jumlah populasi setiap famili, misalnya dalam satu famili ada 2000 ekor maka jumlah sampel yang dihitung adalah 600 ekor.
6. Melakukan pemilihan ukuran dari seluruh populasi dan ambil individu dari setiap famili yang mempunyai pertumbuhan yang terbaik, kurang lebih 8 minggu

kemudian tentukan 50% dari populasi yang terbaik pertumbuhannya untuk dipelihara lebih lanjut menjadi calon induk dan sisanya dijual.

7. Melakukan pemeliharaan pada kolam pembesaran ikan sampai ikan-ikan pada setiap famili berukuran induk dan lakukan pengukuran satu persatu pada setiap famili dan pilih sebanyak 20-30 ekor betina terbesar dan jantan terbesar sebanyak 10-20 ekor dari setiap famili.
8. Sisanya dibuang atau dijual sebagai ikan ukuran besar dan induk yang terpilih dapat dilakukan untuk seleksi induk selanjutnya dengan melakukan pemijahan massal. Pada beberapa spesies ikan sangat berbeda untuk diperoleh induk unggulnya. Pada jenis ikan nila wanayasa dapat diperoleh induk yang terseleksi secara famili dengan melakukan pemijahan ikan yang terpilih pada generasi ke tiga.

4.1.2. Outbreeding/Hibridisasi/ Crossbreeding

Outbreeding adalah perkawinan antara individu-individu yang tidak sekerabat (berbeda induknya), masih dalam satu varietas atau beda varietas. Outbreeding ini akan menghasilkan heterozigositas yang akan menguatkan individu-individunya terhadap perubahan lingkungan yang biasa disebut juga mempunyai fitness yang tinggi. Fitness yaitu kemampuan relative pada

organisma untuk bertahan hidup dan pemindahan gen untuk generasi berikutnya. Individu yang mempunyai heterosigositas yang tinggi maka akan mempunyai fitness yang tinggi pula. Oleh karena itu untuk memperoleh induk ikan yang mempunyai kemampuan hidup yang tinggi sebaiknya dalam proses budidaya harus dilakukan perkawinan yang terseleksi.

Sedangkan *crossbreeding* atau hibridisasi merupakan program persilangan yang dapat diaplikasikan pada ikan, udang, kerang-kerangan maupun rumput laut. Hasil dari program ini dapat menghasilkan individu-individu yang unggul, kadang-kadang ada juga yang steril dan dapat menghasilkan strain baru (Rustidja, 2005). Hibridisasi akan mudah dilakukan apabila dapat dilakukan reproduksi buatan seperti halnya ikan mas dan ikan nila, dimana dapat dilakukan striping telur dan sperma. Selain itu ada defenisi lain dari hibridisasi yang sebenarnya tidak jauh berbeda. Hibridisasi adalah perkawinan antara spesies yang berbeda. Hibridisasi atau persilangan merupakan suatu upaya untuk mendapatkan kombinasi antara populasi yang berbeda untuk menghasilkan keturunan yang memiliki sifat unggul. Berdasarkan hal tersebut para ahli genetika perikanan membagi hibridisasi ke dalam dua macam yaitu :

1. Interspecific hibridisasi yaitu perkawinan antara spesies yang berbeda.
2. Intraspecific hibridisasi yaitu perkawinan dalam satu species.

Hasil dari beberapa jenis ikan yang dilakukan persilangan biasanya paling mudah memperhatikan karakter fenotipe kualitatif misalnya :

1. Warna tubuh, dimana dapat dilakukan persilangan antara ikan yang mempunyai warna antara lain :
 - Ikan warna tubuh Albino disilangkan dengan ikan berpigmen normal
 - Ikan berwarna kuning/merah/putih disilangkan dengan ikan berwarna hijau/biru/abu-abu
 - Ikan berwarna bintik disilangkan dengan ikan tanpa bintik
2. Tipe sirip pada ikan dapat dilakukan persilangan antara ikan yang mempunyai sirip antara lain:
 - Ikan bersirip kumpay disilangkan dengan ikan bersirip normal
 - Ikan bersirip kumpay disilangkan dengan ikan yang ekornya membundar
3. Pola sisik pada ikan dapat dilakukan persilangan antara ikan yang mempunyai sisik antara lain:
 - Ikan bersisik bergaris disilangkan dengan ikan yang tidak mempunyai sisik
 - Ikan bersisik menyebar/kaca disilangkan dengan ikan yang bersisik penuh
4. Bentuk tubuh ikan

Dalam kegiatan hibridisasi ini biasanya akan dihasilkan individu baru pada ikan konsumsi yang sudah dilakukan misalnya melakukan

persilangan antara ikan nila hitam dengan ikan nila putih akan dihasilkan ikan nila yang berwarna tubuh ikan merah. Pada umumnya jenis-jenis ikan hias yang dihasilkan oleh para pembudidaya ikan banyak yang diperoleh dari hasil persilangan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam produksi benih ikan hias baru-baru ini dari suatu populasi yakni persilangan antar varitas atau strain (hibridisasi intervaritas) yang memiliki tampilan morfologi dari spesies yang sama. Hibridisasi intervaritas adalah memersilangkan antara induk jantan dan induk betina yang berasal dari spesies yang sama namun minimal memiliki dua karakter fenotipe tampilan morfologi yang berbeda (Kirpichnikov, 1981). Disamping itu, karakter lain dari hasil persilangan antara varitas adalah fertile yakni dari masing-masing jenis kelamin masih tetap mampu untuk menghasilkan keturunan walaupun peluang dari benih keturunan tersebut cenderung memiliki karakter fenotipe tampilan morfologi yang bervariasi.

Hibridisasi merupakan persilangan antara varitas atau spesies yang secara morfologis memiliki perbedaan. Kirpichnikov (1981), menyatakan bahwa perbedaan yang paling menonjol yang digunakan dalam hibridisasi intervaritas adalah perbedaan warna, bentuk, ukuran dan kelengkapan biologis lain yang melekat pada organ tubuh. Perolehan ikan hybrid sangat bergantung pada karakter dari induk. Waynorovich dan Horvarth (1980) menyatakan bahwa ikan hasil hibridisasi interspesies adalah steril. Disamping itu rata-rata ukuran

morfometrik dan meristik dari ikan hibrid kebanyakan berada pada pertengahan (intermediate) diantara nilai rata-rata morfometrik dan meristik induk.

Hibridisasi merupakan metode yang digunakan dalam upaya memperoleh ikan keturunan baru. Matsui (1935) menyatakan bahwa banyaknya varitas pada ikan maskoki merupakan akibat dari perkawinan antara mutan dengan induk asal atau antara mutan dengan mutan dari induk yang sama sehingga secara morfologi terdapat varitas ikan maskoki baru. Hibridisasi didasarkan pada perbedaan tampilan morfometrik dan meristik. Metode paling banyak dilakukan oleh petani ikan maskoki adalah hibridisasi karena disamping memiliki varitas yang banyak, pada ikan keturunan sering diperoleh warna, bentuk dan ukuran tubuh yang berbeda sehingga jumlah varitas akan lebih banyak. Kirpichnikov (1981) menyatakan bahwa hasil perlakuan hibridisasi tidak hanya dilihat dari tampilan morfologi namun harus dilakukan pula pengukuran morfometrik dan meristik karena data yang diperoleh merupakan refleksi dari kekuatan penurunan karakter dari sumber gamet disamping kondisi lingkungan terjadi pada saat pembelahan sel mulai bekerja.

Beberapa spesies ikan air tawar yang sering digunakan dalam kegiatan persilangan adalah spesies-spesies ikan yang memiliki varitas yang banyak dan memiliki karakter morfologi yang dapat dibedakan secara jelas seperti populasi spesies ikan hias yang terdiri dari spesies

ekor pedang (*Xyphophorus maculatus*), ikan guppi (*Poecilia reticulata*) dan ikan maskoki (*Carassius auratus*). Sementara pada spesies ikan konsumsi, adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan spesies ikan konsumsi lain karena disamping memiliki berbagai varitas juga keturunan hibrid telah mampu untuk dibudidayakan.

Pengertian tentang persilangan ikan ini ada berbagai pendapat misalnya crossbreeding merupakan persilangan juga tetapi bukan persilangan seperti hibridisasi, melainkan persilangan balik. Jenis ikan konsumsi yang merupakan hasil persilangan balik adalah lele sangkuriang yang telah direlease oleh Menteri Perikanan dan Kelautan pada tahun 2004. Jenis ikan ini merupakan hasil persilangan balik antara ikan lele generasi ke dua dengan ikan lele generasi ke enam yang telah dibuat oleh Balai Besar Pengembangan Budidaa Air Tawar, Sukabumi.

4.1.3. Seks reversal

Seks reversal (monosex) adalah suatu teknologi yang membalikan arah perkembangan kelamin menjadi berlawanan. Cara ini dilakukan pada waktu menetas gonad ikan belum berdiferensiasi secara jelas menjadi jantan atau betina tanpa merubah genotipenya. Tujuan dari penerapan sek reversal adalah menghasilkan

populasi monoseks (tunggal kelamin), yang sangat bermanfaat dalam :

1. Mendapatkan ikan dengan pertumbuhan yang cepat
Pada beberapa jenis ikan konsumsi ada beberapa jenis ikan dimana pertumbuhan ikan jantan mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat daripada ikan betina, misalnya ikan nila jantan mempunyai pertumbuhan lebih cepat pada ikan betina, tetapi pada jenis ikan lainnya yaitu ikan mas pertumbuhan ikan betinanya justru lebih cepat dibandingkan dengan ikan jantan. Pada kelompok udang-udangan khususnya lobster untuk yang berjenis kelamin jantan mempunyai pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan betina. Oleh karena itu bagi para pembudidaya yang akan memelihara jenis ikan tersebut dengan menggunakan populasi tunggal kelamin akan lebih menguntungkan dibandingkan jika memelihara ikan dengan populasi dua kelamin, selain itu waktu yang dibutuhkan untuk memelihara ikan tersebut lebih cepat sehingga terjadi efisiensi biaya produksi dan keuntungan akan meningkat.
2. Mencegah pemijahan liar
Dalam kegiatan budidaya ikan jika memelihara ikan jantan dan betina dalam satu wadah budidaya maka tidak menutup kemungkinan ikan tersebut pada saat matang gonad akan melakukan pemijahan yang tidak diinginkan pada beberapa jenis ikan yang memijahnya sepanjang masa, seperti ikan nila, ikan mas.

3. Mendapatkan penampilan yang baik

Ikan yang dinikmati keindahan warna tubuhnya adalah ikan hias, hampir semua jenis ikan hias yang berkelamin jantan mempunyai warna tubuh yang lebih indah dibandingkan dengan ikan betinanya. Oleh karena itu jika yang dipelihara pada ikan hias adalah ikan jantan maka akan diperoleh hasil yang lebih menguntungkan karena nilai jualnya lebih mahal.

4. Menunjang genetika ikan yaitu teknik pemurnian ras ikan

Pada kegiatan rekayasa genetika misalnya ginogenesi akan diperoleh induk ikan yang mempunyai galur murni. Induk ikan yang galur murni ini akan mempunyai gen yang homozigot sehingga untuk melakukan perkawinan pada induk yang homozigot tanpa mempengaruhi karakter jenis kelamin ikan tersebut dilakukan aplikasi seks reversal pada induk galur murni sehingga pemurnian gen itu masih tetap bertahan.

Teknologi seks reversal dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu :

1. Terapi hormon yaitu dengan menggunakan hormon steroid
2. Rekayasa kromosom

Teknologi seks reversal dengan rekayasa kromosom akan dibahas pada bab IX secara detail pada subbab ini akan dibahas teknologi seks reversal dengan menggunakan terapi hormon. Menurut Koolman &

Rohm (2001) hormon adalah bahan kimia pembawa sinyal yang dibentuk dalam sel-sel khusus pada kelenjar endokrin. Hormon disekresikan ke dalam darah kemudian disalurkan ke organ-organ yang menjalankan fungsi-fungsi regulasi tertentu secara fisiologik dan biokimia. Sel-sel sasaran pada organ sasaran memiliki reseptor yang dapat mengikat hormon, sehingga informasi yang diperoleh dapat diteruskan ke sel-sel akhirnya menghasilkan suatu respon. Pesan hormon disampaikan pada sel-sel sasaran menurut dua prinsip yang berbeda. Hormon lipofilik masuk kedalam sel dan bekerja pada inti sel, sedangkan hormone hidrofilik bekerja pada membran sel.

Teknik sex reversal mulai dikenal tahun 1937 ketika estradiol 17β disintesis untuk pertama kalinya. Dalam perjalanannya teknik sex reversal telah mengalami beberapa perbaikan berawal dari perlakuan sex reversal yang baik dilakukan pada saat beberapa hari setelah menetas, yaitu sebelum gonad berdiferensiasi, terus berkembang hingga penerapanyang dilakukan pada induk yang sedang bunting. Teknik sex reversal berbeda dengan hermaphrodit, pada ikan hermaphrodit setelah melewati rentang waktu tertentu, gonad secara alamiah akan berubah menjadi jenis kelamin yang berlawanan, fungsi hormon hanya mempercepat proses perubahan tersebut. Sedangkan pada teknik sex reversal perubahan jenis kelamin ikan sangat dipaksakan dengan membelokkan perkembangan gonad menjadi jantan atau betina dengan proses penjantanan (maskulinisasi)

atau pembetinaan dengan (feminisasi).

Berdasarkan tipe reproduksinya, ikan dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu :

1. Gonokhorisme (gonochorism), yaitu memiliki jenis kelamin yang terpisah
2. Hermaphrodit (hermaphroditism), yaitu kedua jenis kelamin berada pada individu yang sama.
3. Uniseksualitas (unizexuality), yaitu spesies yang semua individunya betina

Ekspresi atau perwujudan seks bergantung pada dua proses, yaitu determinasi seks dan diferensiasi seks. Determinasi seks bertanggung jawab pada seks genetik (seks genotipe), sedangkan diferensiasi seks bertanggung jawab pada perkembangan yang nyata dari kedua jenis gonad (seks genotipe), yaitu jantan dan betina. Kedua proses tersebut secara bersama-sama bertanggung jawab pada timbulnya dua kemungkinan morfologi, fungsional, serta perilaku pada individu jantan dan betina.

Penentu seks merupakan sejumlah unsur genetik yang bertanggung jawab terhadap keberadaan gonad, atau sekumpulan gen yang bertanggungjawab terhadap pembentukan gonad. Terdapat tiga model penentu seks yang dapat diterapkan pada ikan, yaitu :

- Kromosom, yang merupakan pewarisan seks atau heterokromosom. Sistem kromosom determinasi seks betina atau jantan XX/XY.
- Penentu seks poligenik (polifaktorial) adalah suatu sistem

penentuan seks dimana terdapat gen penentu seks jantan dan betina epistatik (superior) yang berada pada autosom maupun heterokromosom.

- Penentu seks oleh lingkungan, melibatkan interaksi antar genotipe dan lingkungan, terutama suhu media selama perkembangan larva.

Proses diferensiasi seks adalah suatu proses perkembangan gonad ikan menjadi suatu jaringan yang definitif (pasti), yang terjadi terlebih dahulu pada betina dan kemudian baru terjadi pada jantan. Gonad ikan pada saat baru menetas masih berupa benang yang sangat halus dan belum berdiferensiasi menjadi jantan atau betina. Proses diferensiasi seks pada betina ditandai dengan meiosis oogonia dan/atau perbanyakan sel-sel somatik membentuk rongga ovari, sebaliknya pada diferensiasi seks pada jantan ditandai dengan munculnya spermatogonia serta pembentukan sistem vaskular pada testis.

Hormon steroid secara alamiah terlibat dalam proses diferensiasi seks. Upaya pengontrolan proses diferensiasi seks dilakukan dengan pemberian steroid seks dari luar tubuh (eksogenous) pada ikan yang belum berdiferensiasi. Ikan-ikan hasil sex reversal pada umumnya mengalami perubahan kelamin yang bersifat permanen dan berfungsi normal. Pemberian steroid seks sebaiknya diberikan sebelum muncul tanda-tanda diferensiasi gonad dengan menggunakan hormon estrogen atau androgen. Jenis-jenis

hormon steroid yang dapat digunakan dalam terapi hormon antara lain adalah :

1. Estrogen (hormon betina) : Estradiol-17 β , esteron, estriol atau ethynil estradiol. Hormon ini memberikan efek perubahan dari jantan menjadi betina (feminisasi).
2. Androgen (hormon jantan) : Testosteron, 17 α -Methyl Testosteron, androstendion. Hormon ini memberikan efek perubahan dari betina menjadi jantan (maskulinisasi).

Pada sex reversal terkadang terjadi penyimpangan ekstrim yang dialami, hal ini dapat terjadi karena pada beberapa jenis ikan (lele amerika) terdapat suatu zat yang menyerupai enzim aromaterase sehingga hormon 17 α metilttestosteron yang masuk ke dalam tubuh terlebih dahulu dikonversi menjadi estradiol 17 β dan berfungsi sebagai hormon sehingga terjadi penyimpangan hingga 100%.

Dalam penerapan sex reversal dengan menggunakan terapi hormon dapat diberikan beberapa cara yang didasarkan pada efektifitas, efisiensi, kemungkinan polusi dan biaya. Cara pemberian hormone dalam teknologi seks reversal dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain adalah :

1. Oral
Metoda oral adalah metode pemberian hormon melalui mulut yang dapat dilakukan dengan pemberian pakan alami maupun pakan butan. Pada pakan buatan, hormon dilarutkan dalam pelarut polar seperti alkohol. Cara yang dilakukan adalah dengan mencampur hormon 17 α

metyltestoesteron secara merata dengan pakan dengan dosis disesuaikan jenis ikan yang akan diaplikasikan. Pemberian hormon pada pakan alami dapat dilakukan dengan teknik bioenkapsulasi. Secara detail teknik tentang bioenkapsulasi ini dijelaskan secara detail pada bab VII.

Selanjutnya Anonim, (2001), mengatakan bahwa berdasarkan penelitian sampai saat ini teknik penghormonan melalui oral paling banyak digunakan para pembudidaya ikan karena hasil yang diperoleh lebih dari 95 sampai 100% bila dibandingkan dengan perendaman yang menghasilkan 70 – 80%. Dengan pencampuran hormon pada pakan juga sangat efisien dalam pemakaian dosis hormon dan kemudahan memperoleh pakan ikan. Sedangkan kelemahan metoda oral ini adalah pada awal pemberian pakan, larva perlu menyesuaikan jenis pakan buatan sehingga apabila pakan tidak segera dimakan maka kemungkinan besar hormon akan tercuci kedalam media budidaya.

Menurut Muhammad Zairin Jr. (2002), pemberian akriflavin dengan dosis 15 mg/kg pakan dengan frekwensi pemberian pakan 3 – 4 kali sehari menghasilkan 89% ikan jantan dengan survival rate 88%.

Prinsip kerja pencampuran hormon pada pakan yakni hormon dilarutkan dan diencerkan dalam alkohol.

Kemudian larutan hormon dicampurkan dengan pakan buatan berupa pellet serbuk dengan cara menyemprotkan larutan hormon secara merata kepermukaan pakan dengan menggunakan *sprayer*. Setelah tercampur dengan merata, pakan dibiarkan di udara terbuka di tempat yang tidak terkena sinar matahari (di angin-anginkan) agar alkohol dapat menguap. Selanjutnya pakan yang telah tercampur hormon dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan di simpan di dalam lemari pendingin

2. Perendaman (*dipping/bathing*)
Metoda perendaman (*dipping*), yaitu dengan cara merendamkan larva ikan ke dalam larutan air yang mengandung 17α metyltestoesteron dengan dosis 1,0 gram/liter air. Metode ini dapat diaplikasikan pada embrio, dan pada larva ikan yang masih belum mengalami diferensiasi jenis kelamin (*sex*), dan lama perendaman tergantung dosis hormon yang diaplikasikan, dimana semakin banyak dosis hormon maka semakin singkat waktu perendaman dan demikian juga sebaliknya.

Perendaman yang dilakukan pada fase embrio dilakukan pada saat fase bintik mata mulai terbentuk, karena dinggap embrio telah kuat dalam menerima perlakuan. Kelemahan cara ini adalah obat atau hormone terlau jauh mengenai target gonad, namun lebih hemat pada penggunaan hormone. Perendaman juga dapat

dilakukan pada umur larva yang telah habis kuning telurnya, karena ada anggapan pada stadia ini gonad masih berada pada fase labil sehingga mudah dipengaruhi oleh rangsangan luar. Kelemahannya adalah efektifitas hormone berkurang karena jauh mengenai target gonad. Larva yang dipergunakan dalam penerapan teknologi sex reversal ini adalah larva yang berumur antara 5 – 10 hari setelah menetas atau pada saat tersebut panjang total larva berkisar antara 9,0 sampai 13 mm , dimana ikan dengan umur serta ukuran seperti tersebut di atas secara morfologis masih belum mengalami diferensiasi kelamin.(Anonim, 2001).

Perendaman induk betina yang sedang bunting juga merupakan salah satu alternative pada metode dipping namun harus dipertimbangkan efektifitas dan efesiensinya sehingga induk yang direndam sebaiknya induk-induk yang berukuran kecil.

3. Suntikan/implantasi

Metode suntikan atau implantasi ini biasanya hanya dapat dilakukan pada ikan yang berukuran dewasa. Proses penyuntikan dilakukan pada bagian punggung ikan dengan dosis yang disesuaikan dengan jenis dan ukuran ikan.

Perlu diperhatikan bahwa perubahan jantanisasi (maskulinisasi) kadang-kadang menunjukkan penyimpangan seperti ditemukan individu yang memiliki

bakal testis dan sekaligus bakal ovari. Selain itu mungkin saja dijumpai individu yang steril/abnormal karena gonadnya tidak dapat berkembang. Hal ini biasanya berhubungan dengan kesesuaian dosis yang diberikan. Menurut Zairin Jr (2002) Secara umum dosis yang terlalu tinggi akan mendorong sterilitas dan dosis yang terlalu rendah akan mendorong sex reversal yang tidak sempurna sehingga bakal testis dan ovari dapat dijumpai pada saat bersamaan.

Setelah dilakukan aplikasi teknologi seks reversal pada individu ikan, maka harus dilakukan uji progeni. Uji progeni ini untuk menentukan apakah ikan yang telah ditreatment tersebut sudah berubah kelamin. Terdapat dua metode yang digunakan dalam identifikasi jenis kelamin, antara lain adalah :

1. Metode asetokarmin

Identifikasi gonad dengan metode asetokarmin dilakukan hanya untuk keperluan penelitian, karena ikan harus dimatikan terlebih dahulu untuk diambil gonadnya. Asetokarmin adalah larutan pewarna yang digunakan untuk mewarnai jaringan gonad. Larutan ini dibuat dengan cara melautkan 0,6 g bubuk karmin didalam 100 ml asam asetat 45%. Larutan dididihkan selama 2 – 4 menit kemudian didinginkan, kemudian disaring dengan kertas saring dan disimpan dalam botol yang tertutup rapat pada suhu ruang.

Pemeriksaan gonad dilakukan dengan cara membedah ikan terlebih dahulu yang kemudian

diambil gonadnya secara hati-hati. Gonad yang sudah terambil diletakkan pada gelas objek dan diberi larutan asetokarmin 2 – 3 tetes, kemudian dicincang dengan pisau skalpel sampai halus, lalu tutup dengan gelas penutup dan siap diamati di bawah mikroskop.

2. Metode morfologi

Identifikasi kelamin dengan pengamatan morfologi adalah cara terhemat karena tidak harus mematikan ikan yang akan diamati. Cara ini dapat dilakukan pada ikan-ikan yang memiliki dimorfisme seksual yang jelas antara jantan dan betina.

Aplikasi seks reversal telah berhasil dilakukan pada beberapa jenis ikan berdasarkan hasil penelitian antara lain adalah :

1. Ikan hias : ikan guppy, cupang, tetra kongo dan rainbow trout dengan menggunakan metode perendaman embrio untuk ikan cupang dan tetra kongo, perendaman induk untuk ikan guppy, perendaman larva untuk rainbow dan pemberian pakan.
2. Ikan konsumsi : nila dan mas, dengan perendaman embrio, larva dan pemberian pakan.

Langkah awal dalam melakukan seks reversal adalah menyiapkan wadah yang akan digunakan. Wadah yang dapat digunakan untuk melakukan teknik sex reversal antara lain adalah akuarium, bak fiber, bak semen, bak plastik. Wadah untuk teknik sex reversal dapat dikelompokkan berdasarkan kebutuhan dan jenis metode yang

akan digunakan. Wadah-wadah yang digunakan yang mendasar adalah wadah pemeliharaan induk dapat berupa kolam semen atau bak-bak plastik, wadah perlakuan yang berupa akuarium dengan ukuran yang menyesuaikan dengan kepadatan ikan yang akan diberi perlakuan, dan wadah pemeliharaan larva.

Peralatan yang digunakan pada teknik sex reversal adalah peralatan lapangan pemeliharaan ikan yang berupa seser, selang sipon, aerator, selang aerasi, dan batu aerasi. Peralatan yang akan digunakan sebaiknya disanitasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan desinfektan atau sabun cuci untuk menghindari ikan yang akan dipelihara dari hama penyakit yang kemungkinan terbawa pada wadah. Selain peralatan lapangan, untuk melakukan teknik sex reversal juga diperlukan peralatan dalam perlakuan melalui pakan yaitu, baskom yang digunakan sebagai wadah dalam pembuatan ramuan pakan, sendok kayu digunakan untuk mengaduk dan meratakan larutan hormon, hand sprayer digunakan untuk menyemprotkan larutan hormon dalam pakan, spuit suntik sebagai alat untuk mengambil larutan hormon dan botol gelas yang berwarna gelap sebagai wadah pelarutan hormon dengan alcohol. Sedangkan peralatan yang diperlukan pada perlakuan melalui rendaman antara lain, baskom plastik sebagai wadah perendaman induk atau larva, aerator sebagai penyuplai udara, spuit suntik sebagai alat untuk mengambil larutan hormon dan botol gelas yang berwarna gelap

sebagai wadah pelarutan hormon dengan alcohol

Bahan-bahan yang harus disediakan antara lain hormon 17α metiltestosteron atau estradiol 17β sesuai dengan kebutuhan dan tujuan sex reversal, alcohol sebagai pelarut hormon, pakan alami atau buatan (bila melalui metode oral) dan air bersih yang telah diendapkan selama 12 – 24 jam sebagai media perendaman (bila menggunakan metode dipping)

Pembuatan pakan berhormon

Dalam aplikasi seks reversal dengan metode oral melalui pemberian pakan berhormon maka dosis hormon yang digunakan akan sangat spesifik untuk jenis ikan tertentu. Dalam prosedur ini akan dibuat pakan berhormon untuk jenis ikan nila. Adapun prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tangkaplah larva ikan yang akan diberikan perlakuan dari kolam/bak pemijahan
2. Pilihlah larva yang masih berumur di bawah 10 hari dengan melihat kriteria yang sesuai dengan ciri-ciri yang sudah ditentukan.
3. Timbanglah biomassa larva yang akan diberi perlakuan penghormonan yaitu dengan cara mengambil dan menimbang beberapa sampel untuk kemudian hasil penimbangan sampel dibagi dengan jumlah rata-rata larva sampel untuk mendapatkan berat rata-rata larva, selanjutnya hitunglah jumlah populasi larva, lalu kalikan dengan berat rata-rata

larva untuk mendapatkan berat total larva.

4. Timbanglah pakan yang dibutuhkan untuk larva sesuai dengan dosis yang sudah ditentukan (Feeding rate 30 – 40% per bobot biomassa/hari) dikalikan selama 10 hari pemberian pakan.
5. Siapkanlah larutan alcohol dengan konsentrasi 70% sesuai dengan kebutuhan.
6. Siapkanlah hormon yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Misalnya jumlah kebutuhan pakan 250 gram, dosis penghormonan 40 mg/kg pakan, maka timbanglah hormon sebanyak 10 mg.
7. Larutkanlah hormon tadi ke dalam alcohol tersebut sebanyak 10 ml (1mg/ml), lalu simpan dalam botol berwarna gelap (tidak bening).
8. Campurlah larutan hormon dengan pakan dengan cara menggunakan hand sprayer disemprotkan secara merata pada pakan. Untuk menghilangkan alcohol angin-anginkanlah pakan tersebut sampai bau alcoholnya sudah tidak menyengat lagi.
9. Simpanlah hormon yang sudah dianginkan pada kantong plastik yang berwarna gelap dengan ditutup rapat-rapat baik sebelum maupun sesudah dipakan, atau dapat juga disimpan dalam reprigrator (+ 4° C)
10. Diskusikan secara berkelompok tentang prosedur pembuatan pakan berhormon

Pembuatan larutan perendaman

Aplikasi seks reversal pada ikan guppy bertujuan untuk menghasilkan ikan berjenis kelamin jantan. Pada ikan guppy jenis kelamin jantan mempunyai warna dan bentuk tubuh yang lebih indah dibandingkan dengan ikan betina. Teknik seks reversal pada ikan guppy dapat dilakukan dengan dua metode yaitu perendaman induk dan pemberian pakan berhormon. Pada metode perendaman, dosis yang digunakan adalah 2 mg/l air dan lama perendaman selama 12 jam sampai 24 jam pada induk ikan yang sedang bunting dan memberikan hasil 100% jantan. Sedangkan dengan metode pemberian pakan dengan dosis 400 mg/l dengan lama perlakuan 10 hari hanya menghasilkan 58% jantan (Zairin, 2002). Adapun prosedur pembuatan larutan perendaman adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan diperlukan
2. Buatlah larutan hormon dengan cara timbang hormon sebanyak 20 mg dan masukkan dalam tabung polietilen dan tambahkan 0,5 ml larutan alkohol 70%. Tutup dan kocok sampai hormon larut, kemudian tuangkan hormon kedalam wadah berisi 10 liter air pemeliharaan , beri aerasi dan siap untuk digunakan.
3. Pilihlah induk ikan guppy yang sedang bunting dengan melihat bentuk tubuhnya dan pilihlah induk yang akan melahirkan 8 hari kemudian sebanyak 50 ekor. Ikan guppy biasanya mengalami masa bunting selama 40 hari.

4. Masukkan induk tersebut kedalam larutan hormon dan rendam selama 24 jam.
5. Pindahkan induk ikan guppy yang telah direndam ke dalam akuarium dan amati proses kelahiran anak dan hitung jumlah anak yang dihasilkan
6. peliharalah anak yang dihasilkan sampai berumur 2-3 bulan dan diidentifikasi jenis kelaminnya secara morfologis dan histologis.

Penerapan seks reversal yang telah dilakukan penelitian oleh beberapa peneliti yang telah disusun dalam Zairin (2002) sangat berbeda untuk jenis ikan tentang dosis dan hasil yang diperoleh antara lain adalah :

- Ikan mas : 100 mg/kg pakan selama 36 hari pada larva 8 – 63 hari, pada suhu 20 – 25 °C, menghasilkan 71 – 90% betina
- Ikan mas : 100 mg/kg pakan selama 36 hari, pakan berhormon-cacing-pakan berhormon, menghasilkan 97% betina
- Ikan nila 10 – 60 mg /kg pakan, selama 10 – 15 hari, umur 21-28 hari, hasilnya 95-100% jantan
- Ikan guppy, 400 mg mt/kg pakan, selama 10-15 hari pada betina bunting, hasil 70% jantan
- Ikan guppy, 1-2 mg/liter media selama 24 jam pada betina bunting, hasil 100% jantan
- Congo tetra fase bintik mata, 25 mg/liter media selama 8 jam, hasil 89% jantan
- Betta splendens/cupang fase bintik mata, 20 mg/liter media selama 8 jam, hasil 85% jantan

Keberhasilan teknik sex reversal dapat diketahui melalui beberapa parameter antara lain :

- a. Daya tetas telur atau kualitas larva yang dihasilkan

$$\text{Perhitungan daya tetas telur} = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur awal}} \times 100\%$$

- b. Derajat kelangsungan hidup larva yang dihitung setelah beberapa hari pemeliharaan

$$\text{Derajat kelangsungan hidup} = \frac{\text{Jumlah larva yang hidup}}{\text{Jumlah larva awal}} \times 100\%$$

- c. Nisbah kelamin, perbandingan jenis kelamin yang dihasilkan. Hal ini dapat dihitung setelah 2-3 bulan pemeliharaan larva.

perhitungan nisbah kelamin untuk mengetahui keberhasilan teknik sex reversal dengan rumus :

$$\% \text{ jantan} = \frac{\text{jumlah individu jantan}}{\text{jumlah individu total}} \times 100\%$$

$$\% \text{ betina} = \frac{\text{jumlah individu betina}}{\text{jumlah individu total}} \times 100\%$$

4.1.4. Inbreeding

Inbreeding adalah perkawinan antara individu-individu yang sekerabat yaitu berasal dari jantan dan betina yang sama induknya dan pada varietas yang sama. Inbreeding atau silang dalam akan menghasilkan individu yang homozigositas. Kehomozigotan ini akan melemahkan individu-individunya terhadap perubahan lingkungan. Homozigositas ini berarti hanya ada satu tipe alel untuk satu atau lebih lokus. Selain itu silang dalam akan menyebabkan penurunan kelangsungan hidup telur dan larva,

peningkatan frekuensi ketidak normalan bentuk dan penurunan laju pertumbuhan ikan.

Silang dalam menyebabkan heterozigositas ikan berkurang dan keragaman genetik menjadi rendah. Menurut Nurhidayat (2000), lele dumbo yang berasal dari Sleman, Tulung Agung dan Bogor mempunyai stabilitas perkembangan yang rendah akibat telah mengalami tekanan silang dalam yang ditunjukkan dengan tingginya nilai fluktuasi asimetri dan adanya individu yang tidak tumbuh sirip dada dan sirip perut pada kedua sisinya

(abnormal). Menurut Leary et al (1985), individu yang homozigot kurang mampu mengimbangi keragaman lingkungan dan memproduksi energi untuk pertumbuhan dan perkembangan. Oleh karena itu fluktuasi asimetri merupakan indikator untuk mengetahui adanya silang dalam. Fluktuasi asimetri ini merupakan perubahan organ atau bagian tubuh sebelah kiri dan kanan yang menyebar normal dengan rata-rata mendekati nol. Selain itu individu yang mengalami tekanan silang dalam mempunyai ketahanan terhadap perubahan lingkungan yang rendah.

Berdasarkan beberapa parameter pengukuran dalam menentukan apakah pada suatu populasi telah mengalami tekanan silang dalam, memperlihatkan bahwa silang dalam memberikan dampak negatif dalam budidaya ikan. Tetapi dalam program untuk memperoleh individu galur murni hanya dapat dilakukan dengan menerapkan program breeding ini. Jadi tujuan penerapan silang dalam (inbreeding) hanya bertujuan untuk memperoleh induk ikan yang mempunyai galur murni, individu galur murni mempunyai homozigositas yang tinggi. Program breeding ini merupakan program konvensional dalam memperoleh induk ikan yang galur murni.

Perkawinan antara individu-individu yang sekerabat ini yang sangat dekat kekerabatannya biasa terjadi dalam suatu populasi ikan yang sangat kecil. Oleh karena itu untuk menghindari terjadinya silang dalam pada program penembangbiakan ikan

dibutuhkan suatu penerapan effective breeding number (Ne) pada ikan budidaya. Berdasarkan hasil penelitian nilai Ne untuk setiap jenis ikan berbeda, misalnya pada ikan mas nilai Ne nya adalah > 50 ekor yang berarti jika para pembudidaya akan melakukan program pembenihan ikan mas dalam suatu hatchery, minimal harus mempunyai induk dengan jumlah lebih dari 25 pasang agar tidak terjadi inbreeding. Pada ikan nila, nilai Ne nya adalah > 133 ekor, sedangkan pada ikan lele adalah 50 ekor.

Dalam memperoleh induk ikan yang mempunyai galur murni dapat dilakukan dengan dua metode yaitu :

1. *Closed breeding.*

Closed breeding berarti perkawinan yang tertutup, yang mempunyai arti lain yaitu melakukan perkawinan yang dekat sekali kaitan kekeluargaannya misalnya anak dan tetua atau antar saudara sekandung. Perkawinan antara saudara sekandung atau antara individu-individu yang sefamili akan mengakibatkan pembagian alel-alel melalui satu atau lebih dari leluhur yang sama. Bila perkawinan individu ini terjadi maka alel-alel yang mereka dapatkan dari leluhur yang sama akan diperoleh kembali. Maka hal ini akan mengakibatkan keturunan yang dihasilkan adalah individu-individu yang homozigot dari satu atau lebih lokus. Dengan melakukan silang dalam, frekuensi gen tidak berubah tetapi homozigositas meningkat. Menurut Tave (1986) pengaruh

silang dalam terhadap frekuensi genotipe dan frekuensi alel dalam lokus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

2. *Line breeding.*

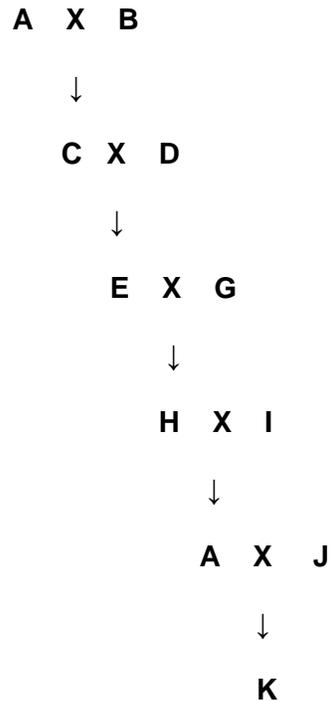
Line breeding berarti perkawinan satu jalur yaitu perkawinan keluarga yang bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat tertentu baik yang berasal dari nenek moyang bersama yang jantan maupun betina terhadap kostitusi genetik pada progeninya. Bentuk line breeding yang sering dilakukan adalah backcross kepada orangtuanya yang sama

untuk beberapa generasi. Menurut Tave (1986) prosedur linebreeding dapat dilakukan dengan dua tipe yaitu Mild Linebreeding dan Intense Linebreeding. Untuk membedakan kedua program linebreeding ini menurut Tave (1986) dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dari hasil mild linebreeding bertujuan untuk individu A berkontribusi 53,12% pada gen individu K, sedangkan pada intense linebreeding individu A berkontribusi 93,75% pada gen individu G.

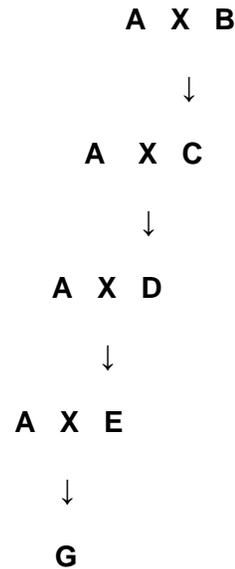
Tabel 4.2. Pengaruh silang dalam terhadap frekuensi genotipe dan frekuensi alel dalam lokus. Perkawinan setiap generasi : AA X AA; Aa X Aa; aa X aa (Tave, 1986)

Generasi	Frekuensi genotipe			Frekuensi Alel	
	f(AA)	f(Aa)	f(aa)	f(A)	f(a)
P1	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5
F1	0,375	0,25	0,375	0,5	0,5
F2	0,4375	0,125	0,4375	0,5	0,5
F3	0,46875	0,0625	0,46875	0,5	0,5
F4	0,48437	0,3125	0,48437	0,5	0,5
F5	0,49218	0,15625	0,49218	0,5	0,5
F6	0,49609	0,007812	0,49609	0,5	0,5
F7	0,49804	0,003906	0,49804	0,5	0,5
F8	0,49902	0,001953	0,49902	0,5	0,5
F9	0,49951	0,000976	0,49951	0,5	0,5
Fn	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5

Mild Linebreeding



Intense Linebreeding



Gambar 4.1. Diagram skematik perkawinan dua tipe linebreeding yaitu mildline breeding dan intense line breeding (Tave, 1986).

4.1.5. Aplikasi seleksi induk pada budidaya

Dalam aplikasi budidaya para petani ikan biasanya melakukan pemeliharaan terhadap induk ikan yang diperoleh dari hasil budidaya dengan cara induk jantan dan betina dipelihara secara terpisah. Hal ini lebih memudahkan dalam pengelolaan, pengontrolan dan yang terpenting dapat mencegah terjadinya memijah diluar kehendak "mijah maling". Kolam induk berupa kolam tanah, kolam tembok, atau kolam tanah dengan pematang dari tembok. Tidak ada ketentuan khusus tentang ukuran kolam untuk

pemeliharaan induk. Biasanya kolam induk hanya disesuaikan dengan kondisi lahan dan keuangan. Untuk memudahkan dalam pengelolaan dan efisiensi penggunaan kolam, maka luas kolam induk jantan dan betina masing-masing berkisar 15 – 30 meter persegi. Setiap kolam dilengkapi dengan saluran pemasukan dan pengeluaran air. Di kedua saluran ini biasanya dilengkapi dengan saringan agar induk-induk tersebut tidak keluar atau kabur. Kepadatan penebaran induk antara 3 – 4 kg/m², sedangkan ketinggian air dikolam induk antara 60 – 75 cm. Agar diperoleh kematangan induk yang memadai,

setiap hari induk di beri pakan bergizi. Jenis pakan yang diberikan berupa pakan buatan berupa pelet sebanyak 3 – 5 % perhari dari bobot induk yang dipelihara. Ada juga induk ikan yang diberikan pakan berupa limbah peternakan ayam (ayam yang mati) yang dibakar atau direbus terlebih dahulu.

4.1.5.1. Seleksi Induk Ikan Lele

Seleksi induk ikan lele secara umum di mulai dari ikan ukuran benih (5-10 cm). Benih ikan yang baik untuk induk di pilih dengan ciri-ciri antara lain adalah memiliki pertumbuhan yang lebih cepat, tidak cacat, gerakan lincah dan memiliki bentuk tubuh yang baik. Benih/calon induk tersebut dipelihara didalam kolam dengan baik, selanjutnya calon induk tersebut dilakukan seleksi induk

secara berkala sampai mendapat induk yang benar-benar baik dan sesuai dengan kebutuhan. Kegiatan pembenihan ikan lele diawali dengan seleksi induk. Induk yang akan dipilih adalah induk jantan dan betina yang matang gonad. Ciri-ciri induk betina ikan lele adalah genital papila berbentuk bundar (oval), bagian perut relatif lebih besar, gerakan lambat, jika di raba bagian perut terasa lembek dan alat kelamin berwarna kemerah merahan. sedangkan induk jantan dicirikan dengan genitalnya meruncing ke arah ekor, perut ramping dan pada ujung alat kelamin berwarna kemerahan selain itu ada perubahan warna tubuh menjadi coklat kemerahan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Induk ikan lele betina tampak atas (kiri) dan genital papilla (kanan)



Gambar 4.3. Induk ikan lele jantan tampak atas (kiri), genital papilla (kanan)

Induk yang sudah dipilih berdasarkan matang gonadnya, kemudian diberok (dipuasakan) selama 2 hari. Selama pemberokan induk jantan dan betina dipisahkan. Tujuan dari pemberokan ini adalah untuk mengurangi kandungan lemak pada tubuh ikan. Hal ini disebabkan lemak pada tubuh ikan dapat menghambat ovulasi telur pada betina dan pengeluaran sperma pada induk jantan. Induk yang akan diberok dipisahkan antara induk jantan dan betina. Hal ini bertujuan untuk menghindari mihak maling. Selain itu, pemisahan induk tersebut bertujuan mempercepat pemijahan ikan.

Ciri-ciri induk betina lele dumbo yang siap untuk dipijahkan sebagai berikut:

- Bagian perut tampak membesar ke arah anus dan jika diraba terasa lembek.

- Lubang kelamin berwarna kemerahan dan tampak agak membesar.
- Jika bagian perut secara perlahan diurut ke arah anus, akan keluar beberapa butir telur berwarna hijau tua dan ukurannya relatif besar.
- Gerakannya lambat.

Ciri-ciri induk jantan lele dumbo jantan yang telah siap untuk dipijahkan sebagai berikut :

- Alat kelamin tampak jelas memerah
- Warna tubuh agak kemerah-merahan
- Tubuh ramping dan gerakannya lincah.

4.1.5.2. Seleksi induk ikan Mas

Induk ikan Mas yang akan dipijahkan sebaiknya dipelihara dalam tempat

yang terpisah antara jantan dan betina agar pertumbuhan induk ikan optimal dan tidak terjadi perkawinan yang tidak diinginkan. Dalam pemeliharaan induk ikan Mas harus dilakukan dengan baik dan benar agar diperoleh induk yang siap dan unggul untuk dikawinkan.

Pemeliharaan induk ikan Mas merupakan salah satu aspek penting yang harus dilaksanakan dalam program pengembangbiakan ikan Mas. Induk ikan Mas yang dipelihara dengan baik akan menghasilkan telur dan benih ikan dalam jumlah dan kualitas yang diharapkan.

Induk ikan yang baik sebaiknya dipelihara dari masa benih, hal tersebut dapat dilihat dari gerakan yang incah, tumbuh bongor, sehat dan mempunyai nafsu makan yang baik. Pemeliharaan benih calon induk sebaiknya dilakukan sejak pamanenan, benih umur 1 bulan. Dalam pemeliharaan calon induk ini harus diberi pakan yang cukup dan bergizi. Calon-calon induk yang dipelihara tersebut selanjutnya di seleksi kembali pada saat berukuran 100-200 gram. Calon induk jantan dan betina dipilih berdasarkan ciri-ciri morfologisnya yang baik, diantaranya adalah:

- Calon induk harus mempunyai karakter morfologis dengan kriteria sebagai berikut: bentuk tubuh kekar, pangkal ekor kuat dan lebar, sisik besar dan teratur, warna cerah, kepala lancip dan lebih kecil dari lebar tubuh (1 : 1,5), daerah perut melebar dan datar, badan tebal dan berpunggung tinggi.

- Calon induk harus berasal dari keturunan yang berbeda, baik jantan maupun ikan betina.
- Calon induk harus mempunyai sifat cepat tumbuh, sehat, tahan terhadap penyakit dan perubahan lingkungan serta responsive terhadap pakan.

Calon-calon induk yang telah di seleksi dipelihara di kolam pemeliharaan induk sampai siap untuk dipijahkan. Agar diperoleh induk yang berkualitas dan dapat menghasilkan telur dalam jumlah yang maksimal, yang harus diperhatikan adalah:

- Pemeliharaan pakan yang teratur, pakan yang diberikan harus mempunyai kadar protein 30-35%, jumlah pakan yang diberikan per hari berkisar antara 2-3% dan frekuensi pemberian pakan sebanyak 2-3 kali.
- Kondisi kolam pemeliharaan harus optimal, yaitu kandungan oksigen terlarut minimal 5 ppm, suhu air berkisar 25-30°C dan air tidak tercemar.
- Padat penebaran calon induk berkisar antara 0,1 kg/m² – 0,25 kg/m².

Calon-calon induk tersebut dipelihara sampai mencapai ukuran tertentu untuk dipijahkan. Induk ikan Mas jantan lebih cepat matang gonad dibandingkan dengan ikan Mas betina. Umur ikan Mas jantan 10-12 bulan dengan bobot 0,6-0,75 kg sudah sampai matang kelamin, sedangkan induk betina yang ideal mencapai matang gonad pada umur 1,5-2 tahun dengan berat 2-3 kg. Induk ikan Mas yang akan dipijahkan

harus benar-benar dapat dibedakan antara jantan dan betina. Adapun ciri-ciri induk jantan dan betina ikan Mas dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Ciri-ciri Induk Jantan dan Betina Ikan Mas

No	Jantan	Betina
1.	Sirip dada relatif panjang, jari-jari luar tebal	Sirip dada relatif pendek, lunak, lemah, jari-jari luar tipis
2.	Lapisan sirip dada kasar	Lapisan dalam sirip dada licin
3.	Kepala tidak melebar	Kepala relatif kecil, bentuk agak meruncing
4.	Tubuh lebih tipis/langsing, ramping dibandingkan betina pada umur yang sama	Tubuh lebih tebal/gemuk dibandingkan jantan pada umur yang sama
5.	Gerakannya gesit	Gerakannya lamban dan jinak
6.	Sehat dan tidak cacat	Sehat dan tidak cacat
7.	Sisik teratur dan warna cerah	Sisik teratur dan warna cerah

Induk ikan Mas jantan dan betina harus dipelihara dalam kolam yang terpisah agar ikan cepat matang kelamin dan tidak terjadi perkawinan liar. Induk yang dipelihara dengan

baik akan dapat mencapai matang gonad. Adapun ciri-ciri induk ikan Mas yang matang gonad dapat dilihat pada Tabel 4.2. dan Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.2 . Ciri-ciri Induk Jantan dan Betina Matang Gonad

No	Jantan	Betina
1.	Tubuh ramping	Perut membulat dan lunak jika diraba
2.	Mengeluarkan cairan putih/sperma bila perut ditekan ke arah anus	Genital papilla mengembang, agak terbuka dan berwarna kemerahan
3.		Lubang anus melebar dan menonjol (agak membengkak)



Gambar 4.3. Induk ikan mas betina tampak atas (kiri) dan genital papilla (kanan)



Gambar 4.4. Induk ikan mas jantan tampak atas (kiri), genital papilla (kanan)

4.1.5.3. Seleksi induk ikan nila

Pengelolaan induk dalam kegiatan usaha pembenihan mempunyai peran yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan, karena induk merupakan salah satu faktor utama yang akan menentukan kualitas dan kuantitas benih yang dihasilkan.

Pengelolaan induk dilakukan atas dasar sifat induk dan kebutuhan

induk agar mampu hidup dan berkembang-biak secara optimal.

Ruang lingkup pengelolaan induk dengan mengacu pada ketercapaian efisiensi suatu usaha pembenihan ikan dapat di kelompokkan ke dalam tiga kelompok yaitu pengadaan induk, pemeliharaan calon induk, dan peningkatan mutu induk atau mempertahankan mutu induk.

Untuk dapat mencapai efisiensi suatu usaha pembenihan, dalam

pengadaan induk ada dua hal yang harus diperhatikan yaitu kuantitas calon induk dan kualitas calon induk. Perhitungan untuk menentukan berapa jumlah induk yang harus tersedia dalam suatu unit pembenihan, agar dapat menghasilkan benih sesuai dengan peluang atau pangsa pasar yang ada, maka dalam menghitung jumlah induk harus mempertimbangkan 4 aspek yaitu :

- Skala usaha, yaitu satuan unit usaha terkecil dalam pembenihan ikan nila yang secara ekonomis masih mampu memberikan efisiensi dan keuntungan yang optimal.
- Kuantitas dan kontinuitas produksi, yaitu banyaknya produk (benih) yang harus dihasilkan sesuai dengan kriteria yang ditentukan dalam periode dan interval waktu tertentu secara terus menerus sesuai dengan target yang telah ditentukan.
- Produktifitas induk, yaitu kemampuan induk betina dari setiap pemijahan untuk menghasilkan benih ikan nila sesuai dengan kriteria yang ditentukan.
- Mortalitas induk, yaitu prosentase jumlah induk yang hilang selama

pemeliharaan (umur produktif) baik yang disebabkan oleh kematian/hilang atau sesuatu hal sehingga induk tersebut tidak berproduksi untuk menghasilkan telur.

Dari aspek tersebut diatas secara praktis jumlah induk ikan nila pada suatu areal/kolam pemijahan ditentukan oleh induk jantan dan ukuran induk. Hal ini disebabkan sifat ikan nila memijah adalah dimana induk jantan akan membuat suatu daerah teritorial yang tidak boleh diganggu ikan lain. Dengan demikian jumlah ikan betina umumnya lebih banyak dari pada ikan jantan agar mudah memberi kesempatan pada jantan untuk dapat menemukan betina yang matang gonad.

Setelah mengetahui tanda-tanda calon induk yang baik pada ikan nila, selanjutnya kita harus mampu membedakan induk jantan dan induk betina. Untuk dapat membedakan antara induk jantan dan betina dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5.

Tabel 4.3 . Ciri-ciri Induk Jantan dan Betina

CIRI-CIRI INDUK BETINA	CIRI-CIRI INDUK JANTAN
<ul style="list-style-type: none"> • Daggu relatif kecil berwarna putih. • Sirip dada berwarna hitam dan pendek. • Perut melebar berwarna putih. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daggu menonjol berwarna merah. • Sirip dada berwarna coklat kemerahan dan relatif panjang. • Perut pipih warna hitam.

- Bila perut diurut dari dada ke genitalia keluar cairan bening.

- Bila perut diurut dari dada ke genitalia tidak keluar cairan.



Gambar 4.5. Induk ikan nila

4.1.5.4. Seleksi induk ikan patin

Induk ikan patin dapat dipijahkan setelah umur 2-3 tahun. Pada umur tersebut induk ikan patin telah memiliki berat badan 3-5 kg/ekor. Ciri-ciri induk betina adalah memiliki bentuk urogenital bulat dan perut relatif lebih mengembang dibandingkan induk jantan. Sedangkan induk jantan memiliki papila dan bagian perut lebih ramping.

Induk betina ikan patin yang matang gonad mempunyai ciri-ciri bagian perut membesar ke arah lubang genital berwarna merah, membengkak dan mengkilat agak

menonjol serta jika diraba bagian perut terasa lembek. Sedangkan ciri-ciri induk jantan ikan patin yang dapat dipijahkan adalah bila bagian perut diurut ke arah anus akan keluar cairan putih dan kental. Untuk dapat membedakan induk ikan patin jantan dan betina yang matang gonad dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Induk ikan patin jantan (atas) dan betina (bawah)

Induk ikan yang telah diseleksi selanjutnya diberok (dipuaskan) selama 1-2 hari. Selama pemberokan induk ikan, air terus menerus dialirkan ke kolam/wadah pemberokan. Tujuan pemberokan adalah untuk mengurangi kadar lemak pada saluran pengeluaran telur. Oleh sebab itu selama pemberokan induk ikan tidak diberi makan. Bila bagian perut induk ikan betina masih tampak membesar setelah pemberokan, induk ikan tersebut dikanulasi (dilakukan penyedotan telur ikan dengan kateter) untuk menentukan apakah induk ikan tersebut sudah siap dipijahkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Kanulasi bertujuan untuk mengetahui derajat kematangan gonad induk betina dengan mengukur keseragaman diameter telur. Kanulasi dilakukan dengan cara menyedot telur dengan menggunakan selang kecil (kateter) berdiameter 2-2,5 mm. Selang kecil tersebut dimasukkan ke dalam lubang urogenital sedalam 4 - 6 cm ke dalam ovarium. Ujung selang yang lain dihisap dengan mulut selanjutnya selang tadi ditarik keluar dari lubang urogenital, lalu ditiup untuk mendorong telur keluar dari selang. Telur yang keluar dari selang ditampung pada lempeng kaca tipis atau pada wadah lain. Selanjutnya telur tersebut diukur garis tengahnya menggunakan penggaris. Bila 90 - 95% telur memiliki garis tengah 1,0 - 1,2 mm, berarti induk betina tersebut dapat dipijahkan. Selain itu ciri-ciri telur yang telah matang adalah akan cepat mengering atau saling berpisah bila diletakkan dipunggung tangan.



Gambar 4.7. Kanulasi induk ikan patin

4.2. TEKNIK PEMIJAHAN IKAN

Pemijahan adalah proses perkawinan antara ikan jantan dan betina. Dalam budidaya ikan teknik pemijahan ikan dapat dilakukan dengan 3 macam cara, yaitu:

1. Pemijahan ikan secara alami, yaitu pemijahan ikan tanpa campur tangan manusia, terjadi secara alamiah (tanpa pemberian rangsangan hormon).
2. Pemijahan ikan secara semi intensif, yaitu pemijahan ikan yang terjadi dengan memberikan rangsangan hormon untuk mempercepat kematangan gonad, tetapi proses ovulasinya terjadi secara alamiah di kolam.
3. Pemijahan ikan secara intensif, yaitu pemijahan ikan yang terjadi dengan memberikan rangsangan hormon untuk mempercepat kematangan gonad serta proses ovulasinya dilakukan secara buatan dengan teknik *stripping*/pengurutan.

Untuk dapat melakukan pemijahan ikan pada beberapa jenis ikan budidaya maka harus memahami tentang tingkat kematangan gonad dan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap kematangan gonad. Hal ini harus dipelajari karena tingkat kematangan gonad ikan sangat mempengaruhi keberhasilan pemijahan ikan. Walaupun saat ini telah banyak ditemukan hormon-hormon perangsang pertumbuhan dan pematangan gonad, namun tetap saja membutuhkan waktu dalam proses pertumbuhan dan pematangannya.

Tingkat kematangan gonad ikan dapat dideteksi dengan melihat

tanda-tanda morfologi dan fisiologi sel telur atau sel sperma. Tanda-tanda morfologis ikan matang gonad untuk ikan betina antara lain adalah : gerakannya lamban, perut gembung, perut bila diraba terasa lunak, kulit kadang kelihatan memerah, kadang-kadang telur telah keluar pada lubang genital, lubang genital memerah. Dan tanda-tanda sel telur matang secara fisiologis adalah: Polar Body I telah keluar, Germinal Vesicle/GV (Inti sel) telah menepi berada di depan microfile, warna telur telah transparan, ukuran telur mendekati 1 mm. Sejenak sebelum ovulasi GV akan melebur sehingga disebut Germinal Vesicle Break Down (GVBD).

Sedangkan tanda-tanda ikan jantan matang gonad secara morfologis antara lain adalah : ikan lebih langsing dibanding ikan betina, gerakannya lincah, bila diurut kearah lubang genital cairan seperti susu akan keluar. Dan tanda-tanda sel sperma matang antara lain adalah : warna kental seperti susu/santan, organ sperma telah lengkap, motilitas tinggi, kenormalan lebih dari 90%. Disamping kesehatan, kenormalan ikan merupakan unsur yang penting juga, karena faktor ini akan diturunkan kepada anaknya.

Pada saat pemilihan induk ikan matang gonad usahakan induk ikan tidak stress. Jika induk ikan stress walaupun kematangan gonadnya sudah memenuhi, ikan tersebut biasanya tidak akan memijah. Jika demikian keadaannya pemijahan ikan bisa tertunda atau malah tidak jadi memijah, yang akhirnya telur

ikan akan terserap kembali atau atresia.

4.2.1. Perkembangan dan pematangan gonad

Perkembangan telur dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar dari ikan (lingkungan dan pakan). Pengaruh faktor lingkungan terhadap gametogenesis dibantu oleh hubungan antara poros Hipotalamus-Pituitary-Gonad melalui proses stimulasi atau rangsangan. Hormon-hormon yang ikut dalam proses ini adalah GnRH dan Steroid. Keadaan ini memungkinkan untuk perlakuan pemberian hormone baik melalui penyuntikan, implantasi dan pakan.

Hormon sangat penting dalam pengaturan reproduksi dan sistem endocrine yang ada dalam tubuh, yang reaksinya lambat untuk menyesuaikan dengan keadaan luar. Hasil kegiatan sistem endocrine adalah terjadinya keselarasan yang baik antara kematangan gonad dengan kondisi di luar, yang cocok untuk mengadakan perkawinan. Aktivitas *gonadotropin* terhadap perkembangan gonad tidak langsung tetapi melalui biosintesis hormon steroid gonad pada media stadia gametogenesis, termasuk perkembangan oosit (*vitelogenesis*) pematangan oosit, *spermato-genesis* dan *spermiasi*.

Hormon gonadotropin dengan *glicoprotein* rendah dapat mengontrol *vitelogenesis*, sedangkan yang tinggi mengakibatkan aksi ovulasi. Hormon tiroid akan aktif bersinergi dengan

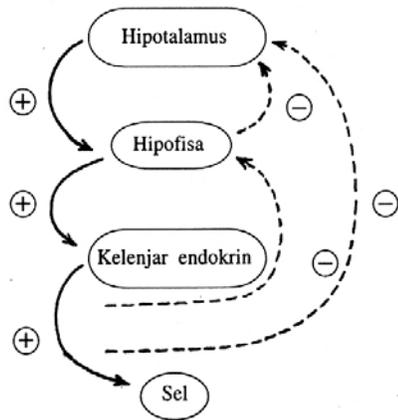
gonadotropin untuk mempengaruhi perkembangan ovari dan kemungkinan lain juga untuk meningkatkan sensitivitas pengaruh *gonadotropin*. Sel target hormon *gonadotropin* adalah *sel teka* yang merupakan bagian luar dari lapisan folikel. Pada ikan goldfish dan rainbowtrout dihasilkan 17α -hidrokxy- 20β -dihidroxyprogesterone (17α , 20β -Pg) oleh lapisan folikel sebagai respon terhadap aktifitas gonadotropin untuk merangsang kematangan telur. Teori yang lain kontrol endokrin terhadap kematangan oosit dan ovulasi pada teleostei adalah GTH merangsang (a) sintesa steroid pematangan pada dinding folikel (ovari) dan (b) sekresi mediator ovulasi.

Sistem endokrin dan sistem saraf merupakan sistem kontrol pada semua makhluk hidup tidak terkecuali ikan, sistem ini adalah cara utama tubuh untuk menyampaikan informasi antar sel dan jaringan yang berbeda. Dalam sistem endokrin dilakukan sekresi internal dari substansi aktif biologik. Sistem endokrin menggunakan messenger kimia yang disebut hormone yang ditransportasikan oleh sistem pembuluh darah. Sistem endokrin lebih lambat daripada sistem saraf karena hormone harus melalui perjalanan ke sistem memutar untuk mencapai organ target.

Berdasarkan dari sudut ilmu, endokrin merupakan mediasi biokimia pada proses fisiologis. Mediasi ini dapat terjadi antar populasi, antar organisma, antar jaringan di dalam suatu organisma,

antar organ dan sel, dan juga antar generasi pada kasus hormon di dalam telur. Hormon sebagai mediator biokimiawi dilepas dari tempat produksinya menuju organ target melalui beberapa cara, yaitu (a) difusi sederhana di dalam sel atau dari satu sel ke sel lainnya di dalam organ; (b) transportasi melalui darah atau berbagai cairan tubuh sehingga langsung mencapai organ atau sel; atau (c) secara tidak langsung melalui lingkungan luarnya.

Sistem endokrin didalam tubuh sangat kompleks tetapi biasanya mengikuti dua prinsip. Pertama berdasarkan responnya dibagi menjadi dua kelenjar endokrin, yaitu pituitary dan beberapa kelenjar dibawah kontrol pituitary. Kedua, hormone yang dihasilkan oleh kelenjar tersebut seringkali menghambat produksi hormone pituitary, proses ini disebut penghambatan *feedback*. Adanya bentuk kombinasi sistem penghambatan *feedback* ini menyebabkan terjadinya keseimbangan respons. Jadi sistem endokrin mengontrol dirinya sendiri sebagaimana halnya mengontrol sistem organ yang lain. Skema pengaturan sekresi hormone diilustrasikan pada Gambar 4.8.



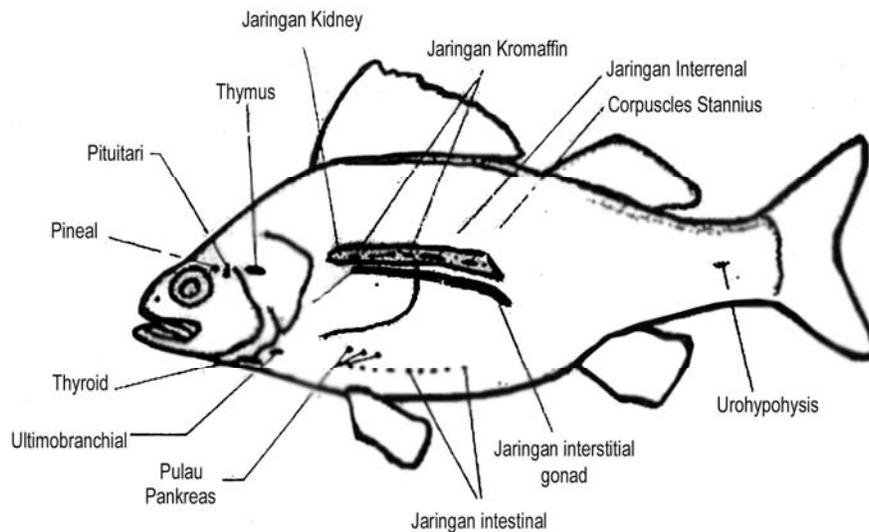
Gambar 4.8. Skema pengaturan sekresi hormone, + menunjukkan sekresi hormone; - menunjukkan mekanisme feedback

Secara umum sistem endokrin ikan sama dengan vertebrata lainnya. Ikan memiliki urofisis yang terletak pada pangkal ekor, tetapi tidak memiliki kelenjar paratiroid. Sistem

endokrin juga memungkinkan tubuh untuk dapat mengatasi stress.

Kelenjar endokrin dilihat dari asal embrionya berdiferensiasi dari seluruh lapisan germinal. Untuk yang berasal dari mesoderm (korteks adrenal, gonad) menghasilkan hormone-hormon steroid; dan yang berkembang dari ectoderm atau endoderm mensekresikan hormone amino termodifikasi, peptid atau protein.

Kelenjar endokrin pada ikan menurut Lagler et al (1962) terdapat pada beberapa organ antara lain adalah pituitary, pineal, thymus, jaringan ginjal, jaringan kromaffin, interrenal tissue, corpuscles of stannous, thyroid, ultimobranchial, pancreatic islets, intestinal tissue of gonads dan urohypophysis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Letak dan jenis kelenjar endokrin ikan dari arah depan ke arah belakang (Lagler et al., 1962)

Kelenjar endokrin pada ikan menghasilkan jenis hormone tertentu, seperti pada kelenjar utama pada ikan adalah pituitary dimana pada kelenjar tersebut menghasilkan sembilan macam sel penghasil hormone yaitu prolactin (PL), corticotrophs (CT), Gonadotrophs (GTH), Somatotrophs (STH), Thyrotrophs (TSH), Melanotrophs (MSH) dan Neurosecretory nerve ending (NS). Hormon yang terdapat pada kelenjar pituitary antara lain adalah Oxytocin yang berfungsi merangsang kontraksi urine dan kelenjar susu, Anti Diuretic Hormone (ADH) yang berfungsi menaikkan tekanan darah lewat aksinya pada arteriola dan menggiatkan reabsorpsi air dari tubuli ginjal serta hormon ini sangat penting dalam osmoregulasi yaitu pengaturan tekanan osmosis cairan tubuh. Kedua hormon tersebut terdapat pada bagian posterior pituitary. Pada bagian anterior pituitary terdapat beberapa macam hormon diantaranya adalah hormon pertumbuhan yang berfungsi merangsang pertumbuhan dan mengontrol proses osmoregulasi; hormon prolactin pada mamalia menstimulasi aksi produksi susu, pada ikan kontrol hidromineral (air tawar) hyperosmotic regulation pada ikan teleost selain itu prolactin pada ikan air tawar berfungsi untuk maintenance ion dan water permeability pada ephitelum dari organ osmoregulasi, dan pada beberapa ikan prolactin memberikan efek dalam mengontrol gonadal steroidogenesis, metabolisme lemak dan parental panning.

Hormon selanjutnya yang dihasilkan dari anterior pituitary adalah Follicle

Stimulating Hormone (FSH) yang merangsang produksi gamet oleh gonad atau merangsang pematangan gonad (vitellogenesis), Luteinizing Hormone (LH) yang merangsang produksi sex hormone yaitu testosterone, estrogen, progesterone atau merangsang pematangan akhir.

Kelenjar lainnya penghasil hormon adalah kelenjar Thyroid antara lain adalah Tiroksin Tetraiodothyronine (T₄), Triiodothyronine (T₃) dan Calcitonin. Fungsi dari hormon tersebut antara lain adalah meningkatkan laju metabolisme, esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan normal. Hormon Thyroid pada ikan selalu berasosiasi dengan hormone pertumbuhan dan cortisol memberikan kontribusi pada kontrol pertumbuhan dan perkembangan, metabolisme dan osmoregulasi. Sedangkan Calcitonin merangsang penyimpanan kalsium pada tulang, sekresi calcitonin dirangsang oleh tingginya kalsium dalam darah.

Pada kelenjar adrenal cortex yang merupakan lapisan luar dari kelenjar adrenal menghasilkan beberapa jenis hormone antara lain adalah cortisol (A. Glucocorticoid), Aldosterone (Mineralocorticoid), kortikosterone. Produksi cortisol meningkat sebagai akibat dari berbagai stimulant stress yaitu rendahnya kualitas air, penanganan, kenyamanan ikan, pollutant dan water acidification. Fungsi utama cortisol ini berkaitan dengan metabolisme energi, ion regulation dan respon terhadap stress.

Kelenjar adrenal medulla atau sel kromaffin menghasilkan hormone antara lain adalah ephineprin dan norephinephrin. Epinephrin berfungsi mobilisasi glikogen, bertambahnya aliran darah lewat otot skeletal, bertambahnya konsumsi oksigen denyut jantung, sedangkan norephinephrin berfungsi pada neurotransmitter adrenergic, naiknya tekanan darah dan kontraksi arteriola dan venula.

Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endocrine pancreas pada kebanyakan vertebrata terdapat pada pulau-pulau individu dari sel sekresi yang diliputi oleh connective tissue dan terbenam dalam exocrine tissue dari pancreas. Pada Islet of Langerhans ini mengandung 4 tipe sel endocrine yaitu A cell (Glucagon), B cell (Insulin), D cell (Somatostantin) dan F cell atau PP (Pancreatic Polypeptide). Glucagon berfungsi meningkatkan glukosa darah, merangsang katabolisme protein, selain itu dapat menstimulasi lipolysis pada ikan atau memobilisasi lemak. Insulin pada ikan berfungsi untuk menurunkan glukosa darah, menambahkan pemakaian glukosa dan sintesis protein serta lemak dan menurunkan glukoneogenesis dan merangsang glikogenesis. Somotostantin merupakan hormone yang menghambat pertumbuhan, peran pada ikan secara fisiologis belum jelas tetapi dengan menyuntikkan somatostantin pada coho salmon dapat menyebabkan penurunan insulin, plasma, glucagons menurun dan level GLP serta berhubungan dengan penurunan glikogen hati dan hyperglycemia.

Pada kelenjar pineal dihasilkan hormone melatonin, sedangkan pada kelenjar thymus dihasilkan hormone Thymosin, Pada gastrointestinal endocrine cels dihasilkan beberapa hormone utama antara lain adalah Glucagon, Glucagon Like Peptide, Somatostantin, Pancreatic Polypeptide, Gastrin, Sekretin, Cholecystokin, Bombensin, Enkephalin, Tachikinins, Serotonin, Vasoactive Intestinal Peptida, neuropeptide, Gatric Inhibitory peptide. Sedangkan pada Urophysis dihasilkan hormone Urotensin I dan Urotensin II yang secara fisiologis masih belum jelas fungsinya namun diduga berperan dalam osmoregulator dan fisiologi reproduksi, ekstrak urophysis menyebabkan kontraksi gonadal smooth muscle. Hal ini dimungkinkan Urotensin mensinkronisasi osmoregulasi dan reproduksi pada ikan matang gonad. Urotensin II mempunyai fungsi antara lain adalah kontraksi jantung, kantung kemih, usus, penyerapan ion di usus.

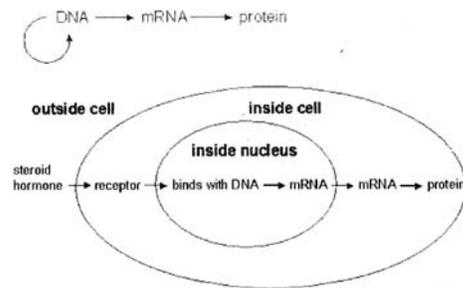
Pada jaringan chromaffin juga dihasilkan hormone antara lain adalah catecholamines, adrenalin dan nor adrenalin. Pada teleost katekolamin memiliki pengaruh penting pada peredaran oksigen ke jaringan, mempengaruhi pergerakan ion pada ikan yang meningkatkan pertukaran ion melalui insang dengan menstimulasi peningkatan luar area gill lamella dalam kontak dengan lingkungan.

Pada subbab ini akan dibahas tentang mekanisme aksi-aksi hormone steroid pada ikan. Hormon

steroid adalah hormone yang memiliki struktur kimia berdasarkan pada inti steroid, yang mirip dengan kolesterol dan sebagian besar jenis hormone ini berasal dari kolesterol itu sendiri, disekresi oleh korteks adrenal (kortisol dan aldosteron), ovarium (estrogen : estradiol-17 β , esteron, estriol dan lain-lain, progesterone), testis (androgen : androstendion, testosterone, 11-ketotestosteron dan lain-lain) dan plasenta (estrogen dan progesterone). Menurut Koolman & Rohm (2001) hormone adalah bahan kimia pembawa sinyal yang dibentuk dalam sel-sel khusus pada kelenjar endokrin. Hormon disekresikan ke dalam darah kemudian disalurkan ke organ-organ yang menjalankan fungsi-fungsi regulasi tertentu secara fisiologik dan biokimia. Sel-sel sasaran pada organ sasaran memiliki reseptor yang dapat mengikat hormone, sehingga informasi yang diperoleh dapat diteruskan ke sel-sel akhirnya menghasilkan suatu respon. Pesan hormone disampaikan pada sel-sel sasaran menurut dua prinsip yang berbeda. Hormon lipofilik masuk kedalam sel dan bekerja pada inti sel, sedangkan hormone hidrofilik bekerja pada membrane sel. Hormon steroid dan tiroksin termasuk kedalam kelompok hormone lipofilik. Hormon ini menembus membrane sel dan berikatan pada suatu reseptor spesifik didalam sasaran.

Berdasarkan uraian diatas maka mekanisme hormone steroid adalah dengan cara hormone steroid masuk kedalam sel dan berikatan dengan reseptor didalam sitoplasma. Hormon reseptor yang kompleks

masuk kedalam nucleus dimana akan berikatan dengan chromatin dan mengaktivasi gen yang spesifik. Gen (DNA) yang mengandung informasi akan memproduksi protein. Ketika gen aktif maka protein akan dihasilkan secara diagram dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Mekanisme hormone steroid

Teori lain untuk pematangan sel telur adalah adanya hubungan erat antara poros Hipotalamus-Pituitary-Gonad. Hipotalamus akan melepas GnRH jika dopamin tidak aktif. Fungsi GnRH adalah merangsang keluarnya GtH (*Gondotropin*) yang berada pada Hipofisa. Jika GtH keluar maka hormone *Testosteron* yang berada pada *sel theca* keluar, sedangkan hormone *Testosteron* akan merangsang dikeluarkannya hormone *Estradiol-17 β* yang berada pada sel granulose. Hormone *Estradiol-17 β* ini akan menggertak kerja liver untuk memproses precursor kuning telur (*vitellogen*) untuk dikirimkan ke sel telur sebagai kuning telur. Dengan demikian pertumbuhan telur terjadi.

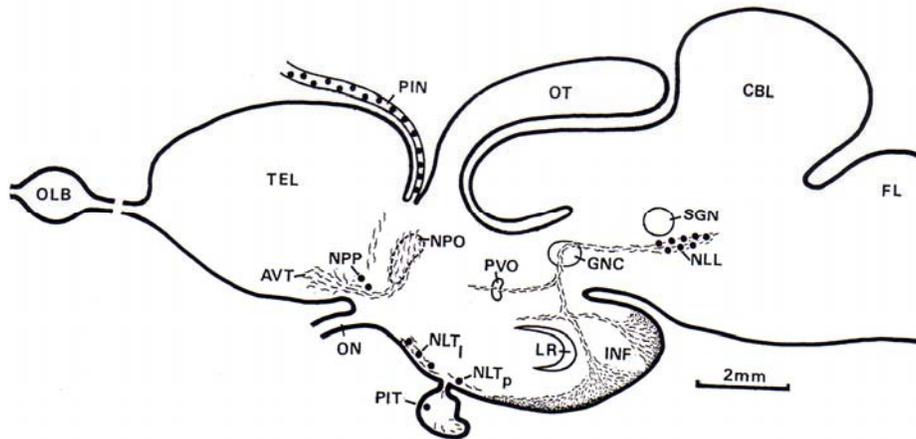
Sebagai pematang sel telur diperlukan media MIH (*Maturtaion Inducing Hormon*) dan MPF

(*Maturation Promoting Factor*) untuk hormon $17\alpha,20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one yang bersumber dari sel *granulosa*.

4.2.2. Kelenjar hipofisa, HCG dan ovaprim

Kelenjar hipofisa banyak sekali mengandung hormon terutama hormon yang berhubungan dengan perkembangan dan pematangan gonad. Hormon tersebut diantaranya

adalah *Gonadotropin* yaitu GTH I dan GTH II, sehingga ekstrak kelenjar hipofisa sering digunakan sebagai perangsang pematangan gonad. Letak kelenjar hipofisa ini terdapat pada bagian otak sebelah depan. Kelenjar ini menempel pada infundibulum dengan suatu tangkai yang pendek, agak panjang atau pipih bergantung pada jenis ikannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.11 tentang otak dan bagian-bagian pada ikan maskoki dan hampir sama untuk semua ikan.



Gambar 4.11. Representasi diagram pada penampang sagittal dari otak goldfish sebagai dasar penampang seri menggambarkan topografi dari GHRH-ir perikarya pada otak, pinealocytes dalam pineal dan corticotrophs pada pituitary (siklus yang gelap). Garis putus-putus mengindikasikan GHRH-ir fiber tract. Catatan bahwa GHRH-ir fiber pada area NPO dan PVO tidak asli pada nuclei ini., tetapi area transverse. AVT, Area Ventralis Telencephali, CBL, Cerebellum, FL, Facial Lobes, GNC, Glomerular Nuclear Complex, INF, Hypothalamic Inferior Lobe, LR, Lateral Recess, NLL, Nucleus of the Lateral Lemniscus, NLTi Nucleus Lateralis Tuberis pars Lateralis, NLTp, Nucleus Lateralis Tuberis pars posterioris, NPO, Nucleus Preopticus, NPP, Nucleus Preopticus Periventricularis; OLB, Olfactory Bulb; ON, Optic Nerve; OT, Optic Tectum; PIN, pineal; PIT, Pituitary; PVO, Paraventricular Organ; SGN, Secondary Gustatory Nucleus; TEL, Telencephalon. (Rao, *et al.*, 1995).

Pematangan oosit dan ovulasi telur dengan menggunakan ekstraksi kelenjar hipofisa banyak mengandung kelemahan diantaranya adalah:

- (1) hilangnya ikan donor karena diambil kelenjar hipofisanya.
- (2) standarisasi ekstrak kelenjar hipofisa ikan sebagai bahan suntikan

untuk induksi pematangan akhir sel telur dan sel sperma tidak tepat.

(3) belum diketahui dengan pasti hormon mana yang sebenarnya berpotensi untuk ovulasi dan kematangan gonad.

(4) penyakit mudah menular.

Bagi para pembudidaya ikan yang akan melakukan pemijahan ikan secara buatan dengan menggunakan kelenjar hipofisa dapat dengan mudah membuatnya. Adapun cara membuat kelenjar hipofisa ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan dosis yang akan digunakan dalam proses pemijahan.
2. Menimbang ikan donor dan ikan resipien .
3. Ikan donor diletakkan di atas talenan yang tidak licin dan dipotong secara vertikal dengan

titik pemotongan dibagian belakang tutup insangnya hingga kepala ikan putus atau terpisah dari badannya (Gambar 4.12, kiri atas).

4. Kepala ikan yang terpotong dihadapkan keatas dan disayat dari pangkal hidung ke bawah bagian potongan pertama hingga tulang tengkorak ikan terbuka dan otak kelihatan jelas (Gambar 4.12 kiri tengah dan bawah).
5. Kemudian kelenjar otak disingkap/diangkat dan akan tampak kelenjar hipofisa dibawah kelenjar otak (Gambar 4.12, kanan).
6. Dengan menggunakan pinset, kelenjar hipofisa diambil dan diletakkan di dalam cawan (Gambar 4.12, kanan)



Gambar 4.11. Pengambilan kelenjar hipofisa

7. Selanjutnya dibersihkan dengan aquadest hingga kotoran dan darah yang melekat hilang.
8. Kelenjar hipofisa dimasukkan ke dalam tabung pengerus. Kelenjar hipofisa digerus menggunakan alu kaca hingga hancur (Gambar 4.12)



Gambar 4.12. Penggerusan kelenjar hipofisa

9. Larutan hipofisa diambil dari gelas pengerus menggunakan

alat suntik/spuit Dimasukkan ke dalam tabung reaksi/tabung sentrifuse (Gambar 4.13)



Gambar 4.13. Pembuatan ekstrak kelenjar hipofisa

11. Larutan hipofisa disentrifuse dan dibiarkan selama satu menit sampai terbentuk dua lapisan pada larutan tersebut. Larutan yang agak keruh dibagian atas endapan diambil dengan jarum suntik (Gambar 4.14 dan Gambar 4.15).



Gambar 4.14. Pemutaran alat sentrifuse



Gambar 4.15. Pengambilan ekstrak kelenjar hipofisa

11. Larutan siap disuntikkan pada ikan yang akan dipijahkan (Gambar 4.16)



Gambar 4.16. Ekstrak kelenjar hipofisa siap disuntikkan pada ikan

Hormon Chorionic Gonadotropin (hCG) adalah hormon gonadotropin yang disekresi oleh wanita hamil dan disintesa oleh sel-sel sintitio tropoblas dari placenta. HCG mempunyai dua rangkaian rantai peptida yaitu α yang mengandung 92 asam amino dan β mengandung

145 asam amino. Pada beberapa spesies menggunakan hCG sebagai pemacu merangsang pematangan gonad sangat efektif, bisa sebagai pengganti ekstrak kelenjar hipofisa tetapi pada beberapa spesies penggunaan hCG kurang efektif mesti dikombinasikan dengan *Pregnan Mare Serum Gonadotropin* (PMSG) atau ovaprim. HCG berperan dalam pemecahan dinding folikel saat akan terjadi ovulasi. LH (*Litunising Hormon*) adalah hormon perangsang ovulasi yang kuat, hCG memiliki potensi LH. Fungsi LH dalam sel theca akan merangsang PGE (*prostaglandin*) dan PGF 2α dari asam arachidonad. PGF 2α juga mempunyai peran penting dalam pecahnya folikel dan pengeluaran oosit yang telah matang.

OVAPRIM adalah campuran analog salmon GnRH dan Anti dopamine dinyatakan bahwa setiap 1 ml ovaprim mengandung 20 ug sGnRH-a(D-Arg6-Trp7, Lcu8, Pro9-NET) – LHRH dan 10 mg anti dopamine. Ovaprim juga berperan dalam memacu terjadinya ovulasi. Pada proses pematangan gonad GnRH analog yang terkandung didalamnya berperan merangsang hipofisa untuk melepaskan gonadotropin. Sedangkan sekresi gonadotropin akan dihambat oleh dopamine. Bila dopamine dihalangi dengan antagonisnya maka peran dopamine akan terhenti, sehingga sekresi gonadotropin akan meningkat.

Dari ketiga macam hormon yang dapat digunakan untuk melakukan pemijahan ikan seperti yang telah dijelaskan, maka pemilihan hormon yang akan digunakan sangat

bergantung pada jenis ikan yang akan dibudidayakan, harga ekonomis dan efisiensi dalam penggunaannya. Ketiga hormon tersebut prinsipnya adalah membantu proses kematangan gonad ikan yang akan menentukan keberhasilan proses pemijahan.

4.2.3. Perjalanan hormon ke sel target

Bagaimana hormon yang disuntikan itu mencapai sel target. Hormon tersebut mencapai sel target melalui komunikasi antar sel. Ada tiga cara sel-sel itu berkomunikasi yaitu :

1. Sel menskresikan senyawa kimia (*chemical signaling*) kepada sel lain ditempat yang berjauhan.
2. Sel mengekspresikan molekul permukaan yang mempengaruhi sel lainnya yang berkontak fisik dengan sel tersebut.
3. Sel membentuk '*gap junction*' yang menghubungkan masing-masing sitoplasma sehingga dapat terjadi pertukaran molekul-molekul kecil.

Sedangkan komunikasi antar sel dengan cara sekresi kimia dapat dibagi berdasarkan jauhnya jarak yang dirempuh senyawa kimia tersebut yaitu:

1. Sinyal endokrin (*Endocrine signaling*), dimana sel kelenjar endokrin akan mensekresikan hormon yang akan dibawa aliran darah ke sel target yang terdistribusi di bagian lain dari tubuh.
2. Sinyal parakrin (*Paracrine signaling*), dimana sel menskresikan senyawa kimia

(local chemical mediator) yang mempunyai efek terhadap sel yang berada disekelilingnya. Senyawa kimia yang diskresikan ini akan diserap dan diserap dengan cepat.

3. Sinyal sinaptik (*Synaptic signaling*), merupakan suatu *neurotransmitter* dan bekerja khusus untuk sel syaraf pada suatu daerah khusus yang disebut *chemical synapses*.

Sel-sel target akan memberikan respon terhadap sinyal yang datang melalui protein khusus yang disebut *receptor*.

4.2.4. Stripping dan pembuahan buatan

Stripping adalah proses dikeluarkannya telur atau sperma ikan dengan bantuan manusia/bukan secara alamiah. Proses pengeluaran telur atau sperma tersebut tentu saja menghendaki cara tertentu agar telur atau sperma tidak rusak ataupun justru induk ikan yang akan rusak/mati. Seseorang yang akan melakukan stripping telur atau sperma ikan mesti harus telah tahu cara stripping yang baik, dan tahu posisi gonad ikan, dengan demikian arah urutan/stripping akan benar atau organ yang diurut tidak salah. Feeling seorang pengurut sebaiknya telah menyatu dengan induk ikan tersebut. Kenapa demikian karena seseorang tersebut akan mengerti kapan pengurutan diberhentikan dan kapan akan dimulai lagi. Oleh karena itu seorang pembudidaya harus memahami tentang proses secara fisiologis ovulasi dan akan dibahas

pada subbab ini. Telur atau sperma tidak akan bisa distripping jika proses fisiologis ovulasi belum sempurna.

Pembuahan secara buatan dilakukan dengan bantuan manusia, dengan cara mempertemukan sel telur dengan sel sperma pada suatu tempat tertentu dan dengan alat tertentu. Proses melakukan pembuahan buatan ini diperlukan sikap kehati-hatian agar telur tidak luka, sperma tidak luka atau proses penempelan sperma pada sel telur merata. Meratanya sperma menempel pada telur akan menambah jumlah pembuahan sperma pada sel telur. Proses pembuahan buatan ini membutuhkan waktu tertentu, maksudnya jika terlalu lama maka sperma atau sel telur bisa mati atau terganggu. Jika demikian keadaannya proses pembuahan tidak akan berhasil dengan baik. Ingat telur dan sperma itu hidup sehingga bermetabolisme.

Kematangan telur dan sperma ikan dipastikan diperiksa dibawah mikroskop, jika telah memenuhi tanda-tanda tersebut di atas maka segeralah dilakukan stripping. Langkah pertama lakukan stripping induk jantan terlebih dahulu dengan prosedur yang telah ditentukan. Sperma adalah gamet jantan yang dihasilkan oleh testis. Cairan sperma adalah larutan spermatozoa yang berada dalam cairan seminal dan dihasilkan oleh hidrasi testis. Campuran antara seminal plasma dengan spermatozoa disebut semen. Dalam setiap testis semen terdapat jutaan spermatozoa.

Sperma ikan yang sudah matang terdiri dari kepala, leher dan ekor. Ada sperma yang mempunyai "middel Piece" sebagai penghubung antara leher dan ekor. Di dalam middle piece ini berisi mitokondria yang akan berfungsi untuk metabolisme sperma.

Kepala sperma, kepala sperma terisi materi inti, chromosom terdiri dari DNA yang bersenyawa dengan protein. Informasi genetika yang dibawa oleh spermatozoa diterjemahkan dan disimpan di dalam molekul DNA. Sperma yang didalamnya terkandung chromosom-X akan menghasilkan embrio betina sedangkan sperma mengandung chromosom-Y akan menghasilkan embrio jantan.

Ekor sperma, ekor sperma berfungsi memberi gerak maju seperti gerak cambuk. Selubung mitokondria berasal dari pangkal kepala membentuk dua struktur spiral kearah berlawanan dengan arah jarum jam. Bagian tengah ekor merupakan gudang energi untuk kehidupan dan pergerakan spermatozoa oleh proses-proses metabolik yang berlangsung di dalam helix mitokondria. Mitokondria mengandung enzim-enzim yang berhubungan dengan metabolisme spermatozoa. Bagian ini banyak mengandung fosfolipid, lecithin dan plasmalogen. Plasmalogen mengandung satu aldehid lemak dan satu asam lemak yang berhubungan dengan glicerol maupun cholin. Asam lemak dapat dioksidasi dan sebagai sumber energi untuk aktifitas sperma.

Komposisi kimiawi sperma pada plasma inti (nukleoplasma) diantaranya adalah DNA, Protamine, Non Basik Protein. Sedangkan seminal plasma mengandung protein, potassium, sodium, calcium, magnesium, posfat, klorida. Sedangkan komposisi kimia ekor sperma adalah protein, lecithin dan cholesterol.

Sperma tidak bergerak dalam semen/air mani, tetapi akan segera bergerak ketika bersentuhan dengan air. Fruktosa dan galaktosa merupakan sumber energi utama bagi sperma ikan mas. Gardiner dalam Norman (1995) menyatakan semen yang encer banyak mengandung glukosa sehingga memberikan motilitas yang lebih baik. Sedangkan semen yang kental banyak mengandung potassium sehingga akan menghambat motilitas sperma. Motilitas sperma banyak dipengaruhi oleh konsentrasi glukosa, NaCl, KCl, serta Osmolitas media.

Daya tahan hidup sperma dipengaruhi oleh pH, tekanan osmotik, elektrolit, non elektrolit, suhu dan cahaya. Pada umumnya sperma tahan hidup dan aktif pada pH 7. Sperma tetap motil untuk waktu lama di dalam media yang isotonik dengan darah. Pada umumnya sperma mudah dipengaruhi oleh keadaan hipertonic dari pada hipotonik.

Larutan elektrolit seperti kalium, magnesium, dapat dipergunakan sebagai pengencer sperma tetapi Calcium, pospor dan kalium yang tinggi dapat menghambat motilitas

sperma. Sedangkan cuprum dan besi merupakan racun bagi sperma. Larutan non elektrolit dalam bentuk gula, seperti fruktosa, glukosa dapat dipergunakan sebagai pengencer sperma.

Prinsip dasar untuk mempertahankan agar sperma tetap hidup adalah dengan menambahkan sesuatu kedalam semen yang berintikan mempertahankan pH, tekanan osmotik serta menekan pertumbuhan kuman. Untuk keperluan yang sesuai bagi kebutuhan sperma dipergunakan bahan glukosa, kuning telur, air susu yang mengandung lipoprotein dan lecithin. Sedangkan untuk mempertahankan pH semen dipergunakan sitrat, fosfat dan tris. Untuk menghambat pertumbuhan kuman dipergunakan penisilin, streptomisin, sedangkan untuk pembekuan diperlukan glicerol.

4.2.5. Ovulasi dan fertilisasi

Setelah telur matang maka telur akan diovulasikan oleh ikan betina. Ovulasi itu adalah proses keluarnya sel telur (oosit) yang telah matang dari folikel dan masuk ke dalam rongga ovarium atau rongga perut (Nagahama, 1990).

Pelepasan sel telur terjadi akibat:

1. Telur membesar.
2. Adanya kontraksi aktif dari folikel (bertindak sebagai otot halus) yang menekan sel telur keluar.
3. Daerah tertentu pada folikel melemah, membentuk benjolan

hingga pecah dan terbentuk lubang pelepasan hingga telur keluar.

Enzim yang berperan dalam pemecahan dinding folikel: protease plasmin kemudian diikuti oleh hormon Prostaglandin $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) atau Catecholamin yang merangsang kontraksi aktif dari folikel

Setelah ovulasi kemudian akan diikuti oleh ikan jantan untuk mengeluarkan sperma. Sperma yang tadinya bergerak lambat menjadi bergerak cepat (motilitas tinggi) dikarenakan bersentuhan dengan air. Pergerakan sperma tersebut akan mengarah pada sel telur karena distimulasi oleh adanya Gimnogamon I yang dieksresikan oleh telur. Setelah sperma menempel pada telur, telur akan mengeluarkan Androgamon I untuk menekan motilitas sperma dan Gymnogamon II untuk menggumpalkan sperma.

Berjuta-juta sperma menempel pada sel telur tetapi hanya satu sperma yang bisa masuk melalui micropil. Kepala sperma masuk dan ekornya tertinggal diluar, sebagai sumbat micropile sehingga yang lain tidak bisa masuk. Berjuta-juta sperma yang menempel pada telur disingkirkan oleh telur dengan reaksi kortek. Karena apabila tidak disingkirkan akan mengganggu metabolisme zigot.

Pembuahan sel telur merupakan awal dari perkembangan embrio ikan.

Pembuahan merupakan penggabungan sel telur dengan spermatozoa sehingga membentuk *zygote*. Pembuahan pada ikan umumnya terjadi di luar tubuh, dimana induk betina mengeluarkan telur dan induk jantan mengeluarkan spermatozoa.

Telur yang tidak dibuahi akan mati dan berwarna putih air susu. Menurut Nesler dalam Sumantadinata (1983), suatu substansi yang disebut fertilizing merangsang spermatozoa untuk berenang berusaha mencapai telur. Telur akan mengeluarkan fertilizing pada saat-saat terakhir ketika dilepas dan siap dibuahi.

Pembuahan satu telur hanya membutuhkan satu spermatozoa bagian kepalanya masuk Kedalam telur melalui *mycropyle*, sedangkan bagian ekornya tetap berada tertinggal di luar. Cytoplasma dan chorion merenggang dan semakin tersumbat yang akan segera menutup *mycropyle* untuk menghalangi masuknya spermatozoa lainnya. Sumantadinata (1983) mengatakan, setelah memasuki telur, inti spermatozoa mulai membesar dan chromosomnya mengalami perubahan sehingga memungkinkan untuk berhimpun dengan chromosom dari sel telur fase awal pembelahan.

4.2.6. Aplikasi teknik pemijahan pada ikan budidaya

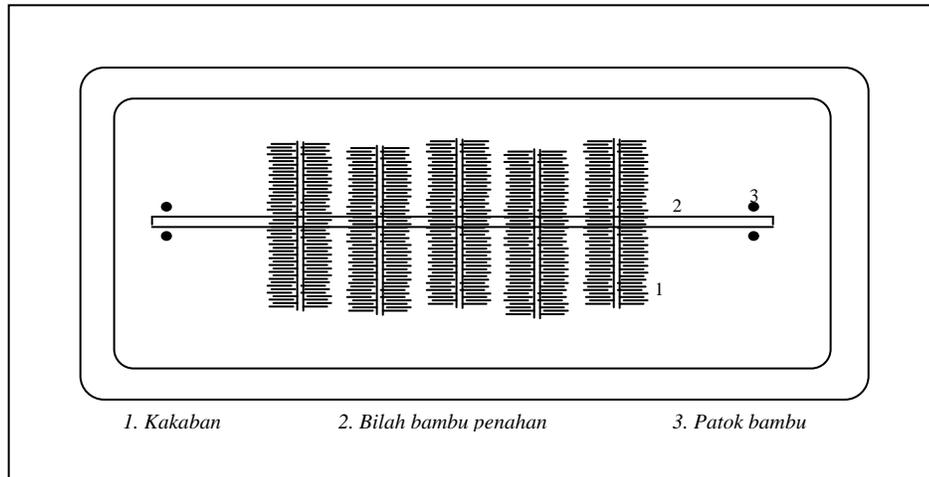
4.2.6.1. Pemijahan ikan Mas

Macam-macam Metode Pemijahan Ikan Mas menurut Sumantadinata

(1983) dapat dilakukan secara alami dan secara buatan. Pemijahan secara alami setiap daerah memiliki ciri khas dalam cara memijahkan ikan Mas. Pemijahan ikan Mas secara alami yang banyak dikenal di masyarakat adalah cara Sunda, Cimindi, Rancapaku, Magek, Kantong, Dubisch dan Hofer.

1. Pemijahan cara Sunda

Pemijahan ikan Mas cara Sunda merupakan cara pemijahan yang banyak digunakan petani, khususnya di Jawa Barat. Cara ini menggunakan kolam pemijahan dan kolam penetasan secara terpisah. Kolam pemijahan dipersiapkan secara khusus, yaitu dengan mengeringkan dasar kolam, membersihkan kolam dari rumput atau sampah, memasang substrat dan mengairi kolam. Pemijahan cara ini menggunakan kakaban sebagai substrat untuk menempelkan telur. Kakaban tersebut dipasang berderet-deret dan terapung 5-10 cm di bawah permukaan air. Induk ikan yang siap dipijahkan dilepaskan secara hati-hati ke dalam kolam pemijahan. Pelepasan induk dilakukan \pm pukul 16.00-17.00. Proses pemijahan biasanya terjadi mulai tengah malam pukul 01.00-06.00 yang ditandai dengan gerakan ikan yang saling berkejaran dan timbulnya bau anyir pada air kolam pemijahan.

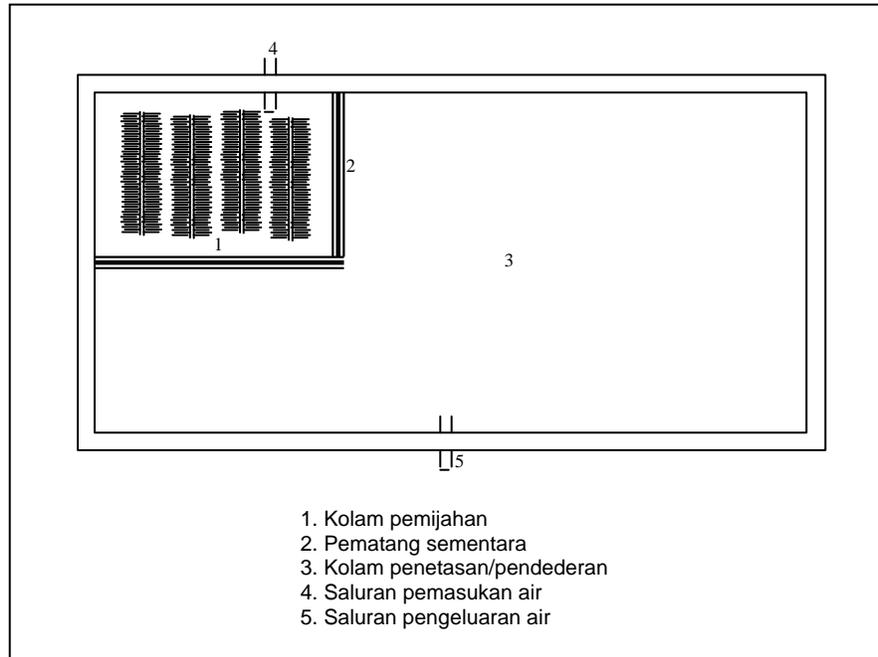


Gambar 4.17. Pemasangan kakaban di kolam pemijahan pada pemijahan cara Sunda (Sumantadinata, 1983).

Sehari setelah induk ikan dilepas pada kolam pemijahan dilakukan pengamatan terhadap kakaban. Kakaban yang telah berisi telur segera diangkat dan dipindahkan ke kolam penetasan. Sebelum kakaban disusun di kolam penetasan, terlebih dahulu dibersihkan dari Lumpur dengan menggoyang-goyangkan secara perlahan di kolam pemijahan. Kakaban tersebut dipasang berderet-deret di kolam penetasan 3-5 cm di bawah permukaan air. Telur akan menetas setelah 36-48 jam pada suhu 28-30°C. Pemijahan cara Sunda menggunakan kolam penetasan sekaligus sebagai kolam pendederan. Persiapan kolam penetasan meliputi pengolahan dasar kolam, pembuatan kamalir, pemupukan, pengapuran dan mengairi. Persiapan kolam tersebut dilakukan beberapa hari sebelum pemijahan induk.

2. Pemijahan cara Cimindi

Persiapan kolam pemijahan cara Sunda dan Cimindi pada dasarnya adalah sama, hanya terdapat perbedaan induk kolam. Pada pemijahan cara Cimindi, kolam pemijahan merupakan bagian dari kolam penetasan dan kolam pendederan. Kolam pemijahan terletak pada salah satu sudut kolam penetasan dengan pematang dari tanah sebagai pembatas sementara. Bila induk ikan telah memijah, kakaban tetap berada di kolam pemijahan, sedangkan induk ikan dibiarkan masuk ke kolam penetasan melalui lubang pematang sementara. Telur ikan pada kakaban ditetaskan pada kolam pemijahan. Setelah benih berumur 7 hari, pematang sementara dibongkar dan benih ikan akan menyebar ke kolam besar. Pada kolam besar ini benih ikan didederkan.



Gambar 4.18. Kolam pemijahan cara Cimindi (Sumantadinata, 1983).

3. Pemijahan cara Rancapaku

Pemijahan cara Rancapaku hampir sama dengan cara Cimindi, yaitu kolam pemijahan merupakan bagian kolam penetasan. Perbedaannya adalah petak pemijahan dengan cara Rancapaku terbuat dari tumpukan batu atau bambu. Penetasan telur dilakukan pada kolam pemijahan. Setelah selesai memijah, induk ikan dipindahkan ke kolam besar atau ke kolam pemeliharaan induk, sedangkan kakaban tetap di kolam pemijahan. Telur ikan Mas akan menetas setelah 36-48 jam pada suhu 28-30°C. anak ikan Mas yang mulai mencari makan akan menyebar ke kolam besar melalui celah tumpukan batu atau bambu.

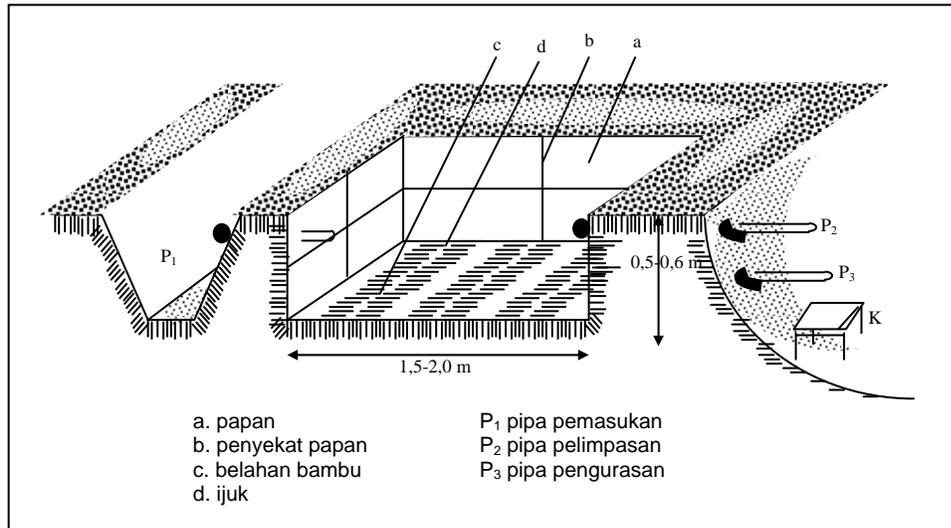
Benih ikan tersebut dipelihara sampai umur 2-3 minggu.

4. Pemijahan cara Magek

Pemijahan ikan Mas di Sumatera Barat dikenal dengan cara Magek. Pemijahan dengan cara ini diperlukan kolam seluas 3-4 m² dengan kedalaman air 0,75 m. dinding kolam tegak lurus diperkuat papan. Dasar kolam ditebari pasir yang telah dicuci bersih dari tanah dan bahan-bahan lain yang berbahaya. Di atas pasir ini dhamparkan ijuk yang dijepit dengan belahan bambu. Setelah induk ikan selesai memijah, ijuk tersebut tetap berada di kolam pemijahan, sedangkan induk ditangkap dan dikembalikan ke kolam induk.

Telur-telur ikan Mas ditetaskan padakolam pemijahan. Benih ikan ditangkap setelah berumur 1 minggu. Pemanenan benih dilakukan dengan mengalirkan air dari dasar kolam dan ditampung

dengan kantong yang terbuat dengan bahan kain halus. Selanjutnya benih tersebut dipindahkan ke wadah lain untuk didederkan atau dipasarkan.



Gambar 4.19. Kolam pemijahan cara Magek (Sumantadinata, 1983).

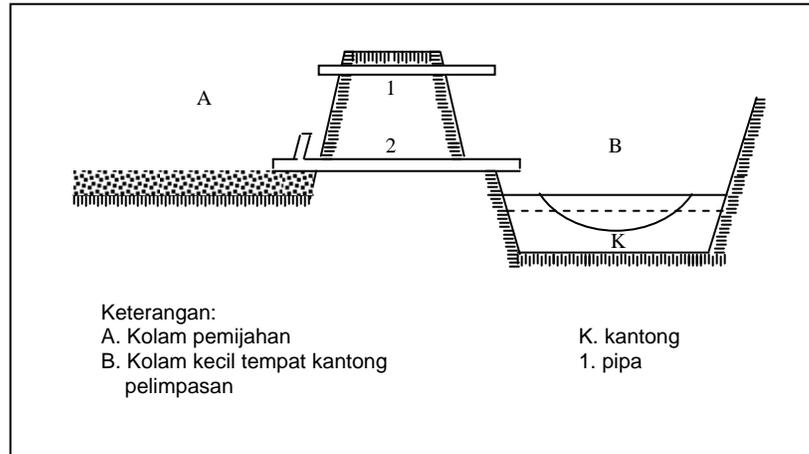
5. Pemijahan cara Kantong

Pada beberapa daerah di Jawa Barat, pemijahan ikan Mas dilakukan dengan cara Kantong. Pemijahan cara Kantong mirip dengan cara Magek. Kolam pemijahan berbentuk segi empat dengan kedalaman air sekialtr 60 cm. Dasar kolam diberi lapisan kerikil dan pasir agar airnya tetap jernih. Bentuk dasar kolam dibuat miring ke arah pengeluaran air untuk memudahkan pengaturan air dalam penangkapan anak ikan. Pemijahan cara Kantong menggunakan rumput sebagai tempat menempelkan telur. Rumput yang digunakan adalah rumput yang tidak mudah busuk

di air. Rumput tersebut disebar di kolam pemijahan, induk yang telah selesai memijah ditangkap dan dikembalikan ke kolam induk, sedangkan telur-telurnya dibiarkan di kolam pemijahan untuk ditetaskan. Kolam pemijahan dialiri air secara perlahan. Telur ikan akan menetas setelah 36-48 jam pada suhu 28-30°C. benih yang berumur 5-7 hari dipungut/panen. Benih –benih ikan akan hanyut bersama air melalui pintu pengeluaran yang dialirkan ke bentangan kain yang direntangkan pada dua buah bambu. Bentangan kain tersebut berupa kantong yang terendam setengah bagian pada genangan

air tenang. Selanjutnya benih-benih yang ditampung pada kain

tersebut dikumpulkan dan didederkan di sawah/kolam.

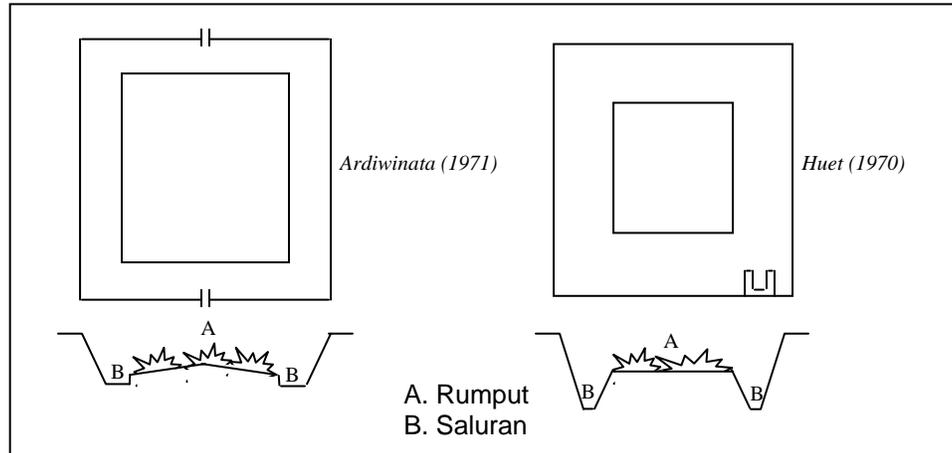


Gambar 4.20. Kolam pemijahan cara Kantong (Sumantadinata, 1983).

6. Pemijahan cara Dubisch dan Hofer

Pemijahan ikan cara Dubisch dan Hofer menggunakan rumput sebagai tempat meletakkan telur. Dubisch adalah seorang ahli perikanan berasal dari Jerman. Oleh sebab itu cara pemijahan ikan yang diperkenalkan Dubisch disebut cara Dubisch. Cara ini banyak digunakan di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Kolam pemijahan cara Dubisch berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran 8 x 8 atau 10 x 10 meter. Kedalaman air kolam pemijahan adalah 30 cm. Pada bagian tengah dasar kolam lebih tinggi daripada bagian tepi/sisi kolam. Pada dasar kolam sekeliling petakan terdapat saluran keliling dengan lebar 60 cm dan kedalaman 30-40 cm. Saluran keliling berfungsi untuk memudahkan penangkapan induk setelah selesai memijah.

Ketinggian air kolam adalah 10 cm di atas pucuk rumput. Bagian tengah dasar kolam miring ke arah saluran pengeluaran air dan ditanami rumput yang tahan tergenang air. Dasar tengah yang miring memudahkan turunnya air dalam pemanenan benih ikan. Induk ikan yang selesai memijah ditangkap dan dipindahkan ke kolam pemeliharaan induk, sedangkan telur dibiarkan untuk ditetaskan.

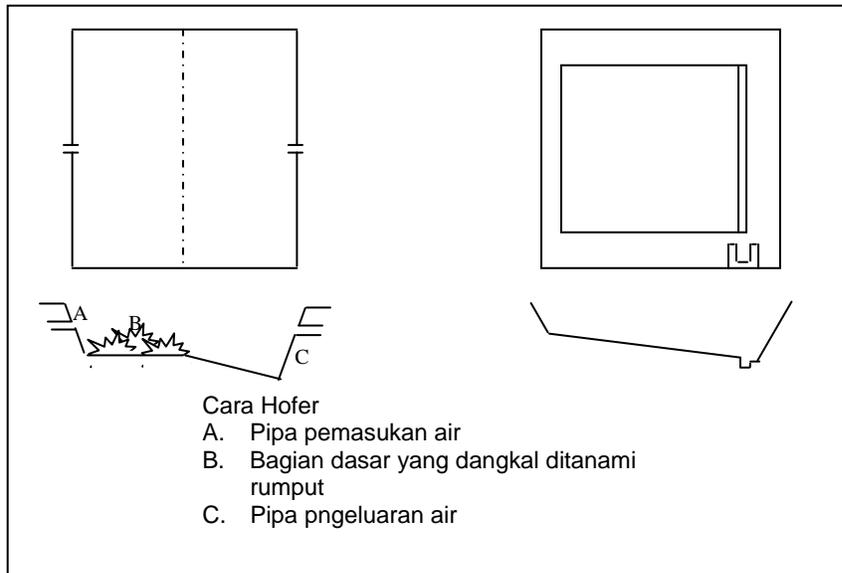


Gambar 4.21. Kolam pemijahan cara Dubisch (Sumantadinata, 1983)

Hofer seorang ahli perikanan melihat beberapa kelemahan/kekurangan pemijahan cara Dubisch. Kelemahan tersebut terletak pada dasar kolam yang dapat menimbulkan stress bagi induk ikan. Hal ini disebabkan adanya perubahan drastic antara bentuk saluran dengan bentuk pelataran (bagian tengah kolam) yang ditumbuhi rumput tempat memijah. Induk ikan istirahat di saluran merasa tempat/kolam tersebut kecil, tidak ada rumput dan gelap, tetapi setelah keluar dari saluran menuju bagian tengah kolam yang ditumbuhi rumput dan terang menyebabkan induk agak ketakutan. Masa takut dan

stress ini mengurangi keinginan ikan untuk memijah.

Berdasarkan kelemahan tersebut, Hofer memodifikasi dasar kolam pemijahan cara Dubisch. Pada kolam pemijahan cara Hofer tidak terdapat saluran keliling kolam, tetapi seluruh petakan kolam dibagi menjadi dua bagian, yaitu setengah bagian yang dangkal dan setengah bagian lebih dalam. Bagian yang dangkal ditanami rumput sebagai tempat menempelkan telur, sedangkan bagian lebih dalam digunakan untuk berkumpulnya benih ikan. Mas sehingga memudahkan pemungutan benih ikan.



Gambar 4.22. Kolam pemijahan cara Hofer (Sumantadinata, 1983)

Pelepasan induk ke kolam pemijahan dilakukan dengan hati-hati. Hindari induk terkena benturan. Perbandingan induk jantan dan betina adalah 1 : 1 dalam satuan berat 3 : 1 dalam satuan ekor.

Pemilihan sistem pemijahan ini bergantung kepada skala usaha yang dilakukan. Pada pemijahan ikan secara alami, pemilihan induk yang matang kelamin harus tepat dan benar. Dalam pemijahan ikan Mas secara alami dan semi buatan dibutuhkan media/substrat pemijahan yang disebut dengan kakaban. Kakaban ini adalah tempat meletakkan telur ikan Mas yang terbuat dari ijuk pohon enau. Kakaban ini biasanya berukuran panjang 1-1,5 m dengan lebar sekitar 0,5 m. Ijuk yang digunakan sebagai bahan pembuat kakaban ini harus dibersihkan dengan membuang serat-serat yang kasar dan disisir

dengan sikat kawat. Jumlah kakaban yang diletakkan pada kolam pemijahan tergantung pada jumlah induk yang dipijahkan. Untuk memijahkan satu pasang induk jumlah kakaban yang dibutuhkan adalah 5-8 buah. Satu pasang induk ikan Mas adalah perbandingan jumlah induk jantan dan betina yang akan dipijahkan berdasarkan bobot badan 1 : 1, sedangkan berdasarkan jumlah ikan adalah 2 : 1 atau 3 : 1.

Sebelum ikan Mas jantan dan betina dipijahkan sebaiknya induk ikan tersebut diberok terlebih dahulu di dalam kolam pemberokan selama 1-2 hari dan dipisahkan antara jantan dan betina. Selama dalam pemberokan, induk ikan ini tidak diberi pakan, oleh karena itu kondisi kualitas air kolam pemberokan harus optimal.

Pemberokan ikan Mas ini bertujuan untuk :

1. Mengurangi lemak pada daerah kantong pembungkus telur (ovarium), karena lemak yang terlalu banyak dapat mengganggu kelancaran pelepasan telur.
2. Memisahkan induk jantan dan betina untuk menahan sementara keinginan memijah sehingga pada saat pemijahan di kolam pemijahan kedua induk ikan saling tertarik untuk memijah.

Pemijahan ikan Mas secara buatan biasanya dilakukan oleh para petani ikan yang membutuhkan ketersediaan benih yang kontinu dalam jumlah dan mutu. Pemijahan secara buatan ini dilakukan dengan memberikan suntikan hormon kepada induk ikan Mas jantan dan betina agar cepat mengalami kematangan gonad. Setelah dilakukan penyuntikan hormon, induk ikan Mas jantan dan betina akan di *stripping*, yaitu dilakukan pengurutan agar telur dan sperma keluar dari tubuh induk ikan Mas dan dilakukan pembuahan ikan Mas secara buatan. Hormon yang digunakan antara lain adalah ovaprim, pregnil, HCG atau kelenjar hipofisa ikan Mas itu sendiri.

Ikan Mas jantan dan betina siap memijah dan matang gonad dimasukkan ke dalam kolam pemijahan. Jumlah induk yang ditebar bergantung pada luas ukuran kolam pemijahan. Ikan Mas akan meletakkan telur pada kakaban. Kakaban yang berisi telur ikan Mas selanjutnya dipindahkan ke kolam pemeliharaan larva/benih. Hal ini jika pemijahan dilakukan alami dan semi intensif. Jika pemijahan ikan Mas dilakukan secara buatan, maka telur

ikan Mas yang telah dicampur sperma ditebar ke dalam akuarium dan dipelihara sampai menetas dan berumur 2-4 minggu.

4.2.6.2. Pemijahan Ikan Lele

1. Persiapan wadah dan substrat (kakaban)

Persiapan bak pemijahan dilakukan sebelum dilakukan pemijahan. Untuk setiap pasang induk yang beratnya antara 0,5 – 1 kg diperlukan satu buah bak pemijahan dengan ukuran 1 x 2 x 0,5 meter atau 1 x 1 x 0,5 meter. Sebelum kolam atau bak digunakan, bak dicuci bersih agar kotoran-kotoran dan lumut yang menempel terlepas dan dasar bak menjadi bersih dan benih lele terhindar dari serangan penyakit.

Selanjutnya bak diisi air bersih setinggi 30 – 40 cm. Sebagai tempat atau media menempelnya telur, di dasar bak dipasang kakaban yang terbuat dari ijuk. Ukuran kakaban disesuaikan dengan ukuran bak pemijahan. Namun, ukuran yang biasa digunakan panjangnya 75 – 100 cm dan lebarnya 30 – 40 cm. Sebagai patokan, untuk 1 pasang induk lele dumbo dengan berat induk betina 500 gram, dibutuhkan kakaban sebanyak 3 – 4 buah. Jika kurang, dikhawatirkan telur yang dikeluarkan ketika pemijahan tidak tertampung seluruhnya atau menumpuk di kakaban, sehingga mudah membusuk dan tidak menetas. Kakaban harus menutupi seluruh permukaan dasar bak pemijahan, sehingga semua telur lele dumbo tertampung di kakaban.

Bagian atas bak pemijahan di tutup dengan seng atau triplek atau anyaman bambu untuk mencegah induk lele dumbo yang sedang dipijahkan meloncat keluar.

2. Pemilihan induk siap pijah

Tidak semua induk yang dipelihara dapat dipijahkan. Hal ini disebabkan belum tentu semua induk telah matang kelamin dan siap dipijahkan. Sebelum dipijahkan, induk dipilih yang sesuai dengan persyaratan. Salah satu persyaratan yang mutlak adalah induk telah berumur 1 tahun, baik jantan maupun betina. Pemilihan induk dilakukan dengan cara mengeringkan kolam induk, baik kolam induk jantan maupun betina, sehingga induk – induk ikan lele dumbo akan terkumpul. Selanjutnya induk – induk tersebut ditangkap dengan menggunakan seser atau serokan dan ditampung dalam wadah seperti tong plastik.

3. Penyuntikan hormon

Untuk merangsang induk lele dumbo agar memijah sesuai dengan yang diharapkan, sebelumnya induk harus disuntik menggunakan zat perangsang berupa kelenjar hipofisa atau HCG (*Human Chorionic Gonadotropine*) atau ovaprim. Kelenjar hipofisa dapat diambil dari donor ikan lele dumbo yang telah matang kelamin dan telah berumur minimal 1 tahun. Penyuntikan menggunakan kelenjar hipofisa cukup dengan 1 dosis. Artinya, ikan donor yang akan diambil kelenjar hipofisanya, beratnya sama dengan

ikan induk lele dumbo yang akan disuntik. Namun, jika menggunakan ovaprim, penyuntikan cukup dilakukan satu kali dengan dosis untuk induk betina 0,2 ml dan untuk induk jantan sebanyak 0,1 ml. Sebagai bahan pelarut digunakan air untuk injeksi berupa aquabidest sebanyak 0,3 – 0,4 ml. Penyuntikan dapat dilakukan pada 3 tempat, yaitu pada otot punggung, batang ekor dan sirip perut. Akan tetapi pada umumnya dilakukan pada otot punggung dengan kemiringan alat suntik 45°.

4. Pemijahan

Induk lele dumbo yang telah disuntik selanjutnya dipijahkan secara alami, atau dipijahkan secara buatan. Jika akan dilakukan secara semi buatan, setelah induk ikan lele disuntik dengan hormon maka induk tersebut dimasukan ke dalam bak pemijahan yang telah disiapkan. Induk akan memijah setelah 8 – 12 jam dari penyuntikan. Selama proses pemijahan berlangsung dilakukan pengontrolan agar induk yang sedang memijah tidak melompat keluar tempat pemijahan.

Pemijahan ikan lele dapat dilakukan secara alami, semi buatan dan buatan (*induced breeding*). Pemijahan ikan lele secara alami dapat dilakukan dengan memijahkan induk jantan dan betina tanpa perlakuan khusus. Induk ikan lele memijah berdasarkan kondisi alam dan ikan itu sendiri. Kelemahan pemijahan secara alami adalah pemijahan induk belum dapat

diperkirakan waktunya sehingga ketersediaan telur juga belum dapat di perkirakan. Pemijahan secara semi buatan adalah pemijahan dengan cara memberi perlakuan khusus yaitu dengan menyuntik induk ikan menggunakan hormon. Hormon yang digunakan adalah hormon sintetis atau hormon hypofisa. Jika Induk disuntik menggunakan hormon sintetis (Ovaprim) dapat dilakukan dengan dosis 0,1-0,2 ml di tambah aquabides sebanyak 1-2 ml. Pemijahan secara semi buatan induk jantan dan betina disuntik. Induk yang telah disuntik dimasukkan kedalam kolam/bak pemijahan. Pemijahan secara buatan yaitu dengan menyuntikan hormon gonadotropin kedalam tubuh induk betina. Untuk mendapatkan hormon ini ada yang sudah dalam bentuk cairan hormon siap pakai, ada pula yang harus di ekstrak dari kelenjar horman ikan tertentu.

Pada ikan lele yang akan dilakukan pemijahan secara buatan maka pengambilan sperma dilakukan dengan pembedahan perut induk jantan. Selanjutnya sperma diambil dan dibersihkan dari darah dengan menggunakan tissue. Kelenjar sperma dipotong-potong dengan menggunakan gunting kemudian ditekan secara halus untuk mengeluarkan sel sperma dari kelenjar sperma tersebut, lalu diencerkan di dalam larutan sodium clorida 0.9 % dalam mangkuk plastik yang bersih.

Pengurutan induk betina dilakukan dengan hati-hati agar induk tersebut tidak terluka. Telur induk betina

tersebut ditampung dalam baki dan pada waktu yang bersamaan sperma yang telah disiapkan sebelumnya dicampur dengan telur. Telur dan sperma diaduk menggunakan bulu ayam. Setelah telur dan sperma tercampur merata, lalu ditambah air sampai semua telur terendam dan biarkan beberapa menit agar semua telur terbuahi oleh sperma. Air rendaman yang berwarna putih selanjutnya di buang,

Telur yang telah dibuahi disebarakan kepermukaan substrat "kakaban" dan direndam dalam bak sampai menetas. Untuk mencegah infeksi pada induk, maka setelah dilakukan pengurutan induk ikan ditreatment dengan cara direndam dalam larutan formalin 50 – 150 ppm selama 3 jam, kemudian induk ikan di lepas ke dalam bak fiber penampungan induk yang sudah disediakan.

4.2.6.3. Pemijahan ikan nila

Ikan Nila dapat berkembang biak secara optimal pada suhu 20 - 30 derajat celsius. Pada umumnya nila bersifat mengerami telurnya di dalam mulut sampai menetas kurang lebih 4 hari dan mengasuh larvanya \pm 14 hari sampai larva dapat berenang bebas diperairan, mengerami telur dan mengasuh larva dilakukan oleh induk betina. Nila dapat dipijahkan setelah mencapai berat 100 gr/ekor. Secara alami nila memijah pada sarang yang dibuat oleh ikan jantan di dasar kolam, sehingga diperlukan dasar kolam yang berlumpur. Untuk menjaga induk hidup optimal, maka parameter kualitas air dipertahankan dalam kondisi yang layak bagi

kehidupan induk, terutama kandungan oksigen terlarut (> 5 ppm) dan suhu tidak berfluktuasi. Padat penebaran induk tergantung dari ukuran induk dan sistem pemijahan yang dilakukan. Selama proses pemijahan air kolam harus tetap berganti, dengan cara mengalirkan air pemasukan ke kolam secara kontinu melalui pipa yang ada saringannya. Air dijatuhkan ke permukaan kolam agar terjadi percikan air untuk proses difusi oksigen.

Pemijahan ikan nila dengan menggunakan hapa (kantung jaring dengan mata jaring yang lembut lebih kecil dari ukuran larva) hanya pada ikan nila yang sudah diadaptasi pada kondisi tersebut. Kantung jaring dapat digunakan beberapa bulan saja paling lama 6 bulan, karena mata jaring mudah sekali tertutup baik oleh lumpur maupun organisme yang menempel pada jaring sehingga dapat mengganggu sirkulasi air.

Pemijahan ikan nila berdasarkan pengelolaannya dibedakan beberapa sistem antara lain:

1. Pemijahan Secara Tradisional/Alami

Pemijahan secara alami dapat dilakukan di kolam. Ikan nila membutuhkan sarang dalam proses pemijahan. Sarang di buat di dasar kolam oleh induk jantan untuk memikat induk betina tempat bercumbu dan memijah, sekaligus merupakan wilayah teritorialnya yang tidak boleh diganggu oleh pasangan

lain. Kegiatan pemijahan alami meliputi antara lain;

Persiapan Kolam

Kolam pemijahan luasnya harus disesuaikan dengan jumlah induk yang akan dipijahkan. Perbandingan jantan dan betina adalah 1 : 3 ukuran 250 - 500 gr perekor. Dengan padat penebaran 1 ekor/m². Hal ini berdasarkan sifat ikan jantan yang membuat sarang berbentuk kobakan didasar kolam dengan diameter kira-kira 50 cm dan akan mempertahankan kobakan tersebut dari ikan jantan lainnya. Kobakan tersebut akan digunakan ikan jantan untuk memikat ikan betina dalam pemijahan. Oleh karena itu jumlah ikan jantan setiap luasan kolam tergantung pada berapa banyak kemungkinan kobakan yang dapat dibuat oleh ikan jantan pada dasar kolam tersebut. Biasanya jarak antara kobakan satu dengan yang lainnya kira-kira 25 cm. Bila areal/kolam mempunyai luasan 100 m² (1000 x 1000 cm²), maka satu baris panjang didapat 1000:100 cm = 10 dan satu baris lebar 1000:100 = 10, jadi banyaknya kobakan 10 x 10 = 100 atau banyaknya ikan jantan adalah 100 ekor. Sedangkan yang betina adalah 3 x 100 = 300 ekor. Induk betina yang lebih banyak 3 x jantan adalah agar mudah memberi kesempatan pada jantan untuk dapat menemukan betina yang matang gonad. Dinding kolam diupayakan kokoh dan tidak ada yang bocor agar mampu menahan air kolam. Kedalam air kolam 70 cm. Dasar kolam dilakukan pengolahan, pembuatan kemalir, pemupukan dan pengapuran. Kegiatan ini

dimaksudkan untuk menciptakan suasana dasar kolam berlumpur untuk pembuatan sarang dan meningkatkan kesuburannya agar cukup tersedia pakan alami untuk konsumsi induk dan larva hasil pemijahan.

Pengapuran dilakukan untuk mengendalikan hama, penyakit dan parasit larva ikan serta meningkatkan pH dasar kolam. Dosis pengapuran untuk menetralkan berbagai tingkatan pH dan jenis tekstur tanah dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Dosis Pengapuran untuk Menetralkan dari Berbagai Jenis Tekstur Tanah dan pH Awal yang Berbeda

NO	pH Awal	Kebutuhan Kapur CaCO ₃ (kg/Ha)		
		Lempung berliat	Lempung berpasir	Pasir
1	< 4,0	14.320	7.160	4.475
2	4,0 - 4,5	10.740	5.370	4.475
3	4,6 - 5,0	8.950	4.975	3.580
4	5,1 - 5,5	5.370	3.580	1.790
5	5,6 - 6,0	3.580	1.790	895
6	6,1 - 6,5	1.790	1.790	0

Pemupukan dapat diberikan pupuk kandang, pupuk hijau dan pupuk buatan atau kombinasi dari ketiga macam pupuk tersebut.

Jenis pupuk yang biasa digunakan terdiri dari :

- Kotoran ternak besar (sapi, kerbau, kuda dll) dengan dosis 1500 kg/ha atau kotoran ayam sebanyak 600- 1200 kg/ha
- TSP dosis 100 kg/ha
- Urea dosis 150 kg/ha

Dosis tersebut tidak mutlak , tetapi bisa disesuaikan dengan tingkat kesuburan tanah kolam perairan. Cara pemberian pupuk kandang bisa dionggokan dibebberapa tepi kolam. Sedang untuk pupuk anorganik disebarkan pada dasar kolam. Agar kolam bisa menjadi subur lagi bisa ditambah dengan pupuk hijau, misalnya daun orok-orok, daun

lamtoro dan lain- lain. Selanjutnya kolam diairi ± 70 cm. Pemupukan susulan dapat diberikan 2 minggu kemudian dengan cara memasukan pupuk kandang/hijau ke dalam karung plastik yang diberi lubang secara merata dan direndam di dekat pintu pemasukan air kolam. Cara ini akan memberikan pengaruh penguraian pupuk secara bertahap dan terus menerus sehingga pertumbuhan pakan alami dapat stabil dan tidak terjadi *blooming plankton* yang merugikan.

Pengairan

Selama proses pemijahan ikan membutuhkan suasana parameter kualitas air yang sesuai yaitu oksigen terlarut > 5 ppm, pH > 5, suhu 20 - 30 °C dan NH₃ < 1 ppm. Untuk

menciptakan kondisi seperti tersebut, pengairan kolam harus dilakukan dengan pengaturan yang baik. Air pemasukan terus menerus dialirkan dengan debit 2 - 5 liter/ menit untuk luasan kolam 200 m².

Pemberian pakan

Meskipun kolam telah di pupuk dan tumbuh subur pakan alami, pemberian pakan tambahan mutlak di perlukan. Pemberian pakan tambahan dimaksudkan untuk menjaga stabilitas produktifitas induk karena selama masa inkubasi telur 3-4 hari induk berpuasa sehingga pada proses pemijahan harus cukup cadangan energi dari pakan ikan. Pakan tambahan dapat berbentuk dedak, bungkil kedelai, bungkil kacang atau pellet. Pellet dapat diberikan 3 - 6 % per hari dari bobot induk. Selama proses pemijahan ± 7 hari dan pasca inkubasi telur yaitu setelah hari ke 8 - 12.

2. Pemijahan secara intensif

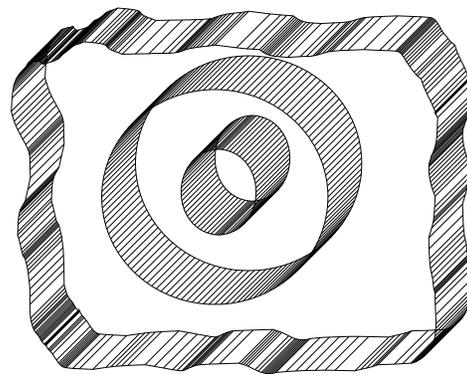
Dari sifat perilaku ikan nila maka untuk meningkatkan hasil dan produktifitas induk ikan nila di dalam menghasilkan larva, pemijahan ikan dapat dilakukan dengan melakukan manipulasi lingkungan yang sesuai dengan sifat memijah ikan. Pemijahan secara buatan dapat dilakukan dengan dua cara :

Pemijahan Intensif Yang Sepenuhnya Dilakukan Di Kolam

Metoda ini dilakukan pada kolam yang didesain sedemikian rupa

sehingga setelah pemijahan selesai dapat dipisahkan antara induk jantan, induk betina dan larva ikan dalam kolam yang berbeda, dengan demikian pemanenan larva relatif mudah dilakukan dan induk akan lebih produktif karena tidak sering terganggu yang dapat menimbulkan stres dan kematian pada induk. Desain kolam pemijahan dapat dilihat pada Gambar .

- **Persiapan kolam**
Kolam pemijahan dibuat dari pagar bambu yang bersekat-sekat antara kolam jantan, kolam betina dan kolam larva (gambar.1). Kolam induk jantan (lingkaran I) hanya dapat dimasuki ikan betina yang berukuran lebih kecil dari ikan jantan, kolam induk betina (lingkaran II) hanya dapat dilalui larva sedang induk betina tidak dapat keluar dari sekat, dan kolam larva (III) untuk menangkap larva yang dihasilkan. Pengolahan dasar kolam dilakukan seperti pada persiapan kolam pemijahan alami.



Gambar 4.23. Diagram susunan kolam pemijahan bersekat

- **Proses pemijahan**

Apabila konstruksi kolam berbentuk lingkaran dengan diameter kolam I adalah 4 meter dan kolam II adalah 10 meter, serta luas kolam III adalah 44 meter persegi, maka padat penebaran induk adalah antara 250 -300 ekor induk betina bobot \pm 250 gr/ekor dan 40 ekor jantan bobot $>$ 500 gr/ekor. Induk-induk ikan pada saat pemijahan menempati kolam I. Setelah proses pemijahan berlangsung dan telur telah menetas, induk betina akan keluar dari kolam I ke kolam II untuk mengasuh anaknya. Di kolam II ini larva tumbuh sampai ukuran \pm 1 cm, selanjutnya larva akan masuk ke kolam III, sedangkan induk betina tetap pada kolam II karena ada sekat. Kolam III hanya dapat di masuki oleh larva dari kolam II ke kolam III, larva akan terusir dari kolam II, karena terganggu oleh induk betina yang ada.

- **Pemeliharaan**
Pemeliharaan induk dilakukan dengan pemberian pakan tambahan 3 - 6 % perhari dari bobot ikan. Pemberian pakan dilakukan sesuai yang dibutuhkan oleh induk dan larva.

Pemijahan Dilakukan Di Hapa, Penetasan Telur Dilakukan Pada Corong Tetas

Induk yang sudah siap dipijahkan (matang gonad) di masukkan ke dalam hapa pemijahan dan dipelihara dengan memberikan pakan tambahan serta pengaturan air yang baik sampai hari ke 7.

Pengambilan telur dilakukan pada hari ke 8 - 10 dengan cara mengumpulkan induk-induk pada satu sudut hapa untuk memperkecil ruang gerak induk dan memudahkan penangkapan. Induk betina di tangkap satu persatu di pegang bagian kepala, mulut di buka dan di goyang-goyang di dalam air atau dialiri air yang bagian bawahnya sudah dipasang lambit/seser halus. Telur yang ada pada mulut induk nila akan keluar dan tertampung di lambit dan selanjutnya di tampung pada wadah (ember/baki) untuk di bawa ke tempat penetasan. Setelah selesai pengambilan telur, induk dipelihara di kolam secara terpisah antara jantan dan betina dan setelah \pm 14 hari sudah dapat dipijahkan kembali. Setelah pemijahan induk jantan dan induk betina di ambil dan di pelihara pada kolam induk yang berbeda, untuk persiapan pemijahan berikutnya.

4.3 Penetasan telur

Setelah induk ikan melakukan pemijahan maka sel telur dan sel sperma akan bertemu dan mengalami proses pembuahan (fertilisasi) yang akan membentuk zygot. Oleh karena itu pembuahan ini merupakan proses peleburan antara sel telur dan sel sperma untuk membentuk zygot. Pembuahan terjadi ditandai dengan masuknya spermatozoa ke dalam telur lewat micropyle. Tiap sel sperma cukup untuk membuahi satu butir telur. Pada saat pembuahan spermatozoa masuk yaitu hanya kepalanya saja sedangkan ekornya tinggal di luar,

cytoplasma dan chorion merenggang dan semacam sumbat segera menutup micropyle untuk menghalangi masuknya spermatozoa lain. Pengerasan chorion disebabkan oleh enzim pengeras yang terdapat pada bagian dalam lapisan chorion. Pengerasan chorion berguna untuk melindungi embrio yang masih sangat sensitif. Setelah membentuk zygot maka setiap individu akan mengalami proses embriogenesis sebelum menetas. Untuk memahami tentang proses penetasan telur maka harus dipahami proses tentang embryogenesis.

4.3.1. Perkembangan embrio

Perkembangan embrio dimulai dari pembelahan zygote (cleavage), stadia morula (morulasi), stadia blastula (blastulasi), stadia gastrula (gastrulasi) dan stadia organogenesis.

Stadia Cleavage

Cleavage adalah pembelahan zygote secara cepat menjadi unit-unit yang lebih kecil yang disebut blastomer. Stadium cleavage merupakan rangkaian mitosis yang berlangsung berturut-turut segera setelah terjadi pembuahan yang menghasilkan morula dan blastomer.

Stadia morula

Morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah

menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil. Sel tersebut memadat untuk menjadi blastodisk kecil yang membentuk dua lapisan sel. Pada saat ini ukuran sel mulai beragam. Sel membelah secara melintang dan mulai membentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub animal. Stadia morula berakhir apabila pembelahan sel sudah menghasilkan blastomer. Blastomer kemudian memadat menjadi blastodisk kecil membentuk dua lapis sel. Pada akhir pembelahan akan dihasilkan dua kelompok sel. Pertama kelompok sel-sel utama (blastoderm), yang meliputi sel-sel formatik atau gumpalan sel-sel dalam (inner mass cells), fungsinya adalah membentuk tubuh embrio. Kedua adalah kelompok sel-sel pelengkap, yang meliputi trophoblast, periblast, auxilliary cells, fungsinya adalah melindungi dan menghubungkan antara embrio dengan induk atau lingkungan luar. Kelompok sel-sel yang terdiri dari jaringan embrio (blastoderm) dan jaringan periblast, pada ikan, reptil dan burung disebut cakram kecambah (germinal disc).

Stadia blastula

Blastulasi adalah proses yang menghasilkan blastula yaitu campuran sel-sel blastoderm yang membentuk rongga penuh cairan sebagai blastocoel. Pada akhir blastulasi, sel-sel blastoderm akan terdiri dari neural, epidermal, notochordal, meso-dermal, dan endodermal yang merupakan bakal pembentuk organ-organ. dicirikan

dua lapisan yang sangat nyata dari sel-sel datar membentuk blastocoel dan blastodisk berada di lubang vegetal berpindah menutupi sebagian besar kuning telur. Pada blastula sudah terdapat daerah yang berdiferensiasi membentuk organ-organ tertentu seperti sel saluran pencernaan, notochorda, syaraf, epiderm, ektoderm, mesoderm dan endoderm.

Stadia gastrula

Gastrulasi adalah proses perkembangan embrio, dimana sel bakal organ yang telah terbentuk pada stadia blastula mengalami perkembangan lebih lanjut. Proses perkembangan sel bakal organ ada dua, yaitu epiboli dan emboli. Epiboli adalah proses pertumbuhan sel yang bergerak ke arah depan, belakang dan kesamping dari sumbu embrio dan akan membentuk epidermal, sedangkan emboli adalah proses pertumbuhan sel yang bergerak ke arah dalam terutama diujung sumbu embrio.

Stadia gastrula ini merupakan proses pembentukan ketiga daun kecambah yaitu ektoderm, mesoderm dan endoderm. Pada proses gastrula ini terjadi perpindahan ektoderm, mesoderm, endoderm dan notochord menuju tempat yang definitif. Pada periode ini erat hubungannya dengan proses pembentukan susunan syaraf. Gastrulasi berakhir pada saat kuning telur telah tertutupi oleh lapisan sel. Dan beberapa jaringan mesoderm yang berada disepanjang kedua sisi

notochord disusun menjadi segmen-segmen yang disebut somit yaitu ruas yang terdapat pada embrio.

Stadia organogenesis

Organogenesis merupakan stadia terakhir dari proses perkembangan embrio. Stadia ini merupakan proses pembentukan organ-organ tubuh makhluk hidup yang sedang berkembang. Dalam proses organogenesis terbentuk berturut-turut bakal organ yaitu syaraf, notochorda, mata, somit, rongga kuffer, kantong alfaktori, rongga ginjal, usus, tulang subnotochord, linea lateralis, jantung, aorta, insang, infundibulum dan lipatan-lipatan sirip. Sistem organ-organ tubuh berasal dari tiga buah daun kecambah, yaitu ektodermal, endodermal dan mesodermal. Pada ektodermal akan membentuk organ-organ susunan (sistem) saraf dan epidermis kulit. Endodermal akan membentuk saluran pencernaan beserta kelenjar-kelenjar pencernaan dan alat pernafasan, dan mesodermal akan membentuk rangka, otot, alat-alat peredaran darah, alat ekskresi, alat-alat reproduksi dan korium (chorium) kulit. Jika proses organogenesis ini telah sempurna maka akan dilanjutkan dengan proses penetasan telur.

4.3.2. Proses penetasan telur

Penetasan adalah perubahan intracapsular (tempat yang terbatas) ke fase kehidupan (tempat luas), hal

ini penting dalam perubahan-perubahan morfologi hewan. Penetasan merupakan saat terakhir masa pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embrio keluar dari cangkangnya.

Penetasan terjadi karena 1) kerja mekanik, oleh karena embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya, atau karena embrio telah lebih panjang dari lingkungan dalam cangkangnya (Lagler et al. 1962). Dengan pergerakan-pergerakan tersebut bagian telur lembek dan tipis akan pecah sehingga embrio akan keluar dari cangkangnya. 2) Kerja enzimatik, yaitu enzim dan zat kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah pharink embrio. Enzim ini disebut chorionase yang kerjanya bersifat mereduksi chorion yang terdiri dari pseudokeratine menjadi lembek. Sehingga pada bagian cangkang yang tipis dan terkena chorionase akan pecah dan ekor embrio keluar dari cangkang kemudian diikuti tubuh dan kepalanya.

Semakin aktif embrio bergerak akan semakin cepat penetasan terjadi. Aktifitas embrio dan pembentukan chorionase dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar. Faktor dalam antara lain hormon dan volume kuning telur. Hormon tersebut adalah hormon yang dihasilkan kelenjar hipofisa dan tyroid sebagai hormon metamorfosa, sedang volume kuning telur berhubungan dengan energi perkembangan embrio. Sedangkan

faktor luar yang berpengaruh adalah suhu, oksigen, pH salinitas dan intensitas cahaya.

Penetasan telur terjadi bila embrio telah menjadi lebih panjang dari pada lingkaran kuning dan telah terbentuk sirip ekor. Penetasan terjadi dengan cara pelunakan chorion oleh suatu enzim atau substansi kimia lainnya hasil sekresi kelenjar ekstoderm. Selain itu penetasan juga disebabkan oleh gerakan-gerakan larva akibat peningkatan suhu, intensitas cahaya dan pengurangan tekanan oksigen.

4.3.3. Aplikasi Penetasan Telur ikan

Penetasan telur pada ikan budidaya dapat dilakukan dengan berbagai wadah. Wadah penetasan telur ikan dapat digunakan antara lain adalah akuarium, kolam, bak atau fiber glass. Wadah yang di gunakan harus bersih. Sebelum penetasan telur, air wadah penetasan di sanitasi menggunakan methalyne blue (MB). Jika penetasan telur dilakukan di kolam harus menggunakan hapa. Hapa yang digunakan dengan mata jaring 1 mm atau lebih kecil dari butiran telur. Air pada wadah penetasan harus mengalir terus menerus. Salah satu sumber oksigen terlarut di dalam wadah penetasan berasal dari difusi air langsung dengan udara. Kadar oksigen terlarut di dalam wadah adalah 6 - 8 ppm.

Pada ikan lele biasanya telurnya dilekatkan pada substrat. Telur yang telah menempel pada kakaban dapat ditetaskan dalam wadah budidaya

disesuaikan dengan sistem budidaya yang akan diaplikasikan. Selama penetasan telur, air dialirkan terus menerus. Seluruh telur yang akan ditetaskan harus terendam air, kakaban yang penuh dengan telur diletakan terbalik sehingga telur menghadap ke dasar bak. Dengan demikian telur akan terendam air seluruhnya. Telur yang telah dibuahi berwarna kuning cerah kecoklatan, sedangkan telur yang tidak dibuahi berwarna putih pucat. Di dalam proses penetasan telur diperlukan suplai oksigen yang cukup. Untuk memenuhi kebutuhan akan oksigen terlarut dalam air, setiap bak penetasan di pasang aerasi. Telur akan menetas tergantung dari suhu air wadah penetasan dan suhu udara. Jika suhu semakin panas, telur akan menetas semakin cepat. Begitu juga sebaliknya, jika suhu rendah, penetasannya semakin lama.

Telur ikan lele akan menetas berkisar antara 24-57 jam dari pembuahan. Selama penetasan telur harus selalu dicek, telur yang sehat berwarna hijau kecoklatan, bila ada telur yang berwarna putih harus segera dibuang untuk menghindari berkembangnya jamur. Perkembangan stadia embrio pada ikan lele telah diamati oleh Volkaert *et al* (1994) yang melakukan pengamatan pada suhu penetasan telur yang optimal adalah 28°C (Tabel 4.7). Telur ikan lele (*African catfish*) akan menetas setelah 24 jam dengan derajat penetasan 80–100%.

Tabel 4.7. Perkembangan stadia embrio ikan lele pada suhu 28°C

Waktu (jam)	Stadia embrionik
0 : 45	2 sel
1 : 00	4 sel
1 : 15	16 sel
1 : 30	32 sel
1 : 45	64 sel
2 : 00	128 sel
2 : 15	Morula
2 : 30	Awal Blastula
2 : 45	Akhir Blastula
4 : 15	Dimulainya epiboly
4 : 45	30% epiboly
5 : 15	Germinal disk
7 : 00	60% epiboly
8 : 15	90% epiboly
12 : 00	1 – 10 somite
24 : 00	80–100% menetas

Pada ikan nila penetasan telur dapat dilakukan dengan dua metode yaitu penetasan dengan menggunakan corong penetasan dan metode konvensional. Pada metode konvensional dari induk ikan nila yang mempunyai bobot 250 - 300 gr dapat menghasilkan 300 - 800 butir telur. Telur ikan nila akan menetas setelah 4 - 6 hari. Telur yang telah menetas tidak langsung dilepaskan induknya melainkan tetap dimulutnya. Induk betina melepas larva jika sudah dapat berenang. Pada tahap awal larva dilepaskan, induk betina masih menjaganya. Di alam, induk betina ikan nila mulai melepaskan larva dari mulutnya pada umur 4 - 5 hari. Pada umur tersebut induk betina masih menjaga larva-larva tersebut. Jika keadaan lingkungan larva kurang aman, induk ikan menghisap kembali larvanya. Kuning telur larva akan habis setelah

berumur 5 - 7 hari. Setelah kuning telur habis, larva akan mencari makanan disekitarnya. Biasanya induk betina menjaganya dengan mengikuti kelompok larva tersebut berenang. Jika ada ikan lain yang mendekati kelompok larva atau keadaan perairan kurang aman maka induk tersebut memasukkan kembali larva-larva tersebut kedalam mulutnya. Selanjutnya larva dilepaskan kembali pada perairan yang relatif aman dari gangguan ikan lainnya. Secara keseluruhan proses ini memerlukan waktu kurang lebih 18 hari.

Sedangkan penetasan telur ikan nila secara intensif dilakukan pada corong tetas, yang merupakan modifikasi dari penetasan telur secara alami. Modifikasi tersebut terlihat pada kondisi lingkungan, suplai air untuk gerakan telur, oksigen terlarut dan sebagainya. Air yang dialirkan ke corong penetasan selain agar telur-telur tetap bergerak juga untuk mempertahankan kualitas air tetap baik. Corong tetas yang digunakan berbentuk kerucut terbuat dari bahan fibre glass atau bahan lain. Pada corong tetas terdapat pipa-pemasukan dan pengeluaran air. Pipa pemasukan terletak di dasar corong tetas sedangkan pipa pengeluaran terletak di bagian atas corong tetas. Corong yang berukuran tinggi 45 cm, diameter atas 30 cm, diameter bawah 15 cm dapat menetas telur sebanyak ± 15.000 butir telur/corong.

Corong tetas sebelum digunakan terlebih dahulu dibersihkan dari endapan kotoran, sisa telur dan lumut kemudian dikeringkan. Setelah

itu direndam pada larutan malachyte green atau methalyn blue 10 ppm selama 15 - 30 menit.

Selama kegiatan penetasan telur air terus menerus dialirkan ke corong penetasan. Agar penggunaan air lebih efisien, sebaiknya memakai sistem resirkulasi air. Dengan sistem ini air yang telah digunakan akan melalui saringan terlebih dahulu baik secara fisis, biologis maupun khemis sebelum digunakan selanjutnya ke corong tetas. Dengan menggunakan saringan tersebut, sistem resirkulasi air dapat digunakan selama lebih dari 6 bulan, selain lebih efisien, juga mudah dalam pengontrolan parameter kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan telur dan larva. Bak penampungan air dan saringan yang digunakan secara berkala kira-kira 6 bulan sekali dibersihkan. Hal ini untuk menghindari penyumbatan aliran air oleh kotoran.

Tujuan penetasan telur menggunakan corong tetas adalah untuk meningkatkan daya tetas telur. Tahap awal perkembangan telur, telur sangat rentan terhadap gangguan khususnya gangguan secara mekanik. Gangguan secara mekanik umumnya terjadi pada saat membersihkan telur dari kotoran, memasukkan telur ke corong penetasan dan gerakan telur akibat debit air yang terlalu besar. Oleh sebab itu penanganan telur harus dilakukan secara hati-hati. Debit air yang terlalu besar dapat menyebabkan telur membentur dinding atau telur lainnya dengan keras sehingga dapat mengakibatkan kematian. Pada saat panen, sering terdapat perbedaan

umur larva. Perbedaan ini karena pemijahan induk tidak serentak sehingga perkembangan embrio telur setiap induk pada kolam pemijahan yang sama sering berbeda. Demikian juga ukuran telur setiap induk berbeda-beda. Sebelum dimasukkan ke corong penetasan, telur yang berbeda baik masa inkubasi maupun ukuran telur harus dipisahkan terlebih dahulu. Pemisahan telur bertujuan untuk memudahkan pemanenan larva.

Pemisahan atau pemilihan telur dapat dilakukan pada saat telur diambil dari mulut induk dan pada saat telur ditampung. Umumnya telur pada satu induk seragam baik masa inkubasi maupun ukuran. Oleh sebab itu pemisahan telur lebih baik dan lebih cepat dilakukan dilakukan pada saat telur diambil dari mulut induk. Setiap telur yang diambil dari mulut induk ditampung dalam satu wadah. Sedangkan telur dari induk lain yang berbeda masa inkubasi dan ukuran telurnya ditampung pada wadah yang lain. Selanjutnya setelah dibersihkan, telur yang sama masa inkubasi dan ukuran dari induk yang lain di tetaskan pada corong tetas yang sama. Sedangkan telur yang lain ditetaskan pada corong tetas yang berbeda. Jika pemisahan telur pada wadah penampungan dinamakan seluruh telur ditampung dalam satu wadah kemudian dilakukan pemisahan akan lebih rumit dan lama sehingga dapat mengakibatkan telur mati. Kematian telur tersebut dapat karena telur tidak bergerak, benturan dan sinar matahari langsung.

Masa inkubasi telur ikan nila berhubungan dengan warna telur. Telur yang baru dibuahi memiliki warna kuning muda. Sedangkan telur yang akan menetas berwarna kuning kecoklatan. Telur yang berwarna putih susu adalah telur mati.

Telur hasil seleksi dibersihkan dan dipisahkan, dimasukkan ke dalam corong tetas. Air terus menerus dialirkan ke dalam corong tetas. Besar kecilnya debit air yang masuk ke dalam corong tetas di atur menggunakan kran. Debit air untuk penetasan telur ikan sebesar 0,8 liter perdetik. Debit air yang terlalu besar dapat mengakibatkan kematian telur karena tekanan air sehingga telur dapat terbentur ke dinding corong tetas atau terbawa air keluar corong tetas. Sebaliknya debit air yang terlalu kecil dapat mengakibatkan telur tidak bergerak dan kekurangan oksigen. Telur yang tidak bergerak dan kekurangan oksigen akan mati. Oleh sebab itu kegiatan sehari-hari pada saat penetasan telur adalah mengontrol debit air dan membersihkan corong tetas. Corong tetas dapat dibersihkan dengan menyipon kotoran atau telur yang mati. Pada saat pengontrolan debit air di dalam corong tetas harus selalu stabil sehingga tidak mengganggu gerakan telur.

Air yang masuk pada corong tetas memiliki tekanan yang merata diseluruh bagian corong tetas agar telur yang ada semua bergerak. Jika tekanan aliran air hanya terdapat pada beberapa bagian corong tetas saja mengakibatkan terdapat titik mati tekanan air. Telur yang terdapat

pada tekanan titik mati tersebut tidak bergerak dan mati.

Telur ditetaskan pada corong tetas selama 5 - 7 hari. Selama penetasan telur, air terus menerus dialirkan. Hari ke dua penetasan telur akan terlihat telur yang mati dan hidup. Telur yang mati segera dibuang karena akan mempengaruhi kualitas air. Sumantadinata (1983) mengatakan faktor-faktor yang mempengaruhi daya tetas telur adalah :

1. Kualitas telur. Kualitas telur dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan pada induk dan tingkat kematangan telur.
2. Lingkungan yaitu kualitas air terdiri dari suhu, oksigen, karbon-dioksida, amonia, dll.
3. Gerakan air yang terlalu kuat yang menyebabkan terjadinya benturan yang keras di antara telur atau benda lainnya sehingga mengakibatkan telur pecah.

Blaxter dalam Sumantadinata (1983), penetasan telur dapat disebabkan oleh gerakan telur, peningkatan suhu, intensitas cahaya atau pengurangan tekanan oksigen. Dalam penekanan mortalitas telur, yang banyak berperan adalah faktor kualitas air dan kualitas telur selain penanganan secara intensif.

Oleh karena itu induk betina hanya dapat memijah perlu waktu lama. Akan tetapi pada pemijahan secara intensif, induk ikan nila betina dapat dipijahkan setiap 2 - 4 minggu. Hal ini dapat dijelaskan secara fisiologis ikan sebagai berikut; pada pemijahan alami, selama proses pengeraman

telur dan pemeliharaan larva, induk betina akan terhambat perkembangan gonadnya. Sedangkan pada pemijahan intensif proses tersebut dilakukan secara buatan (corong tetas). Dengan demikian induk betina dapat bebas dari tugas tersebut dan segera menyiapkan kembali untuk pemijahan berikutnya dalam waktu yang relatif cepat.

Pada ikan nila yang telurnya akan ditetaskan pada corong penetasan harus dilakukan pemanenan telur. Pemanenan telur ikan nila ini dilakukan pada hari ke 9. Pemanenan dilakukan dengan cara mengambil telur dari mulut induk betina ikan nila. Sebelum pemanenan terlebih dahulu permukaan air kolam diturunkan sampai ketinggian 10 - 20 cm. Jika pemijahan dilakukan di hapa (waring), maka caranya adalah dengan menarik salah satu ujung hapa ke salah satu sudut hapa. dengan hati-hati untuk menghindari induk mengeluarkan telur. Karena induk ikan nila jika merasa dalam bahaya atau terdesak akan mengeluarkan telur di sembarang tempat. Hal ini akan menyulitkan dalam mengumpulkan telur ikan nila.

Pengambilan telur ikan nila dilakukan dengan menangkap induk satu persatu. Penangkapan induk dilakukan menggunakan seser kasar dan seser halus. Kedua seser ini digunakan pada saat bersamaan. Sesor kasar berfungsi untuk menangkap induk sedangkan seser halus berfungsi untuk menampung telur ikan. Sesor kasar terletak

dibagian atas dan seser halus terletak dibagian bawah. Pada saat menangkap induk dilakukan dengan hati-hati agar telur tidak dikeluarkan.

Cara mengambil telur dari induk betina yaitu dengan memegang bagian kepala ikan. Pada saat bersamaan salah satu jari tangan membuka mulut dan tutup insang. Selanjutnya tutup insang di siram air sehingga telur keluar melalui rongga mulut. Selanjutnya telur-telur tersebut ditampung dalam wadah. Hal yang perlu diperhatikan adalah menghindari gerakan induk sekecil mungkin agar telur yang telah keluar tidak berserakan. Induk yang telah diambil telurnya dan yang belum memijah dikembalikan ke kolam pemeliharaan induk.

Telur pada wadah penampungan jangan terkena sinar matahari langsung dan diupayakan telur selalu bergerak. Telur yang terlalu lama diam serta kena sinar matahari langsung dapat menimbulkan kematian. Selanjutnya sebelum dimasukkan ke corong tetas, telur terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran berupa lumpur, lumut, sisa pakan dan sebagainya. Telur yang telah bersih dari kotoran dapat dimasukkan ke dalam corong penetasan.

4. 4. Pemeliharaan larva dan benih ikan

Larva adalah anak hewan avertebrata yang masih harus mengalami modifikasi menjadi lebih besar atau lebih kecil untuk mencapai bentuk dewasa. Menurut

Lagler (1956), larva adalah organisme yang masih berbentuk primitif atau belum mempunyai organ tubuh lengkap seperti induknya untuk menjadi bentuk definitif yaitu metamorfosa. Perkembangan stadia larva meliputi stadia pro-larva dan stadia pasca larva. Stadia pro-larva merupakan tahap larva yang masih memiliki kuning telur, sedangkan stadia pasca larva merupakan tahap larva yang telah habis kuning telurnya dan masa penyempurnaan organ-organ tubuh yang ada. Akhir stadia ini ditandai dengan bentuk larva yang sama dengan induknya yang biasa disebut dengan juvenil atau benih ikan.

Larva ikan yang baru menetas memiliki kuning telur. Larva tersebut mengambil makanan dari kuning telur. Kuning telur akan habis setelah larva berumur 3 hari. Setelah kuning telur habis, larva mengambil makanan dari luar atau lingkungan hidupnya. Larva ikan yang dibudidayakan harus dilakukan pemeliharaan untuk mencapai stadia benih. Wadah yang dapat digunakan untuk melakukan pemeliharaan larva ini bermacam-macam.

Wadah pemeliharaan larva ini antara lain dapat berupa bak atau kolam. Pada pemeliharaan di bak yang perlu diperhatikan adalah sanitasi wadah sebelum digunakan untuk pemeliharaan dengan cara wadah direndam menggunakan larutan Methilen Blue 100 ppm selama 24 jam, kemudian dikuras dan diisi air bersih. Sedangkan wadah yang menggunakan kolam, sebelum digunakan harus disiapkan terlebih dahulu. Persiapan kolam pemeliharaan larva/pendederan

meliputi perbaikan pematang, pengolahan dasar kolam, perbaikan pipa pemasukan dan pengeluaran, pemupukan dan pengapuran. Perbaikan pematang bertujuan untuk mencegah kebocoran kolam. Kebocoran kolam dapat diakibatkan oleh binatang air seperti belut, ular, kepiting dan lain-lain. Pematang yang bocor mengakibatkan air kolam tidak stabil dan benih ikan lolos keluar kolam. Perbaikan pematang yang bocor dilakukan dengan menyumbat bagian yang bocor menggunakan tanah atau ijuk.

Pengolahan dasar kolam dilakukan dengan mencangkul dasar kolam. Tujuan mengolah dasar kolam adalah untuk menguapkan gas beracun yang terdapat di dasar kolam. Tanah yang baru dicangkul diratakan. Setelah dasar kolam rata, lalu dibuat saluran ditengah kolam. Saluran ini disebut kemalir. Kemalir berfungsi untuk memudahkan pemanenan dan sebagai tempat berlindung benih ikan pada siang hari dan jika ada predator (pemangsa). Kemalir dibuat mulai dari pipa pemasukan air sampai pipa pengeluaran air. Kemalir dibuat dengan ukuran lebar 0,5 meter dan kedalaman 0,3 meter.

Pipa pemasukan dan pengeluaran air dilengkapi saringan. Fungsi saringan pada pipa pemasukan adalah untuk menghindari masuknya ikan liar atau sampah, sedangkan fungsi saringan pada pipa pengeluaran adalah untuk menghindari lolosnya benih ikan keluar kolam. Setelah melakukan pengolahan dasar kolam dan

perbaikan pematang, kemudian dilakukan pengapuran.

Pengapuran bertujuan untuk membasmi bibit penyakit dan meningkatkan kadar pH tanah. Kapur di tebar merata di dasar kolam. Dosis kapur yang di tebar adalah 10 - 50 gr/m². Untuk kolam baru diperlukan 50 - 150 kg kapur/m². Kapur ditebarkan pada dasar kolam lalu dicampur dengan lapisan lumpur paling atas sedalam 5 cm. Seminggu kemudian lakukan pemupukan dengan 50 - 100 kg pupuk kandang/100 m², TSP 0,25 kg/100 m², dan urea 0,25 kg/100 m². Semprot kolam dengan menggunakan pestisida golongan organophosphat seperti Sumithion, Argothion, dan Diazinon dengan konsentrasi 3 - 4 ppm. Kolam sudah dapat diairi 5 - 7 hari setelah semua rangkaian kegiatan tersebut diatas dilakukan. Kolam yang telah di pupuk dan dikapur segera ditutup pipa pengeluaran air. Selanjutnya pipa pemasukan air di buka. Setelah ketinggian air 20 - 30 cm, tutup pipa pemasukan air. Biarkan kolam selama 5 - 7 hari. Hari ke - 8 benih ikan dapat di tebar ke kolam untuk didederkan.

Setelah dipastikan hampir semua telur menetas, kakaban diangkat untuk menghindari penurunan kualitas air akibat adanya pembusukan dari telur – telur yang tidak menetas. Disamping itu juga dilakukan pergantian air bak penetasan dengan membuang air sampai $\frac{3}{4}$ bagian volume air dan kemudian diisi kembali dengan air yang baru. Larva ikan lele yang baru menetas akan berwarna hijau dan

berkumpul di dasar bak penetasan dibagian yang gelap. Ukuran larva lebih kurang 5 – 7 mm dengan berat 1,2 – 3 mg. Setelah berumur 2 hari, larva mulai bergerak dan menyebar ke seluruh bak penetasan. Sampai umur 3 hari larva tidak perlu diberi pakan tambahan, karena masih memanfaatkan cadangan makanan yang dibawa di dalam tubuhnya, yakni yang dikenal dengan “*kuning telur*”. Larva ikan lele dumbo baru diberikan pakan tambahan setelah berumur 4 hari dengan memberikan emulsi kuning telur ayam. Pemberian pakan tersebut sampai umur 5 hari. Setelah menginjak umur 6 hari, larva diberi pakan alami (makanan hidup) yang berukuran kecil, seperti kutu air (*daphnia sp*) atau cacing sutera (*tubifex*). Pakan buatan kurang baik diberikan karena jika tidak habis akan membusuk sehingga menurunkan kualitas air pada bak pemeliharaan. Pakan alami diberikan 3 kali sehari, pagi, siang dan sore hari atau sesuai dengan kebutuhan.

Faktor lain yang perlu diperhatikan selama pemeliharaan benih atau larva adalah kualitas air. Pergantian air dilakukan setiap 2 – 3 hari sekali atau tergantung dari kebutuhan. Jumlah air yang diganti sebanyak 50–70 % dengan cara menyipon (mengeluarkan air secara selektif dengan selang) sambil membuang kotoran yang mengendap pada dasar bak pemeliharaan larva. Selang yang digunakan adalah selang plastik yang lentur dan biasa digunakan sebagai selang air.

Setelah benih lele berumur 2 – 3 minggu dan mencapai ukuran 0,5 – 2 cm, benih sudah siap untuk dipanen.

Agar benih lele tidak mengalami stres, pemanenan dilakukan pada pagi atau sore hari saat suhu rendah. Cara memanennya adalah air dalam bak disurutkan secara perlahan, selanjutnya benih ditangkap secara hati hati menggunakan seser (serokan) halus. Benih dapat langsung dipasarkan (dijual) langsung kepada pembeli atau didederkan pada kolam pendederan.

Larva yang akan didederkan sebaiknya jangan ditebarkan langsung ke dalam kolam namun terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi untuk menghindari perubahan suhu ekstrim antara suhu kolam dengan suhu air pada wadah pengangkutan. Padat penebaran larva 10.000–15.000 ekor/m². Selama masa pendederan (28 - 30 hari) pemupukan ulang perlu dilakukan untuk menjamin tersedianya makanan alami yang cukup. Pemupukan dapat dilakukan 1 - 2 kali seminggu, menggunakan pupuk kandang (25 kg kotoran sapi atau 3 kg kotoran ayam/100 m²).

Pada saat pemeliharaan dapat diberi makanan tambahan berupa makanan halus seperti bekatul, konsentrat, atau pakan buatan bentuk tepung. Pengelolaan kualitas air dapat dilakukan berupa pengontrolan sistem pemasukan air agar tetap mengalir untuk mempertahankan tinggi air di kolam serta menjamin difusi oksigen terlarut kedalam kolam. Sedangkan pengendalian hama penyakit dapat dilakukan dengan cara mencegah hama atau hewan liar masuk ke kolam seperti: membersihkan lingkungan sekitar kolam, memasang

saringan pada pipa inlet, memasang pagar sekeliling kolam, memasang lampu perangkap, dan lain sebagainya.

Pendederan adalah pemeliharaan benih lele dumbo yang berasal dari hasil pembenihan sehingga mencapai ukuran tertentu. Pendederan dilakukan dalam dua tahap, yakni pendederan pertama dan pendederan kedua. Pada pendederan pertama, benih lele dumbo yang dipelihara adalah benih yang berasal dari pembenihan yang berukuran 1 – 3 cm. Benih ini dipelihara selama 12 – 15 hari sehingga saat panen akan diperoleh lele dumbo berukuran kurang lebih 5 – 6 cm perekornya. Pada pendederan ke dua, benih yang dipelihara berasal dari hasil pendederan pertama. Pemeliharaan dilakukan selama 12 – 15 hari sehingga diperoleh benih lele dumbo berukuran 8 – 12 cm perekornya. Pendederan ini dapat dilakukan di kolam tanah atau kolam tembok.

Penebaran benih dilakukan setelah 6 hari dari pemupukan atau saat pakan alami telah tersedia. Penebaran benih dilakukan pada pagi atau sore hari dengan kepadatan 200 – 300 ekor/M² berukuran 1 - 3 cm per ekornya. Penebaran harus dilakukan dengan hati-hati agar benih lele dumbo tidak mengalami stress. Benih yang akan didederkan sebaiknya jangan ditebar langsung ke kolam namun terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi untuk menghindari perubahan suhu yang mencolok antara suhu air kolam dan suhu air pada wadah pengangkutan.

Cara penebaran untuk proses adaptasi (aklimatisasi) benih lele dumbo cukup mudah. Benih lele dumbo yang masih berada di dalam wadah pengangkutan di biarkan terapung-apung diatas permukaan air selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan air dari kolam ke wadah pengangkutan sedikit demi sedikit. Dengan cara ini diharapkan kualitas air yang ada di dalam wadah pengangkutan tersebut akan sama dengan yang ada di kolam.

Kegiatan pemeliharaan benih merupakan kegiatan inti dari pendederan. Selama pemeliharaan, benih harus diberi pakan tambahan. Pakan tambahan berupa tepung pelet sebanyak 3 – 5 % dari jumlah total benih yang dipelihara. Pakan diberikan 3 – 4 kali sehari. Agar pemberian pakan lebih efektif, sebaiknya pemberian pakan disebarkan merata pada kolam pendederan.

Untuk memperkecil mortalitas atau kehilangan benih, selama pemeliharaan harus dilakukan pengontrolan terhadap serangan hama dan penyakit. Hama yang menyerang benih lele berupa belut, ular, ikan gabus. Tindakan pencegahan penyakit cukup dengan menjaga kualitas dan kuantitas air kolam, yakni dengan menghindarkan pemberian pakan yang berlebihan. Karena pakan yang berlebihan akan menumpuk di dasar kolam dan bisa membusuk yang akhirnya menjadi salah satu sumber penyakit.

Pada ikan nila pemeliharaan larva dan benih ikan dapat dilakukan pada wadah pemeliharaan larva antara

lain adalah akuarium, fibre glass, bak dan sebagainya. Sebelum larva dimasukkan, wadah pemeliharaan larva terlebih dahulu dibersihkan dan dilakukan sanitasi. Sanitasi dapat menggunakan malachyte green atau methalyn blue 10 ppm dengan cara dibilas keseluruhan permukaan wadah.

Pemeliharaan larva dilakukan selama 6 - 8 hari, larva berumur 3 hari sudah dapat berenang di dasar wadah pemeliharaan. Sedangkan larva umur 5 hari sudah dapat berenang dipermukaan air.

Pemeliharaan larva meliputi pemberian pakan dan pengelolaan kualitas air. Selama pemeliharaan, larva dapat diberi pakan berupa pakan alami, tepung ikan, dedak halus dan sebagainya. Pakan yang diberikan harus lebih kecil dari bukaan mulut larva dan jumlah pakan. Ukuran butiran pakan harus lebih kecil dari bukaan mulut larva. Demikian pula jumlah pakan harus sesuai dengan jumlah larva. Pakan yang tersisa di wadah pemeliharaan dapat mengakibatkan kualitas air kurang baik. Oleh sebab itu setiap hari dilakukan penyiponan terhadap kotoran atau sisa pakan. Air harus terus menerus mengalir di wadah. Selain itu sebaiknya diberi aerasi pada wadah pemeliharaan larva.

Benih yang telah berumur 7 - 8 hari ditebar di kolam pendederan. Diharapkan pada saat penebaran pakan alami sudah tersedia di kolam. Padat penebaran benih ikan nila sebanyak 75 - 100 ekor/m². Benih dari wadah pemeliharaan larva ditangkap menggunakan seser halus. Larva yang tertangkap tersebut

ditampung di wadah. Selanjutnya benih tersebut ditebar di kolam. Sebelum ditebar terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi dengan cara wadah yang berisi larva dimasukkan ke dalam air kolam. Jika suhu air wadah penampungan larva lebih rendah dari suhu air kolam maka air kolam dimasukkan sedikit demi sedikit ke wadah penampungan sampai suhu kedua air tersebut sama. Selanjutnya larva ditebar dengan cara memiringkan wadah penampungan larva sehingga larva dapat keluar dengan sendirinya berenang ke kolam. Penebaran larva sebaiknya dilakukan pagi atau sore hari pada saat suhu udara rendah.

Pendederan dilakukan selama 3 - 4 minggu. Pada umur tersebut benih ikan sudah men-capai ukuran 3 - 5 cm. Selama pendederan benih ikan selain mendapatkan makanan alami di kolam juga diberi pakan tambahan yang halus seperti dedak. Pakan tambahan tersebut ditebar di sepanjang kolam. Frekuensi pemberian pakan sebanyak 2 - 3 kali perhari. Kandungan protein pakan benih ikan sebesar $\geq 30\%$. Jumlah pakan yang diberikan 10 % dari biomasa.

Kualitas air sangat penting diperhatikan dalam kegiatan pendederan. Suhu yang baik untuk pendederan ikan nila adalah 28 - 30 °C. Sedangkan oksigen terlarut sebesar 6 - 8 ppm. Pertumbuhan ikan mulai terganggu pada suhu ≤ 18 °C dan ≥ 30 °C.

Pada suhu optimum, pertumbuhan ikan normal. Suhu air sangat

berpengaruh pada laju metabolisme ikan. Perubahan temperatur yang terlalu drastis dapat menimbulkan gangguan fisiologis ikan yang dapat menyebabkan ikan stress.

Pencegahan hama dan penyakit pada kegiatan pendederan sangat perlu dilakukan. Pencegahan tersebut dapat dilakukan dengan pengeringan dan pengapuran dasar kolam serta pergantian air kolam, membuat saringan air sebelum air masuk ke kolam. Hama yang sering menyerang benih ikan nila adalah belut, ular, burung, ikan gabus dan ikan lele. Penyakit yang menyerang terutama penyakit parasitik seperti *Ichthyophthirius multifiliis* yang mengakibatkan bintik putih dipermukaan tubuh ikan dan mengakibatkan kematian masal. Pencegahan penyakit ini dilakukan dengan menambahkan garam dapur di kolam media pendederan sebanyak 200 gr/m³.

Pemeliharaan benih pada ikan patin meliputi pemberian pakan, pengelolaan kualitas air serta pengendalian/hama penyakit ikan. Pemberian pakan yang perlu diperhatikan adalah jenis pakan, kadar protein, jumlah ukuran, dan frekuensi pemberian pakan. Pemberian pakan benih ikan patin yang dipelihara secara intensif dapat diberikan jenis cacing tubifex, daphnia, rotifera dan lain-lain. Pemberian pakan benih ikan harus disesuaikan ukuran benih ikan dengan ukuran pakan. Pakan yang diberikan untuk benih ikan sesuai dengan bukaan mulut benih ikan. Pakan yang diberikan harus lebih kecil dengan bukaan mulut ikan.

Pengelolaan kualitas air mutlak perlu diperlukan karena benih patin sangat peka terhadap perubahan lingkungan khususnya kualitas air. Pada pemeliharaan benih ikan patin secara intensif yang dilakukan di bak atau akuarium perlu dilakukan pembersihan kotoran dan penggantian air di wadah pemeliharaan. Pembersihan wadah dilakukan dengan menyipon kotoran dan sisa makanan menggunakan selang. Pada saat menyipon harus dilakukan dengan hati-hati agar benih ikan tidak ikut keluar. Penyiponan dapat juga dilakukan juga sekaligus dengan penggantian air. Air yang dikeluarkan pada saat penyiponan segera diganti dengan air bersih. Air yang dikeluarkan sebanyak 25 - 50%. Sehingga air yang diganti sebanyak air yang dikeluarkan. Hal yang perlu diperhatikan pada saat penggantian air adalah suhu air. Suhu air yang akan dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan. Selain itu air baru yang akan dimasukkan sebaiknya telah diendapkan terlebih dahulu.

Pengendalian hama dan penyakit benih ikan patin lebih ditekankan pada pencegahan. Pencegahan dapat dilakukan dengan sanitasi lingkungan seperti wadah dan air. Demikian juga air yang akan digunakan sebaiknya disanitasi dengan menggunakan methylen blue, malachyte green, Kalium permanganat dan sebagainya. Wadah yang akan digunakan sebaiknya terlebih dahulu dibersihkan menggunakan deterjen. Hama dan penyakit ikan timbul disebabkan oleh kondisi lingkungan,

kondisi benih ikan dan bibit penyakit. Ketiga bibit penyakit tersebut menjadi suatu sistem sehingga benih ikan terserang penyakit. Kondisi lingkungan yang kotor menyebabkan benih ikan lemah, kurang nafsu makan. Pada kondisi tersebut benih ikan mudah terserang bibit penyakit. Parasit/penyebab penyakit sering menyerang bibit benih ikan patin adalah *Ichthyophthirius multifiliis* atau white spot, *gyrodactylus sp*, *dactilogyrus sp*, *aeromonas sp* dan sebagainya. *Ichthyophthirius sp* sering menyerang pada bagian sisik dan sirip benih ikan. Benih ikan yang terserang penyakit ich biasanya menggosok-gosokkan bagian tubuhnya ke dinding atau dasar wadah.

Pemeliharaan benih ikan patin dilakukan secara intensif di bak, akuarium, fiberglass dan dapat juga dilakukan dipelihara di kolam. Jika pemeliharaan benih ikan patin di kolam harus dilakukan persiapan. Persiapan tersebut meliputi pengolahan dasar kolam, pemupukan dan pengapuran, pembuatan kamalir, perbaikan saluran dan sebagainya.

Pengolahan dasar kolam berfungsi untuk mengoksidasi gas beracun yang terdapat di dasar kolam. Pengolahan dasar kolam meliputi pencangkul tanah dasar kolam. Selanjutnya dilakukan pemerataan dasar kolam. Pemupukan bertujuan untuk menumbuhkan pakan alami di kolam. Pakan alami ini diharapkan menjadi pakan utama bagi benih ikan. Pupuk ditebar merata di dasar kolam. Dosis pupuk yang ditebar sebanyak 0,3 - 0,5 kg/m².

Selanjutnya kolam diisi dengan air setinggi 40 cm. Pakan alami akan mencapai puncaknya setelah 10 – 14 hari dari pemupukan. Pada hari ke 10 air kolam dinaikkan menjadi 50-70 cm. Selanjutnya benih ikan dapat dilepas ke kolam. Pelepasan benih sebaiknya dilakukan sore hari agar suhu air kolam sudah menurun. Pelepasan benih ikan menggunakan metode aklimatisasi. Demikian juga untuk pelepasan benih ikan patin ini juga menggunakan metode aklimatisasi. Metode aklimatisasi adalah suatu cara memberikan kesempatan kepada ikan untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru. Lingkungan baru tersebut adalah suhu, pH dan salinitas. Suhu merupakan "Controlling factor" yaitu apabila suhu air berubah maka faktor yang lain akan berubah. Sedangkan pH termasuk "Masking factor" yaitu sebagai faktor pengendali perubahan kimia dalam air. Ikan mempunyai alat dan cara untuk beradaptasi terhadap lingkungannya. Alat-alat tersebut akan dipergunakan pada saat sedang mengadakan proses osmoregulasi. Alat-alat tersebut antara lain kulit, insang, ginjal. Namun demikian ikan mempunyai batas toleransi terhadap perubahan lingkungannya. Begitu juga ikan mempunyai batas toleransi terhadap perubahan lingkungannya. Sebagai contoh ikan hanya mampu mentolerir perubahan suhu hanya ± 5 °C, perubahan ini mampu ditolerir 0,5 °C permenit. Betapa pentingnya kehati-hatian saat pelepasan benih ikan patin.

Padat penebaran sangat tergantung kepada "*Caryng Capacity*" kolam tersebut dan sifat serta ukuran ikan. *Caryng capacity* bisa diartikan daya dukung kolam yang menyangkut kelimpahan pakan alami, ketersediaan oksigen serta minimalnya faktor pengganggu hidupnya ikan. *Caryng capacity* bisa dihitung, contoh : ada beberapa juta sel per ml kelimpahan planktonnya, ada berapa ppm kandungan oksigennya atau berapa kapasitas oksigen per volume kolam tersebut. Kemudian dengan menggunakan metode sampling ada berapa juta sel plankton yang terdapat dalam perut ikan dan berapa laju kecepatan respirasi ikan tersebut dalam menyerap oksigen.

Hal ini bisa digunakan rumus *Schroeder* (1975), respirasi ikan pada suhu 20-30 °C.

$$Y = 0.001 W^{0.82}$$

Y= Konsumsi O₂/ikan (gr)/jam

W= Berat ikan

R= 0.99

Dengan membandingkan *caryng capacity* dengan jumlah plankton isi perut ikan dan laju respirasi ikan maka padat penebaran bisa dicari. Secara singkat *caryng capacity* biasanya telah diketemukan berdasarkan pengalaman atas beberapa kali pendederan ikan atau pemeliharaan ikan pada kolam tersebut. Contoh kolam A seluas 200 m² biasanya ditebar ikan 100 ekor/ m² atau menghasilkan ikan 300 kg.

Dalam pemeliharaan benih ikan patin harus dilakukan pemberian pakan. Menurut beberapa penelitian bahwa

pendekatan jumlah pakan yang diberikan per hari adalah 3% dari total bobot ikan. Frekuensi pemberian pakannya 3 kali yaitu pagi, siang dan sore hari dengan jumlah yang sama. Tetapi kondisi permintaan pakan akan berubah-ubah tergantung suhu air. Apabila cuaca cerah, matahari bersinar terang maka suhu air akan naik segala proses/metabolisme dipercepat. Barangkali apabila kondisi demikian frekuensi pemberian pakan akan lebih dari 2 kali. Tetapi apabila cuaca mendung, matahari tidak bersinar otomatis suhu akan menurun, kondisi ini dibarengi dengan fotosintesis plankton terhambat. Sehingga produksi oksigen menurun sebagai akibat nafsu makan ikan menurun permintaan ikan akan pakan juga menurun. Ada suatu teori bahwa untuk mengatasi ikan kekurangan oksigen disamping melakukan aerasi air, diusahakan ikan selalu berenang dipermukaan air. Hal ini terjadi apabila ikan dipuaskan.

Pakan yang diberikan selama pendederan benih ikan patin adalah campuran tepung pelet dengan bekatul dengan perbandingan 1 : 2. Tetapi sebenarnya jenis ikan ini sangat menyukai pakan alami. Jika kombinasi kedua jenis pakan yaitu pakan buatan dan pakan alami diberikan bersama adalah sangat baik, karena unsur gizinya saling melengkapi. Dari hari kehari ikan hidup itu tumbuh, baik bertambah panjang maupun bertambah berat. Begitu pula dari hari ke hari populasi ikan semakin berkurang ada beberapa ikan yang mati. Atas dasar kejadian ini maka untuk menentukan

jumlah pakan pada hari-hari berikutnya perlu diadakan sampling ikan (Gambar 4.24). Jika total bobot ikan diketahui maka jumlah pakan yang dibutuhkan dapat dihitung. Konversi/efisiensi pakan akan dapat dihitung apabila jumlah pakan yang diberikan serta bobot total ikan diketahui. Untuk itu pendataan hal ini perlu ketekunan.



Gambar 4.24. Sampling benih ikan

4.5. Pembesaran Ikan

Pembesaran ikan merupakan salah satu proses dalam budidaya ikan yang bertujuan untuk memperoleh ikan ukuran konsumsi. Pada usaha budidaya ikan pembesaran merupakan segmen usaha yang banyak dilakukan oleh para pembudidaya ikan. Dalam melakukan pembesaran ikan ini relatif tidak terlalu sulit karena ketrampilan yang dibutuhkan tidak sesulit dalam melakukan pembenihan ikan. Pada kegiatan pembesaran ikan yang perlu diperhatikan antara lain adalah wadah yang akan digunakan dalam proses pembesaran, padat penebaran, pola pemberian pakan,

pengecekan terhadap hama dan penyakit ikan, pengontrolan pertumbuhan (sampling, grading dan sortasi) serta pengelolaan kualitas air.

Berdasarkan jenis pakan yang digunakan dalam melakukan proses pembesaran ikan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu :

1. Pembesaran ikan secara tradisional yaitu pembesaran ikan yang hanya mengandalkan pakan alami yang terdapat dalam kolam budidaya. Padat penebaran disesuaikan dengan daya dukung kolam dan pakan yang tersedia di kolam pembesaran. Dalam pembesaran tradisional ini kesuburan perairan akan sangat menentukan tumbuhnya pakan alami. Misalnya pembesaran ikan pada kolam tergenang, pembesaran ikan disawah.
2. Pembesaran ikan semiintensif yaitu pembesaran ikan yang lebih mengutamakan pakan alami yang terdapat pada kolam dan diberi pakan tambahan yang tidak lengkap kandungan gizi dari pakan tersebut. Pada pembesaran semi intensif ini padat penebaran lebih tinggi dibandingkan dengan tradisional. Misalnya melakukan pembesaran ikan pada kolam air tenang dengan memberikan pakan tambahan berupa dedak selain pakan alami yang terdapat pada kolam pembesaran.
3. Pembesaran ikan intensif yaitu pembesaran ikan yang dalam proses pemeliharannya mengandalkan pakan buatan dalam pemberian pakannya serta

dilakukan pada wadah yang terbatas dengan kepadatan maksimal. Dalam pembesaran secara intensif ini harus diperhitungkan kualitas dan kuantitas air yang masuk kedalam kolam pembesaran.

4.5.1. Pembesaran ikan mas

Pembesaran ikan mas dapat dibedakan menjadi 3 kelompok berdasarkan penyediaan pakan dan luas lahan pemeliharaan, yaitu :

1. Pembesaran ikan mas secara ekstensif/tradisional.
2. Pembesaran ikan secara semi intensif.
3. Pembesaran ikan mas secara intensif.

Pembesaran ikan mas secara tradisional adalah pembesaran ikan mas dalam kolam yang tenang airnya dan dalam pemeliharaannya hanya mengandalkan pakan yang ada didalam kolam pemeliharaan, tidak ada pakan tambahan. Biasanya ukuran kolam pembesaran relatif luas (lebih dari 200m²).

Pembesaran secara semi intensif adalah pembesaran ikan mas dalam kolam air tenang tetapi dalam pemeliharannya diberi makanan tambahan. Makanan tambahan ini dapat berupa dedak, limbah rumah tangga, daun-daunan dan sebagainya. Selain itu dapat juga ditambahkan pakan buatan (pellet) tetapi jumlahnya sedikit.

Pembesaran ikan mas di sawah dan di dalam kerambah merupakan salah

satu contoh pembesaran ikan mas secara semi intensif.

Pembesaran ikan mas secara intensif adalah ikan mas dalam air yang mengalir, ukuran kolam pemeliharaan relatif kecil (kurang dari 100m²) dan sangat bergantung pada pakan buatan. Pakan buatan yang diberikan biasanya adalah pellet. Salah satu contoh pembesaran ikan mas secara intensif adalah pembesaran ikan mas di kolam air deras (running water) atau jaring terapung.

Berdasarkan jenis ikan yang dipelihara dalam kolam pemeliharaan/pembesaran ikan mas di kelompokkan menjadi 2, yaitu :

1. Mono kultur, yaitu pemeliharaan ikan mas dalam wadah pembesaran yang hanya diisi oleh ikan mas saja. Dalam pemeliharaan ikan mas secara monokultur dapat dikelompokkan menjadi tunggal kelamin dan campur kelamin.

Pemeliharaan ikan mas tunggal kelamin adalah pemeliharaan ikan mas yang menggunakan ikan jantan atau ikan betina saja. Pemeliharaan ikan mas campur kelamin adalah pemeliharaan ikan mas dengan menggunakan ikan jantan dan betina bersama-sama dalam wadah pemeliharaan. Hal ini muncul karena adanya kecenderungan pada ikan mas betina untuk tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan ikan jantan.

2. Polikultur yaitu pemeliharaan ikan mas dengan mempergunakan lebih dari satu jenis ikan dalam wadah pemeliharaan. Ikan mas dapat dipelihara secara polikultur dengan ikan mas atau ikan nila, karena jenis ikan ini bukan merupakan pesaing makanan dalam kolam pemeliharaan.

Dalam melakukan usaha pembesaran ikan mas, ukuran benih yang akan digunakan sangat bergantung kepada sistem budidaya yang akan ditetapkan. Pada budidaya ikan mas di kolam air deras, ukuran benih yang dapat digunakan sebaiknya berukuran 100 gram/ekor.

Sedangkan pembesaran ikan mas di jaring terapung saat ini sudah dapat menggunakan benih ikan mas yang berukuran lebih dari 5 – 8 cm. Padat penebaran benih ikan mas di kolam pemeliharaan harus dilakukan dengan hati-hati dan biasanya di tebar pada saat matahari belum bersinar. Agar benih yang ditebar tidak mengalami stress atau tingkat kematian yang tinggi. Sebaiknya benih ikan mas tersebut dibiarkan keluar dengan sendirinya dari tempat penampungan benih (plastik) kedalam pemeliharaan.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan pembesaran ikan mas sampai mencapai ukuran konsumsi adalah :

1. Pakan.
Pakan merupakan suatu sumber energi bagi ikan. Tanpa makanan ikan tidak akan tumbuh dan berkembang biak. Pakan yang dapat diberikan untuk ikan mas

adalah pakan alami, pakan buatan dan pakan tambahan.

Pakan alami adalah makanan hidup bagi larva dan benih ikan yang diperoleh dari perairan/kolam atau membudidayakannya secara terpisah. Ikan mas merupakan ikan pemakan segala (omaevora), oleh karena itu sebaiknya pada kolam pemeliharaan harus dilakukan pemupukan awal 3-5 hari sebelum penebaran benih dan pemupukan susulan agar ketersediaan pakan alami di dalam kolam pemeliharaan selalu ada. Ketersediaan pakan alami yang melimpah akan menguntungkan bagi ikan dan petani itu sendiri karena tidak lagi membutuhkan pakan tambahan dalam pemeliharaannya.

Pakan tambahan yang diberikan dalam bentuk apa adanya kepada ikan pemeliharaan seperti daun-daunan, keong, limbah rumah tangga dan lain-lain. Pakan tambahan dibutuhkan oleh ikan mas dalam pemeliharaan ikan mas secara semi intensif.

Pakan buatan adalah pakan yang dibuat dengan susunan bahan tertentu dengan gizi sesuai keperluan ikan. Pakan buatan dapat berbentuk pellet, larutan (emulsi dan suspensi), lembaran (flake atau wares) dan remahan. Ikan mas yang dipelihara secara intensif dan semi intensif memerlukan pakan buatan. Bentuk pakan buatan yang biasa diberikan adalah pellet. Garis

tengah pellet berkisar antara 2-4 mm.

2. Pengelolaan kualitas air.

Pengelolaan kualitas air adalah cara pengendalian kondisi air di dalam kolam budidaya sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan hidup bagi ikan yang akan di pelihara.

Dalam pembesaran ikan mas agar dapat tumbuh dengan optimal maka kondisi air kolam pembesaran harus sesuai dengan kebutuhan ikan mas. Variable kualitas air yang sangat berpengaruh pada ikan mas antara lain :

- Suhu air

Suhu air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi laju metabolisme dalam tubuh ikan. Pada suhu air yang tinggi maka laju metabolisme akan meningkat, sedangkan pada suhu yang rendah maka laju metabolisme akan menurun. Dengan suhu yang optimal maka laju metabolisme akan optimal.

Pertumbuhan ikan mas sangat dipengaruhi oleh suhu air, baik dalam usaha pembesaran ikan mas atau pembenihan ikan mas. Suhu yang optimal untuk pertumbuhan ikan mas berkisar antara 25-30°C

- Kadar oksigen terlarut.

Untuk dapat hidup manusia membutuhkan oksigen yang dibutuhkan ikan yang hidup di dalam air disebut dengan oksigen terlarut. Ikan mas

membutuhkan oksigen dalam bentuk terlarut dalam air untuk proses metabolisme di dalam tubuhnya dan untuk bernafas. Kandungan oksigen terlarut di dalam air agar ikan mas tumbuh dan berkembang minimal 3 ppm. Kebutuhan oksigen terlarut ini sangat dipengaruhi oleh suhu air, biasanya suhu air meningkat maka kandungan oksigen terlarut menurun (berkurang).

- Kadar CO₂

Sumber air yang akan digunakan untuk budidaya ikan mas antara lain adalah air tanah, air sungai atau air hujan. Air tanah adalah salah satu sumber air yang banyak digunakan untuk budidaya. Jika menggunakan maka harus di tampung terlebih dahulu dalam bak penampung air minimal 24 jam, karena air tanah tersebut mengandung CO₂ yang tinggi berkaitan erat dengan kadar O₂ yang terlarut yang rendah. Oleh karena itu kadar CO₂ yang layak untuk budidaya ikan mas sebaiknya < 5mg/l

- Volume air

Ikan mas yang dipelihara di dalam kolam air deras mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan ikan mas yang dipelihara di kolam air tenang. Pada pemeliharaan ikan mas di kolam air deras membutuhkan volume air yang besar, dimana debit air yang masuk ke dalam kolam pemeliharaan berkisar antara 75-300 liter/detik.

Pada kolam air deras dengan debit air yang tinggi maka kandungan oksigen terlarut di dalam kolam pemeliharaan cukup tinggi. Dengan oksigen yang cukup maka proses metabolisme ikan akan optimal maka pertumbuhan ikan pun akan optimal.

- **Kekeruhan air**
Dalam membesarkan ikan mas di kolam pemeliharaan harus diperhatikan juga tentang kekeruhan air. Kekeruhan air menggambarkan tentang banyak cahaya yang dapat masuk ke dalam perairan. Kekeruhan air ini disebabkan oleh bahan organik dan anorganik yang terlarut di dalam kolam. Air yang jernih biasanya miskin akan mineral, air yang terlalu keruhpun tidak baik untuk budidaya ikan karena banyak mengandung Lumpur. Air yang baik untuk budidaya ikan yang mempunyai warna air tidak keruh dan tidak jernih. Untuk mengukur kekeruhan biasanya dilakukan pengukuran kecerahan air karena kecerahan air sangat bergantung kepada warna air dan kekeruhan. Nilai kecerahan yang ideal untuk pertumbuhan air sebaiknya berkisar antara 25 – 40 cm.
- 3. **Pengelolaan Kesehatan Ikan**
Salah satu kendala dalam membudidayakan ikan mas adalah terserangnya ikan mas yang dibudidayakan dari hama dan penyakit. Jenis hama dan penyakit yang biasanya menyerang ikan mas ukuran

larva sampai konsumsi dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan, yaitu :

- Hama, misalnya haurangan, notorecta sp, eybister sp dsb.
- Parasit, misalnya ichthyoptherius multifiliis berbentuk bulat putih yang menempel pada badab ikan, trichodina sp dsb.
- Cendawan
- Bakteri dan virus.

Hama yang menyerang ikan pilihan dapat diatasi dengan melakukan penyaringan terhadap air yang masuk ke dalam kolam pemeliharaan. Penyakit ikan di kolam pemeliharaan ikan mas akan muncul jika kondisi perairan kolam (kualitas air kolam) rendah, hal ini dapat menyebabkan daya tahan tubuh ikan menurun. Penyakit ikan ini dapat terjadi akibat interaksi antar ikan itu sendiri, penyakit dan lingkungan yang buruk. Lingkungan yang buruk sangat berpengaruh terhadap kondisi kesehatan ikan. Dengan lingkungan yang buruk maka daya tahan tubuh ikan menurun sehingga penyakit akan mudah menyerang ikan.

Setelah ketiga hal tersebut di jelaskan di atas di lakukan dengan baik, maka dalam memelihara ikan mas akan memperoleh produksi ikan mas yang cukup tinggi dan efisien. Lama pemeliharaan ikan mas sangat tergantung kepada ukuran ikan yang digunakan, padat penebaran dan luas kolam yang digunakan serta sistem pemeliharaan yang digunakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Lama pemeliharaan ikan mas berdasarkan sistem pemeliharaan.

No.	Sistem Pembesaran	Ukuran Benih	Padat Penebaran	Lama Pemeliharaan
1.	Pembesaran Tradisional (ekstensif)	50-80 gram/ekor	1-2 kg/m ²	6 bulan
2.	Pembesaran Semi Intensif di Kolam/ sawah	50-80 gram/ekor	3-5 kg/m ²	5 bulan
3.	Pembesaran Ikan Intensif di Jaring Terapung	50-100 gram/ekor	5-10 kg/m ²	4 bulan

4.5.2. Pembesaran ikan nila

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan pembesaran/pemeliharaan ikan nila sampai mencapai ukuran konsumsi adalah :

4. Pakan

Pakan merupakan sumber energi bagi ikan. Tanpa makanan ikan tidak akan tumbuh dan berkembang biak. Pakan yang dapat diberikan untuk ikan nila adalah pakan alami, pakan buatan dan pakan tambahan.

Pakan alami adalah makanan hidup bagi larva dan benih ikan yang diperoleh dari perairan/kolam atau membudidayakannya secara terpisah. Ikan nila merupakan ikan pemakan plankton yang tumbuh disekitarnya. Persiapan pakan alami di kolam pemeliharaan dilakukan dengan pemupukan awal 3-5 hari sebelum penebaran benih dan pemupukan susulan setelah pemeliharaan berjalan agar ketersediaan pakan alami di kolam tersebut tetap ada.

Pakan tambahan adalah pakan yang diberikan dalam bentuk apa adanya kepada ikan seperti daun-daunan, limbah rumah tangga, keong dan lain-lain.

Sedangkan pakan buatan adalah pakan yang dibuat dengan susunan bahan tertentu dengan gizi sesuai keperluan. Pakan buatan dapat berbentuk pellet, larutan (emulsi dan suspensi), lembaran (flake atau waver) dan remahan.

Ikan nila yang dipelihara secara intensif dan semi intensif memerlukan pakan buatan. Bentuk pakan buatan yang biasa diberikan adalah pellet. Garis tengah pellet berkisar antara 2-4 mm.

5. Pengelolaan kualitas air

Pengelolaan kualitas adalah cara pengendalian kondisi air di dalam kolam budidaya sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan hidup bagi ikan yang akan dipelihara.

Dalam budidaya ikan nila di kolam agar ikan dapat tumbuh dan

berkembang maka kondisi air kolam budidaya harus sesuai dengan kebutuhan ikan nila. Variabel kualitas air yang sangat berpengaruh terhadap ikan nila antara lain adalah:

- Suhu air.

Suhu air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi laju metabolisme dalam tubuh ikan. Pada suhu air yang tinggi maka laju metabolisme akan meningkat, sedangkan pada suhu yang rendah maka laju metabolisme akan menurun. Dengan suhu yang optimal maka laju metabolisme akan optimal.

Pertumbuhan ikan nila sangat dipengaruhi oleh suhu air dalam usaha pembesaran atau pembenihan. Suhu air sangat berpengaruh terhadap aktifitas saluran pencernaan benih ikan nila. Makanan alami yang berupa detritus dan fauna dasar selesai dicerna dalam waktu 1,68 jam pada suhu 27 – 28°C dan 1,31 jam pada suhu 32-33 °C. Pada suhu 27 – 28°C pakan zooplankton dapat dicernakan dalam waktu 2,2 jam. Ikan dapat mencernakan makanannya selama 2,5 – 3 jam pada suhu 30°C. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka suhu optimum untuk pertumbuhan ikan nila adalah 25 – 30°C.

- Volume air

Pertumbuhan ikan nila yang dipelihara dalam air mengalir lebih cepat daripada yang dipelihara dalam air tergenang. Dalam kondisi air mengalir, ikan nila dengan bobot awal 9,1 gram

diberi pakan pellet 25% protein dan feeding ratenya 3,5% dalam waktu seminggu akan mencapai bobot 34,2 gram. Selain itu volume air sangat menentukan padat penebaran ikan nila yang optimal. Padat penebaran ikan nila di kolam adalah 30 ekor/m².

- Kadar oksigen terlarut

Untuk dapat hidup manusia membutuhkan oksigen begitu juga dengan ikan. Oksigen yang dibutuhkan ikan yang hidup didalam air disebut dengan oksigen terlarut. Ikan nila merupakan ikan yang tahan terhadap kekurangan oksigen terlarut dalam air, namun pertumbuhan ikan ini akan optimal jika kandungan oksigen terlarut lebih dari 3 ppm. Kandungan oksigen terlarut kurang dari 3 ppm dapat menyebabkan ikan tidak dapat tumbuh dan akhirnya mati.

- Kadar garam (salinitas)

Ikan nila mempunyai toleransi salinitas yang cukup luas, tetapi pertumbuhan ikan nila pada kadar garam lebih dari 30‰ akan terhambat. Pada kadar garam yang tinggi ikan membutuhkan energi yang minim untuk osmoregulasi sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan berkurang.

- Cemaran

Ikan nila yang dipelihara pada musim kemarau banyak yang mati. Hal ini diakibatkan oleh pengaruh secara tidak langsung dari sinar matahari yang dapat meningkatkan keasaman (pH) perairan.

Gejala mabuk pada ikan nila dapat diakibatkan dari akitifitas berenang ikan yang cepat dipermukaan dengan gerakan tidak beraturan dan tutup insang bergerak aktif. Selain itu air budidaya yang tercemar minyak akan menyebabkan kerusakan sel-sel saluran pencernaan. Oleh karena itu agar ikan nila tumbuh dengan cepat air budidayanya tidak boleh tercemar baik oleh limbah industri maupun rumah tangga.

Dalam air budidaya ikan yang baik sepiantas dapat dilihat dari keruh atau tidaknya air kolam. Untuk mengetahui tingkat kekeruhan air kolam dapat dilihat dari tingkat kecerahan air kolam dengan menggunakan alat pengukur yang disebut secchi disk atau keeping secchi.

Kecerahan yang baik untuk kehidupan ikan nila di kolam berkisar antara 25-40 cm. Artinya jarak batas pengelihatan terhadap keeping secchi adalah berkisar antara 25-40 cm dari atas permukaan perairan. Kecerahan kurang dari 25 cm tidak menguntungkan karena mengakibatkan rendahnya kandungan oksigen terlarut di kolam. Pada kolam budidaya yang keruh maka jarak batas penglihatan terhadap keeping secchi rendah yang berarti kolam tercemar bahan organik atau Lumpur.

6. Pengelolaan kesehatan ikan

Dalam memelihara ikan nila di kolam selalu ada saja kendalanya

diantaranya adalah terhadap hama dan penyakit dalam kolam pemeliharaan. Hama yang biasa terdapat dikolam pemeliharaan adalah *cladocera* sebagai pesaing/kompetitor, *copepoda* sebagai predator benih, larva, kumbang air, serangga air dan lain-lain.

Hama tersebut kadang-kadang sulit untuk dihilangkan. Pengendalian hama yang paling mudah melakukan penyaringan terhadap air yang masuk kedalam kolam pemeliharaan.

Penyakit ikan dikolam pemeliharaan akan muncul jika kondisi perairan kolam (kualitas air kolam) rendah, hal ini dapat menyebabkan daya tahan tubuh ikan menurun. Penyakit ikan ini dapat terjadi akibat interaksi antar ikan itu sendiri, penyakit dan lingkungan yang buruk. Lingkungan yang buruk sangat berpengaruh terhadap kondisi kesehatan ikan. Dengan lingkungan yang buruk maka daya tahan tubuh ikan menurun sehingga penyakit akan mudah menyerang ikan. Jenis-jenis penyakit ikan antara lain adalah penyakit pendarahan, penyakit jamur, penyakit bakteri.

Setelah ketiga hal utama yang telah di jelaskan diatas dilakukan dengan baik maka dalam memelihara ikan nila akan diperoleh produksi ikan nila yang cukup tinggi dan efisien. Lama pemeliharaan ikan nila sangat bergantung kepada ukuran ikan yang akan dipanen. Sebagai bahan pertimbangan ada 4 ukuran

ikan nila yang diproduksi dipasaran yaitu :

- Ukuran 100 gram, umurnya kurang lebih 3-4 bulan
- Ukuran 250 gram, umurnya kurang lebih 4-6 bulan.
- Ukuran 500 gram, umurnya kurang lebih 6–8 bulan.
- Ukuran diatas 800 gram umurnya kurang lebih 9-12 bulan.

Ikan nila mempunyai ciri khas tersendiri dimana pertumbuhan ikan nila yang dipelihara secara tunggal kelamin yaitu ikan jantan lebih cepat tumbuh dibandingkan ikan nila yang dipelihara secara campuran (jantan dan betina). Oleh karena itu banyak petani ikan yang lebih suka memelihara ikan nila jantan. Sistem pemeliharaan ikan nila berdasarkan jenis kelamin ini disebut monokultur sedangkan untuk pemeliharaan ikan nila dengan jenis ikan lainnya disebut dengan polikultur.

Pada pemeliharaan ikan untuk mencapai ukuran konsumsi dapat digunakan beberapa macam kolam pemeliharaan :

1. Kolam empat persegi panjang dengan luas $200-500\text{m}^2$, kedalaman air 1-1,25m, dasar kolam dapat tanah atau beton.
2. Kolam jaring terapung yang berbentuk bujur sangkar dengan ukuran minimal $1-4\text{ m}^2$ dan maksimal $9 - 49\text{ m}^2$, yang terbuat dari bahan jaring dengan kedalaman air 1,5 – 2 m.
3. Hampang atau keramba yang dapat dilakukan diperairan dasar yang dangkal dengan kedalaman air 1-2m.

4. Mina padi yaitu pemeliharaan ikan nila disawah.

Penebaran benih pada pemeliharaan ikan nila di kolam berukuran 10 gram per ekor, sedangkan untuk jenis terapung biasanya 25 gram per ekor, intensitas berbudidaya yang dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu :

1. Pemeliharaan secara ekstensif
Pada pemeliharaan ini kolam yang digunakan relatif cukup besar dari 200m^2 , kepadatan ikan relatif rendah (1 ekor per m^2) dan pakan yang diberikan hanya mengandalkan pakan yang tumbuh dari kolam. Benih yang ditebarkan biasanya campuran kelamin dan berukuran 10 gram per ekor.

2. Pemeliharaan semi intensif
Perbedaan utama dalam pemeliharaan ekstensif adalah kepadatan benih yang ditebar, dimana untuk semi intensif padat penebarannya 5-10 ekor per m^2 dan kolam diberi pupuk dan pakan tambahan kepada ikan nila berupa dedak atau ampas tahu, daun sente sebanyak 5-10% dari bobot ikan setiap hari

3. Pemeliharaan secara intensif
Pemeliharaan ikan nila secara intensif ini biasanya dilakukan di jaring terapung atau kolam air deras.

Padat penebaran ikan nila di jaring terapung adalah 400-500 ekor per m^3 dengan bobot awal benih 15-25 gram per ekor, sedangkan di kolam air deras kepadatan tebarnya 10-20 ekor per m^2 .

Pada pemeliharaan ini sumber energi bagi ikan untuk tumbuh dan berkembang adalah pakan buatan dalam bentuk pellet yang diberikan

sebanyak 3-5% sehari dan frekuensi pemberian pakan 3-5 kali sehari. Pakan buatan tersebut harus mengandung protein 20-30%.

4.5.3 Pembesaran ikan bandeng

Ikan bandeng merupakan salah satu jenis ikan laut yang dapat dibudidayakan oleh manusia ditambak. Jenis Ikan ini saat ini juga sudah dapat dibudidayakan di keramba jaring apung pada air tawar, hal ini dikarenakan sifat ikan ini yang euryhaline (tahan terhadap perubahan yang besar dari kadar garam dalam air)

Ikan bandeng dapat dipelihara ditambak yang mempunyai kadar garam relatif berfluktuasi. Ikan bandeng dapat dipijahkan secara buatan di panti pembenihan/hatchery dengan cara implementasi atau hypofisasi. Oleh karena itu benih ikan bandeng yang disebut nener ini dapat diperoleh dari alam atau panti pembenihan/hatchery.

Nener bandeng yang berasal dari pantai/alam ini merupakan hasil pemijahan ikan bandeng secara alami dilaut. Ikan bandeng yang telah matang kelamin akan memijah secara alami dan akan menghasilkan telur sebanyak 5.700.000 butir dalam tubuhnya. Pelepasan telur ini terjadi pada malam hari dan akan menetas dalam waktu 24 jam menjadi nener yang berukuran 5 mm. Nener ini akan terbawa oleh arus air mendekati pantai dan kemudian akan ditangkap oleh para penyaser. Ukuran nener yang ditangkap ini kurang lebih 13 mm.

Nener ikan bandeng yang diperoleh dari alam ditangkap oleh pencari nener sangat bergantung kepada musim, lokasi, cara dan waktu penangkapan. Pada musim nener jumlah nener cukup melimpah yang dapat mengakibatkan menurunnya harga nener. Selain itu waktu penangkapan yang tepat yaitu diawal musim penangkapan mempunyai daya tahan dan vitalitas yang tinggi dalam pengangkutan serta mempunyai harga jual yang lebih mahal.

Tetapi ketersediaan nener dari alam ini tidak bersifat kontinue sehingga untuk mengusahakan pembesaran ikan bandeng secara intensif dibutuhkan nener bandeng yang berasal dari panti pembenihan/hatchery. Nener dari alam selain tidak tersedia secara kontinue juga mempunyai ukuran yang sangat beragam. Oleh karena itu nener yang berasal dari panti pembenihan sangat dibutuhkan untuk memenuhi kekurangan nener ditambak-tambak pembesaran. Nener yang dihasilkan dari panti pembenihan mempunyai keunggulan. Karena kemurnian nener dapat dijamin 100% dan umurnya diketahui secara tepat.

Nener yang berasal dari alam atau hatchery, yang akan digunakan untuk usaha pembesaran ikan bandeng ditambak, haruslah nener yang sehat. Nener yang sehat dapat dilihat dari ciri-ciri umurnya yaitu :

1. Tidak terdapat luka atau lecet
2. Tidak cacat pada organ tubuh
3. Warnanya tidak kusam

4. Gerakannya aktif

Dengan menggunakan nener yang sehat maka akan diperoleh target produksi yang sesuai dengan rencana. Selain nener yang sehat dalam pemilihan benih ikan bandeng (nener) juga harus diperhatikan ukuran benih. Ukuran benih yang akan ditebar ke dalam tambak pembesaran sebaiknya seragam. Hal ini akan menguntungkan dalam pemeliharaan, karena ikan tidak akan berebut makanan sehingga pertumbuhan ikan seragam, kekuatan makanpun seragam.

Ukuran nener yang ditebar ke tambak pembesaran bisa dimulai dari ukuran nener sampai gelondongan yang dapat membedakannya adalah cara pemeliharaan ditambak pembesarannya.

Jika yang ditebar adalah nener kecil maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ukuran konsumsi yaitu 4 – 6 ekor/kg bisa mencapai lebih dari 6 bulan sedangkan jika yang ditebar adalah gelondongan maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ukuran konsumsi berkisar antara 4 – 6 bulan.

Dalam memilih nener yang berasal dari alam maupun hatchery dapat dilakukan dengan menghitung jumlah ruas tulang belakang. Nener yang berkualitas prima memiliki jumlah ruas tulang belakang antara 44 – 45. Jumlah ruas tulang belakang dapat dihitung menggunakan mikroskop sederhana pada pembesaran 10 kali atau nener ditempatkan pada sumber cahaya seperti lampu senter.

Nener bandeng yang telah dipilih selanjutnya akan ditebar kedalam tambak pembesaran. Sebelum nener tersebut ditebar harus dihitung terlebih dahulu padat penebaran nener ditambak pembesaran dan dilakukan aklimatisasi.

Nener ikan bandeng yang akan ditebar kedalam tambak pembesaran sebaiknya ditentukan terlebih dahulu tentang jumlah nener yang akan ditebar. Nener bandeng yang akan ditebarkan dan dipelihara ditambak pembesaran harus diketahui jumlahnya agar dapat diketahui jumlah ikan bandeng yang akan dipanen. Istilah dalam perikan disebut dengan padat penebaran.

Padat penebaran adalah perbandingan jumlah ikan-ikan/nener yang akan ditebar dengan luas tambak pembesaran. Dengan mengetahui padat penebaran pada awal pemeliharaan akan diperoleh manfaat antara lain adalah :

- Dapat menentukan jumlah pakan yang akan diberikan
- Dapat mengoptimalkan tambak pembesaran sesuai dengan daya dukung tambak pembesaran tersebut.
- Dapat mengurangi timbulnya penyakit ditambak pembesaran karena kepadatan tinggi.
- Dapat menentukan target produksi pada akhir pemeliharaan.

Masa pemeliharaan nener bandeng ditambak pembesaran sangat bergantung kepada ukuran nener yang ditebar pada awal pemeliharaan. Ukuran nener yang

ditebar kedalam tambak pembesaran bervariasi antara 1–15 cm. Padat penebaran nener ditambak pembesaran juga ditentukan oleh ukuran nener, lama pemeliharaan, mutu nener dan daya dukung kesuburan tambak pembesaran.

Padat penebaran nener ditambak pembesaran berkisar antara 5 – 6 ekor/m² untuk ukuran nener bandeng 3 – 5 cm. Sedangkan untuk nener yang berukuran 1 – 3 cm, padat penebarannya berkisar antara 2 – 3 ekor/m². Untuk benih bandeng yang berukuran 12 – 15 cm yang disebut gelondongan ditebar ke tambak pembesaran dengan padat penebaran 1.500 ekor/ha. Nener bandeng yang akan ditebar kedalam tambak pembesaran. Setelah menghitung jumlah yang akan ditebar lalu dipersiapkan nener tersebut. Nener bandeng untuk sementara diaklimatisasi selama satu hari dalam bak plastik. Aklimatisasi ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi lingkungan dimana nener itu berada dengan kondisi lingkungan tambak pembesaran. Penyesuaian suhu, salinitas dan pH dapat dilakukan juga begitu nener bandeng yang dikemas dalam kantong plastik datang. Caranya kantong plastik yang terisi nener diisi penuh dengan air yang ada dalam tambak pembesaran, maka secara perlahan-lahan nener bandeng yang ada didalam kantong plastik akan keluar kedalam tambak pembesaran jika sudah terjadi penyesuaian.

Penebaran nener ditambak pembesaran sebaiknya dilakukan, pada pagi atau sore hari pada saat

matahari tenggelam. Hal ini untuk menghindari kematian nener akibat stress karena tingginya suhu dilingkungan. Lakukan penebaran nener dengan hati-hati !

Langkah selanjutnya setelah dilakukan penebaran nener bandeng adalah melakukan proses pemeliharaan nener sampai mencapai ukuran konsumsi. Proses yang dilakukan selama pemeliharaan sama persis dalam melakukan budidaya ikan lainnya meliputi pemberian pakan, pengelolaan kualitas air, pengendalian hama dan penyakit, pemantauan pertumbuhan. Perlakuan selama pemeliharaan sangat ditentukan oleh sistem budidaya yang diterapkan.

4.6. Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada setiap akhir siklus budidaya. Dalam budidaya ikan ada dua siklus produksi yaitu pada usaha pembenihan ikan maka yang akan dipanen adalah benih ikan. Sedangkan pada usaha pembesaran ikan yang akan dipanen adalah ikan ukuran konsumsi. Prinsip pemanenan benih ikan dan ikan ukuran konsumsi pada umumnya adalah sama. Dalam subbab ini akan diuraikan proses pemanenan ikan pada stadia benih. Pemanenan benih ikan harus dilakukan dengan hati-hati. Selain itu waktu dan cuaca pada saat panen perlu diperhatikan. Banyak petani pembenih yang gagal karena kurang hati-hati pada saat panen.

4.6.1. Pemanenan benih ikan nila

Kegiatan pemanenan benih meliputi persiapan penampungan benih, pengeringan kolam, penangkapan benih dan pengangkutan. Pemanenan benih ikan sebaiknya dilakukan pagi atau sore hari.

1. Penampungan benih

Sebelum pengeringan kolam, terlebih dahulu dilakukan persiapan penampung benih. Penampung benih dapat berupa hapa atau bak. Air pada penampungan harus terus menerus mengalir, hal ini bertujuan untuk mensuplai oksigen ke dalam air wadah penampungan. Hapa yang akan digunakan untuk menampung benih di pasang didepan pipa pemasukkan air. Sebaiknya hapa di pasang di kolam yang paling dekat dengan kolam yang akan dipanen. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengangkutan benih yang telah di tangkap. Pemasangan hapa dilakukan dengan mengikat ke empat sudutnya ke patok bambu/kayu.

2. Pengeringan Kolam

Pengeringan kolam sebaiknya dilakukan pada pagi hari agar penangkapan benih dapat dilakukan sebelum suhu air naik. Pengeringan kolam harus dilakukan dengan hati-hati agar benih ikan dapat berkumpul pada kamalir sehingga memudahkan pemanenan. Pengeringan kolam diawali dengan menutup pintu pemasukkan air. Selanjutnya pada pintu pengeluaran air di

pasang saringan untuk mencegah benih ikan keluar kolam. Setelah di pasang saringan, pintu pengeluaran air di buka sedikit demi sedikit agar benih ikan tidak terbawa arus air.

3. Penangkapan benih

Setelah air kolam kering, benih ikan berkumpul di kamalir. Penangkapan benih dilakukan menggunakan seser atau ancho. Penangkapan benih di mulai dari hilir atau di depan pintu pengeluaran air. Benih ikan di depan pintu pengeluaran harus habis di tangkap. Jika benih ikan di hilir telah habis dilanjutkan ke lebih hulu sampai habis di depan pintu pemasukkan air (hulu).

Penangkapan benih ikan yang di mulai dari hilir bertujuan agar benih ikan tidak stres akibat kualitas air. Jika penangkapan benih di mulai dari hulu (depan pintu pemasukkan) maka benih ikan yang terdapat di hilir akan stres atau mabuk karena air dari hulu sudah kotor akibat lumpur. Pada saat panen sering terlihat ikan mengalami stres atau mabuk. Hal ini diakibatkan kualitas air kurang baik khususnya suhu, oksigen dan lumpur. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan mengalirkan air dari pipa pemasukkan. Jika masih terlihat benih ikan stres atau mabuk pemanenan dihentikan dan di tunda sampai besok atau hari lainnya.

Benih yang telah ditangkap di tampung dalam wadah pengangkutan berupa ember

atau alat lainnya. Benih pada wadah pengangkutan segera dikumpulkan di hapa tempat penampungan benih. Benih yang cacat, luka dan mati lebih banyak akibat penanganan. Penanganan tersebut biasa terjadi pada saat penangkapan dan pengangkutan benih ke tempat penampungan benih.

4.6.2. Pemanenan benih ikan patin

Tahap akhir dari pekerjaan memelihara benih ikan patin adalah memanen. Hasil dari memanen benih ikan tersebut merupakan evaluasi terhadap pekerjaan memelihara benih ikan patin tersebut. Jika hasilnya benih ikan banyak maka secara teknik produksi pekerjaan memelihara benih ikan tersebut dapat dikatakan berhasil. Tetapi kebalikannya jika hasilnya benih ikan sedikit maka pekerjaan memelihara benih ikan patin tersebut secara teknik produksi dapat dikatakan gagal.

Kapan benih ikan patin dipanen? Menentukan waktu/saat panen benih ikan patin biasanya tergantung dari lamanya memelihara benih ikan tersebut atau ukuran benih ikan

tersebut. Tetapi adakalanya jika kondisi ikan serta lingkungan ikan baik, ukuran benih ikan akan tercapai pada periode waktu pemeliharaan ikan tersebut seperti biasanya. Ukuran benih ikan dipanen adalah 2 inci (5 cm) setelah dipelihara selama 3 minggu dimulai dari ukuran ikan 1 inci. Pemanenan benih ikan patin dilakukan seperti memanen benih ikan lainnya. Setelah benih ikan tersebut dipanen, benih ikan ditampung dalam tempat penampungan baik berupa bak maupun fiberglass. Jangan lupa teknik aklimatisasi tetap dilakukan pada saat memasukkan benih ikan tersebut ke dalam tempat penampungan. Sebelum benih ikan patin diangkut ke tempat lain yang relatif jauh, benih ikan tersebut dipuasakan terlebih dahulu selama 1 hari. Pemuasaan tersebut dimaksudkan agar benih ikan mengeluarkan kotoran dari dalam perutnya, agar nanti pada saat benih ikan diangkut sudah tidak mengeluarkan kotoran lagi. Jika benih ikan masih mengeluarkan kotoran pada saat pengangkutan maka kondisi kualitas air media pengangkutan benih ikan akan dengan segera menurun sehingga tidak mustahil benih ikan akan segera mati.



Gambar 4.26. Pengemasan benih

Pengemasan benih ikan hasil pembesaran ini sebaiknya harus memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

- Jarak dan waktu tempuh
- Jumlah benih yang diangkut dalam wadah
- Kondisi kualitas air selama pengangkutan yang terpenting yaitu suhu air, salinitas air, pH dan oksigen didalam wadah pengangkutan. Suhu air yang baik untuk pengemasan ikan hidup adalah 15 – 20°C. Oleh karena itu sebaiknya pengangkutan dilakukan pada pagi atau malam hari, pH air yang baik adalah 7 – 8, jumlah oksigen didalam pengangkutan harus 3 kali jumlah air.

Pengemasan benih ikan dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu :

1. Sistem Tertutup

Sistem tertutup yaitu sistem pengemasan benih ikan dalam wadah tertutup seperti kantong plastik.

Cara yang dilakukan untuk pengangkutan benih ikan dengan kantong plastik adalah :

- Kantong plastik yang digunakan harus cukup air agar mata ikan tenggelam
- Rasio oksigen = air sekitar 3:1
- Plastik harus terikat dengan baik
- Masukkan plastik dalam Styrofoam dan tambahkan es batu yang terbungkus plastik lalu diselipkan diantara plastik dalam Styrofoam.

2. Sistem terbuka

Pengangkutan benih ikan sistem terbuka biasanya dilakukan untuk mengangkut benih ke lokasi yang dekat. Benih ikan tersebut dimasukkan kedalam wadah dan diberi aerasi selama pengangkutan. Dan suhu air diusahakan berkisar antara 15 – 20°C .

4.6.3. Pemanenan ikan mas

Panen merupakan tahap akhir dari suatu proses produksi dalam budidaya ikan. Tidak sedikit petani atau pengusaha ikan yang gagal dalam usaha budidaya ikan dikarenakan pada waktu panen, penanganan dan alat kelengkapannya kurang tepat. Penanganan ikan pada waktu panen bertujuan untuk :

1. Mengurangi atau menghindari kehilangan, kematian dan kerusakan ikan.
2. Mempertahankan kesegaran ikan setelah dipanen sampai tiba di konsumen.

Hasil panen ikan yang akan dijual dan dikonsumsi oleh masyarakat dijual dalam dua cara :

1. Ikan dalam keadaan hidup sampai ketangan konsumen.
2. Ikan dalam keadaan mati tetapi masih dalam kondisi segar.

Penentuan waktu panen biasanya diperoleh setelah dilakukan pengukuran berat badan ikan yang dipelihara. Berat badan ikan yang akan dijual sangat tergantung pada selera konsumen. Oleh karena itu sebelum melakukan panen harus dilakukan pengamatan terhadap permintaan pasar tersebut.

Dengan mengetahui data mengenai permintaan konsumen tentang ukuran ikan dan keadaan ikan (mati segar atau masih hidup) maka akan dapat dilakukan waktu pemanenan dan penentuan cara panen yang sesuai.

Waktu panen yang tepat adalah pada pagi hari atau sore hari. Hal ini dilakukan karena pada waktu pagi atau sore hari suhu air di kolam rendah sehingga ikan tidak stress pada saat dilakukan pemanenan.

Cara panen pada prinsipnya dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Panen selektif

Panen selektif biasa dilakukan jika pada waktu tebar ukuran ikan tidak seragam atau keinginan petani untuk menjual ikan dengan ukuran yang berbeda-beda. Alat yang digunakan biasanya lambit dan hapa/waring.

2. Panen total

Panen total dilakukan secara sekaligus dengan cara menguras air kolam dan di depan pintu pengeluaran telah dipasang waring atau hapa untuk memudahkan penangkapan ikan pada saat panen.

Untuk menghindari kematian ikan mas pada saat pemanenan, hal yang harus dilakukan jangan terjadi luka atau banyak sisik lepas karena penggunaan alat saat panen adalah:

1. Jagalah kondisi air agar tidak terlalu keruh, karena kotoran seperti lumpur atau larutan suspensi lainnya dapat menutupi labirin pada insang lele sehingga ikan tidak dapat bernafas.
2. Pemanenan tidak dilakukan pada saat hujan.
3. Waktu pemanenan tidak melebihi dari jam 10.00 atau bila cuaca panas sebaiknya pada sore hari (lebih dari jam 16.00).

Gunakan alat-alat pemanenan yang terbuat dari bahan halus seperti : seser, hapa agar tidak melukai ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel. 1989. **Water Pollutin Biology**. Dept of Biology. Sunderland Polytechnic. Halsted Press. New York.
- Affandi,R., DS Sjafei, MF Rahardjo dan Sulistiono. 1992. **Fisiologi Ikan**. Pusat Antar universitas Ilmu Hayati. IPB. Bogor.
- Agrara T. 1976. **Endokrinologi Umum**. Airlangga University Press. Yogyakarta.
- Alimuddin. 1994. **Pengaruh waktu awal kejutan panas terhadap keberhasilan Triploidisasi Ikan Lele Lokal (*Clarias batrachus L*)**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ath_Thar.M.H.F. 2007. **Efektivitas promoter β -actin ikan medaka *Oryzias latipes* dengan penanda gen hrGFP (humanized *Renilla reniformis Green Fluorescent Protein*) pada ikan lele *Clarias sp* keturunan F0**. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Andarwulan, dan S.Koswara. 1992. **Kimia Vitamin**. Rajawali Press. Jakarta.
- Anonymous. 1985. **Budidaya Rotifera (*Brachionus plicatilis OF Muller*) Seri Ke Tiga**. Proyek Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut. Serang.
- Antik, E dan Hastuti,W. 1986. **Kultur Plankton**. Direktorat Jenderal Perikanan bekerjasama dengan International Development Research Centre. Jakarta.
- Andrew JW, Sick LV. 1972. **Studies on the nutritional requirement of dietary penaeid shrimp**. Proceedings of the World Mariculture Society 3:403-414.
- Alava VR, Lim C. 1983. **The quantitative dietary protein requirement of *Penaeus monodon* juveniles in controlled environment**. Aquaculture 30:53-61.

- Avers CG. 1986. ***molecular cell biology***. Rutgers University. The Benjamin Cummings Publishing Co. Inc. 832 p.
- Baustista-Teruel MN, Millamena OM. 1999. ***Diet development and evaluation for juvenile abalone, Haliotis asinina: protein to energi levels***. Aquaculture 178:117-126.
- Bonyaratpalin.M. 1989. ***Methodologies for vitamin requirement studies. Fish Nutrition research in Asia***. Edited by S.S de Silva. Proceeding of Third Asian Fish Nutrition Network Meeting International Development. Reseach Center of Canada. 58 – 67
- Boyd. 1982. ***Water Quality Management for Pond Fish Culture***. Auburn University. Alabama. USA
- Borgstrom G. 1962. ***Fish as Food Volume III. Nutrition, Sanitation and Utilization***. Academic Press, New York and London.
- Bongers ABJ, EPC in't Veld, K Abo-Hashema, IM Bremmer, EH Eding, J.Komen, CJJ Richter. 1994. ***Androgenesis in common carp (Cyprinus carpio) using UV irradiation in synthetic ovarian fluid and heat shocks***. Aquaculture, 122 : 119 – 132.
- Catacuta,M.R and Coloso. 1997. ***Growth of juvenile Asian Seabass, Lates calcarifer fed varyng carbohydrate and lipid levels***. Aquaculture, 149: 137-144.
- Calduch-Giner. J.A, Duval H, Chesnel F, Boeuf G, Perez-Sanches J and Boujard D. 2000. ***Fish Growth Hormone Receptor : Molecular Characterization of Two Membrane-Anchored Forms***. Journal of the Endocrine Society : 3269 – 3273.
- Campbell.N.A; Reece. J.N; Mitchell. L.G. 2002. ***Biologi***. Edisi Kelima. Erlangga. Jakarta.
- Carman O. 1990. ***Ploidy manipulation in some warm water fish***. Master's Thesis. Departement of Aquatic Biosciences. Tokyo University of Fisheries. Japan.
- Carman O. 1992. ***Chromosome set manipulation in some warm water fish***. A Dissertation. Departement of Aquatic Biosciences. Tokyo University of Fisheries. Japan.
- Chumadi dkk. 1992. ***Pedoman Teknis Budidaya Pakan Alami Ikan dan Udang***. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.

- Cole, G.A. 1988. ***Textbook of Limnology. Third Edition.*** Waveland Press, Inc. Illinois, USA.
- Cowey, C.B and Walton, M.J. 1989. ***Intermedier metabolism***, p : 259-329. In. J.E Halver (Ed.), *Fish Nutrition*, 2nd. Academic Press. New York.
- Chris Andrews, Adrian Exell and Neville Carrington., 1988. ***The Manual of Fish Health.*** New Jersey: Tetra Press,
- Davis, D.A and Delhert MG III. 1991. ***Dietary Mineral Requirment of Fish and Shrimp.*** Pages : 49 – 65. In : *Proceedings of The Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop.* Akimaya, D.M and Ronni K.H.T. Singapore.
- Davis, C.C. 1955. ***The marine and freshwater plankton.*** Michigan state University Press. Chicago.
- De Silva, S and T.A. Anderson. 1995. ***Fish Nutrition in Aquaculture.*** Chapman & Hall, London.
- Dieter Untergasser Translation by Howard H. Hirschhorn, 1989. ***Handbook of Fish Diseases.*** T.F.H. Publications, Inc
- Devlin, R.H, C.A. Biagi, T.Y. Yaseki. 2004. ***Growth, viability and genetic characteristic of GH transgenic coho salmon strains.*** *Aquaculture* 236 : 607 – 632.
- Dunham RA. 2003. ***Aquaculture and Fisheries Biotechnology Genetic Approaches.*** CABI Publishing. Wallingford, Oxfordshire Ox 10.8 DE. UK.
- Effendi, H. 2000. ***Telaahan Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.*** Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Effendi, I. 2004. ***Pengantar Akuakultur.*** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Effendi. M.I. 1997. ***Biologi Perikanan.*** Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Fujaya. Y. 2004. ***Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknik Perikanan. Rineka Cipta.*** Jakarta.
- Gong Wu, Yonghua Sun & Zuayan Zhu. 2003. ***Growth hormone gene transfer in common carp.*** *Aquatic Living Resources* 16 : 416-420.

- Glick. B.R and Pasternak.J.J. 2003. ***Molecular Biotechnology : Principles and Applications of Recombinant DNA (Third Edition)***. ASM Press. Washington, D.C.
- Halver, J.E. 1988. ***Fish Nutrition***. Academic Press. San Diego.
- Hamre,K; B.Hjeltne; H.Kryj; S. Sandberg; M.Lorentzen; and O.Lie. 1994. ***Decesed Concentration of Haemoglobin, Accumulation of Lipid Oxidation Product's and unchanged Skeletal Muscel in Atlantik Salmon. Salmo salar Fed Low Dietary Vitamine E***. Physiology and Biochemistry. 12 (5) : 421 – 429.
- Harper. 1990. ***Biokimia***. EGC (Penerbit Buku Kedokteran). Jakarta.
- Hepher B. 1988. ***Nutrition of Pond Fish***. Cambridge University Press. Cambridge.
- Halver JE. 1989. ***Fish Nutritiion 2nd edition***. Academic Press Inc.
- Jean L Marx. 1991. ***Revolusi Bioteknologi***, diterjemahkan oleh Wildan Yatim . Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 513 hal.
- Jusuf.M. 2001. Genetika I. ***Struktur dan Ekspresi Gen***. Sagung Seto. Jakarta.
- Kobayashi S, Alimuddin, Tetsuro Morita, Misako Miwa, Jun Lu, Masato Endo, Toshio Takeuci dan Goro Yoshikazi. 2006. ***Transgenic nile Tilapia (Oreochromis niloticus) over-expressing growth hormone show reduced ammonia excretion***. Departement of Marine Biosciences Tokyo University of Marine Science and Technology. Tokyo. Japan.
- Koolman J and Rohm KH. 2001. ***Atlas berwarna dan teks biokimia***. Wanadi SI penerjemah. Sadikin M , editor. Jakarta : Hipokrates 2000.
- Kebijakan DKP: ***Perikanan Budidaya 2003 Pedoman Teknis Penanggulangan Penyakit Ikan Budidaya Laut***. Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia
- Kurniastuty, dkk., 2004. ***Hama dan Penyakit Ikan***. Balai budidaya Laut Lampung. Lampung.
- Kuksis,A dan S. Mookerjea. 1991. ***Kolin. Vitamin***. In Robert E. Olson (Eds), Jilid II. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Lewin, R.A. 1976. The Genetic of Algae.Blackwell scientific Publications Oxford. London. Edinburg.

LAMPIRAN A

- Linder, M.C. 1992. ***Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*** (Alih bahasa : A. Parakkasi dan A.Y. Amwila). UI Press. Jakarta.
- Linder, M.C. 1992. ***Nutrisi dan Metabolisme Mikromineral***. Hal : 261-344. Dalam : *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan pemakaian secara klinis*. Penerbit Universitas Indonesia. UI Press. Jakarta.
- Lovel T. 1988. ***Nutrition and feeding of fish***. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold. New York.
- Machin, L.J. 1990. ***Handbook of Vitamin***. Second Edition Revised and Expanded.
- Mc Vey, J.P and J.R. Moore. 1983. ***CRC Handbook of Marine Culture***. Vol I. Crustacean Aquaculture. CRC Press. Inc. Boca. Raton . Florida.
- Millamena, M.O, R.m. Coloso and F.P. Pascual. 2002. ***Nutrition in Tropical Aquaculture. Essential of fish nutrition, feeds and feeding of tropical aquatic species***. Aquaculture Departemen. Southeast Asian Fisheries Development Center. Tingbauan. Iloilo, Philipines.
- Muchtadi, D., Nurheni S.P, dan Made A. 1993. ***Metabolisme zat gizi*** : sumber, fungsi dan kebutuhan bagi tubuh manusia. J.2. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta
- Murray, R.K; D.K. Granner; P.A. Mayes; and V.W. Rodwell. 1999. ***Biokimia Harper***. Edisi 24. Penerbit Buku kedokteran EGC. Jakarta.
- Mujiman, A. 1987. ***Makanan Ikan***. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Matty. AS. 1985. ***Fish Endocrinology***. Croom Helm London & Sydney Timber Press. Portland. Oregon. 267p.
- Morales et all. 2001. ***Tilapia chromosomal growth hormone gene expression accelerates growth in transgenic zebra fish (Danio rerio)***. Marine Biotechnology. Vol 4. No.2.
- Muladno. 2002. ***Seputar Teknologi Rekayasa Genetika***. Pustaka Wirausaha Muda. Bogor. 123 hal.
- NRC. 1993. ***Nutrient Requirement of Fish. Water Fishes and Shellfish***. National Academy of Sciences. Washington DC.
- O.A Conroy and R.L Herman 1966. ***Textbook Of Fish Diseases. Eastern Fish Disease***. Laboratory, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife Leetown, West Virginia.

- Prentis. S. 1990. **Bioteknologi**, diterjemahkan oleh Wildan Yatim. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta 513 hal.
- Promega. 1999. **Technical Manual. pGEM – T and pGEM – T easy Vector System**. Instruction for use of products. USA.
- Pennak,R.W. 1978. **Freshwater Invertebrae of the United State.2nd ed. John Wiley and Sons**. New york.
- Prawirokusumo,S. 1991. **Biokimia Nutrisi (Vitamin)**. BPFE. Yogyakarta.
- Purdom. C.E. 1993. **Genetics and Fish Breeding**. Chapman & Hall. London.
- Randall, J.E., 1987. **A Pliraninary synopsis of the Grouper (Perciformes; Serranidae; epinephelinae)of the Indo – Pacific regionin J.J. Polovina, S. Raiston (editors)**. Tropical Sappers and Grouper ; Biologi and Fisheries Management. Westview Press inc., Boulder and London.
- Rahman. MA and Maclean N. 1992. **Production of transgenic tilapia (Oreochromis niloticus) by one-cell-stage microinjection**. Aquaculture, 105 (1992) 219 – 232. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam.
- Rocha A, S Ruiz, A Estepa and J.M Coll. 2004. **Application of Inducible and Targeted Gene Strategies to produce Transgenic Fish : A review**. Marine Biotechnology 6, 118 – 127. Springet-Verlag. New York. LLC.
- Sambrook.J, Fritssch, E.F, Maniatis,T. 1989. **Molecular Cloning. A Laboratory Manual**. Second edition. Cold Spring Harbor Lobaratory Press. USA.
- Suharsono dan Widyastuti,U. 2006. **Penuntun Praktikum Pelatihan Teknik Dasar Pengklonan Gen**. Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Suharsono. 2006. **Prinsip Pengklonan Gen Melalui Teknologi DNA Rekombinan**. Pelatihan Teknik Dasar Pengklonan Gen. Bogor.
- Sumantri.D. 2006. **Efektifitas ovaprim dan aromatase inhibitor dalam mempercepat pemijahan pada ikan lele dumbo Clarias sp. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 37 hal.
- Sumantadinata,K. 2005. **Materi narasumber Diklat Guru perikanan se Indonesia**. Departemen Pendidikan Nasional.

- Suyanto,R.S. 1999. **Budidaya Ikan Lele**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sandness,K. 1991. **Studies on Vitamin C in Fish Nutrition Dept of Fisheries and Marine Biologi**. University of Bergen Norway.
- Shiau,S.Y and C.W.Lan. 1996. **Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*)**. Aquaculture, 145: 259 – 266
- Shimeno,S.H, Hosokawa and M.Takeda. 1996. **Metabolic response of juvenile yellowtail to dietary carbohidrat to lipid ratios**. Fisheries Science, 62 : 945 - 949
- Sumantadinata, K., 1983. **Pengembangbiakan Ikan-ikan Peliharaan di Indonesia**. Sastra Hudaya.
- Sukma, O.M., 1987. **Budidaya Ikan**. Jakarta: Depdikbud.
- Suseno, 1994. **Pengelolaan Usaha Pembenihan Ikan Mas**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Shepherd,J and Bromage, N. 2001. **Intensive Fish Farming**. Blackwell Sciene Ltd. London.
- Steffens W. 1989. **Principles of Fish Nutrition**. Ellis Horwood Limited. John Wiley & Sons. England.
- Stephen Goddard. 1996. **Feed Management In : Intensive Aquaculture**. Chapman & Hall, New York.
- Syarizal. 1988. **Kadar optimum Vitamin E (α -Tocoferol) dalam Pakan Induk ikan (*Clarias batracus Linn*)**. Thesis. IPB. Bogor.
- Smith. 1982. **Introduction to Fish Physiology**. Publication Inc. England. P. 115.
- Tacon,A.G.J. 1987. **The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp a Training Manual**. FAO. Brazil.
- Tacon,A.G.j. 1991. **Proceeding of The Nutrition Workshop**. American Soybeen Association. Singapore.
- Takeuchi W. 1988. **Fish Nutrition and mariculture**. Departemen of aquatic Biosc. Tokyo University of Fisheries. JICA.

- Takeuchi; T.K. Watanabe; S. Satoh and T. Watanabe. 1992. **Requirements of Grass Carp Fingerling for α -Tocoferol**. Nipon. Suisan Galakkashi. 58 (9) : 743 – 1749.
- Teknologi Tepat Guna, 2005. **Pedoman Teknis Penanggulangan Penyakit Ikan Budidaya Laut**. Menteri Negara Riset dan Teknologi
- Taufik Ahmad, Erna Ratnawati, dan M. Jamil R. Yakob. 2002, **Budi Daya Bandeng Secara Intensif**. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tucker, C.S and Hargreaves, J.A. 2004. **Biology and culture of Channel Catfish**. Elsevier. B.V. Amsterdam.
- Volckaert.F.A, Hellemans.B.A, Galbusera.P, and Ollevier. F. 1994. **Replication, expression, and fate of foreign DNA during embryonic and larval development of the African catfish (*Clarias gariepinus*)**. Molecular Marine Biology and Biotechnology 3(2) 57 – 69.
- Watanabe, T. 1988. **Fish Nutrition and Mariculture. JICA Texbook The General Aquaculture Course**. Kanagawa International Fisheries Training Centre Japan International Cooperation agency.
- Wilson,R.P. 1994. **Utilization of dietary carbohydrate by fish**. Aquaculture, 124 : 67 – 80.
- Yoshimatsu, dkk., 1986. **Grouper final Report Marine Culture Research and Development in Indonesia**. ATA 192, JICA. P 103 – 129.
- Yatim W. 1996. **Genetika**. Tarsito . bandung . 124 hal.
- Zairin.M.J. 2003. **Endokrinologi dan perannya bagi masa depan Perikanan Indonesia. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Fisiologi Reproduksi dan Endokrinologi Hewan Air**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zairin.M.J. 2002. **Sex Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan dan Betina**. Penebar Swadaya. Jakarta.

GLOSARI

- Adenohipofisa : salah satu bagian dari kelenjar hipofisa yang mengandung sel-sel pensекреksi hormon prolaktin, hormon Adrenocorticotropic (ACTH), hormon pelepas tiroid (Thyroid Stimulating Hormone), hormon pertumbuhan (STH-Somatotropin) dan Gonadotropin. Pars intermedia mensekresi hormon pelepas melanosit (Melanocyte Stimulating Hormone).
- Adaptasi : Masa penyesuaian suatu organisme dalam lingkungan baru.
- Aerasi : Pemberian udara ke dalam air untuk penambahan oksigen
- Akrosom : Organel penghujung pada kepala sperma yang dikeluarkan yang berfungsi membantu sperma menembus sel telur.
- Aksi gen aditif : aksi gen yang mana fenotipe heterosigot merupakan intermedit antara kedua fenotipe homosigot, kedua alel tidak memperlihatkan dominansi, keduanya memberikan kontribusi yang seimbang dalam menghasilkan suatu fenotipe
- Aklimatisasi : Penyesuaian fisiologis terhadap perubahan salah satu faktor lingkungan
- Albinisme : kondisi genetik yang tidak sempurna yang menyebabkan organisme tidak membentuk pigmen
- Alel : Bentuk alternatif suatu gen
- Alel dominan : Alel yang diekspresikan secara penuh dalam fenotipe itu
- Alel resesif : Alel yang pemunculan fenotipenya ditutupi secara sempurna
- Aldehida : Molekul organik dengan gugus karbonil yang

terletak pada ujung kerangka karbon

Anabolisme	:	Pembentukan zat organik kompleks dari yang sederhana, asimilasi zat makanan oleh organisme untuk membangun atau memulihkan jaringan dan bagian-bagian hidup lainnya.
Anadromus	:	Ikan-ikan yang sebagian besar hidupnya dihabiskan dilaut dan bermigrasi ke air tawar untuk memijah.
Anafase	:	Tahap mitosis dan meiosis yang mengikuti metafase ketika separuh kromosom atau kromosom homolog memisah dan bergerak ke arah kutub gelendong.
Androgen	:	Hormon steroid jantan utama, misalnya testoteron
Androgenesis	:	Proses penjantanan
Antibiotik	:	Bahan kimiawi yang membunuh bakteri atau menghambat pertumbuhannya.
Antibodi	:	Imunoglobulin pengikat antigen yang dihasilkan oleh sel limfosit B, berfungsi sebagai efektor dalam suatu respon imun.
Antigen	:	Makromolekul asing yang bukan merupakan bagian dari organisme inang dan yang memicu munculnya respon imun.
Asam amino	:	Molekul organik yang memiliki gugus karboksil maupun gugus amino. Asam amino berfungsi sebagai monomer protein.
Asam deoksiribonukleat	:	Suatu molekul asam nukleat berbentuk heliks dan berantai ganda yang mampu bereplikasi dan menentukan struktur protein sel yang diwariskan.
Asam lemak (fatty acid)	:	Asam karboksilik dengan rantai karbon panjang. Asam lemak bervariasi panjang dan jumlah dan lokasi ikatan gandanya, tiga asam lemak berikatan dengan satu molekul gliserol akan membentuk lemak.

LAMPIRAN B

- Asam lemak jenuh (Saturated fatty acid) : Asam lemak dimana semua karbon dalam ekor hidrokarbonnya dihubungkan oleh ikatan tunggal, sehingga memaksimumkan jumlah atom hidrogen yang dapat berikatan dengan kerangka karbon.
- Asam lemak tak jenuh (Unsaturated fatty acid) : Asam lemak yang memiliki satu atau lebih ikatan ganda antara karbon-karbon dalam ekor hidrokarbon. Ikatan seperti itu mengurangi jumlah atom hidrogen yang terikat ke kerangka karbon.
- Asam nukleat : Suatu polimer yang terdiri atas banyak monomer nukleotida, yang berfungsi sebagai cetak biru untuk protein dan melalui kerja protein, untuk semua aktivitas seluler. Ada dua jenis yaitu DNA dan RNA.
- Asam amino essensial : Asam amino yang tidak dapat disintesis sendiri oleh tubuh hewan sehingga harus tersedia dalam makanan.
- Aseksual : Perkembangbiakan tidak melalui perkawinan
- Autosom : Kromosom yang secara tidak langsung terlibat dalam penentuan jenis kelamin, sebagai kebalikan dari kromosom seks.
- Auksospora : Sel-sel yang besar berasal dari perkembangbiakan zigot baru
- Backcross : Bentuk perkawinan yang sering digunakan dalam pemuliaan yaitu mengawinkan kembali antara anak dan orangtuanya yang sama untuk beberapa generasi.
- Basofil : Bersifat menyerap basa.
- Benthos : Organisme yang hidup di dasar perairan
- Blastomer : Sel-sel anak yang dihasilkan selama pembelahan zygot.
- Blastula : Rongga yang terbentuk selama fase pembelahan zigot.
- Blastulasi : Proses pembentukan blastula

Biomassa	:	Bobot kering bahan organik yang terdiri atas sekelompok organisme di dalam suatu habitat tertentu atau bobot seluruh bahan organik pada satuan luas dalam suatu waktu tertentu.
Budidaya	:	Usaha yang bermanfaat dan memberi hasil, suatu sistem yang digunakan untuk memproduksi sesuatu dibawah kondisi buatan.
Closed Breeding	:	Perkawinan yang dekat sekali kaitan keluarganya, misalnya antara anak dan tetua atau antara antar saudara sekandung.
Cyste	:	Fase dorman dari crustacea karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai
Dekomposer	:	Fungi dan bakteri saprotropik yang menyerap nutrisi dari materi organik yang tidak hidup seperti bangkai, materi tumbuhan yang telah jatuh dan buangan organisme hidup dan mengubahnya menjadi bentuk anorganik.
Densitas	:	Jumlah individu persatuan luas atau volume atau masa persatuan volume yang biasanya dihitung dalam gram/cm ³ atau jumlah sel/ml.
Deoksiribosa	:	Komponen gula pada DNA, yang gugus hidroksilnya kurang satu dibandingkan dengan ribosa, komponen gula pada RNA
Detritus	:	Materi organik yang telah mati atau hancuran bahan organik yang berasal dari proses penguraian secara biologis.
Disipon	:	Membersihkan badan air dengan mengeluarkan kotoran bersama sebagian jumlah air.
Disucihamakan	:	Disterilkan dari jasad pengganggu.
Dorsal	:	Bagian punggung
Diagnosis	:	Proses pemeriksaan terhadap suatu hal
Diferensiasi gonad	:	Proses penentuan kelamin dengan pernyataan fenotipe melalui perkembangan alat kelamin dan ciri-ciri kelamin.

LAMPIRAN B

Diploid	: Keadaan perangkat kromosom bila setiap kromosomnya diwakili dua kali ($2n$)
Diploidisasi	: Penggandaan jumlah kromosom pada sel-sel haploid
Donor	: Pemberi sumbangan
Dormant	: Telur yang dibuahi dan merupakan dinding tebal dan jika menetas menjadi betina amiktik.
Ekspresi gen	: Pengejewantahan bahan genetik pada suatu makhluk hidup sebagai keseluruhan jumlah tabiat yang khas.
Elektroforesis gel	: Pemisahan asam nukleat atau protein berdasarkan ukuran dan muatan listriknya, dengan cara mengukur laju pergerakannya melalui suatu medan listrik dalam suatu gel.
Embriogenesis	: Proses perkembangan embrio
Endokrin	: Kelenjar/sel yang menghasilkan hormon
Enzim	: Molekul protein kompleks yang dihasilkan oleh sel dan bekerja sebagai katalisator dalam berbagai proses kimia didalam tubuh makhluk hidup.
Enzim restriksi	: Enzim yang digunakan untuk memotong fragmen DNA yang memiliki sekuen tertentu.
Estrogen	: Hormon seks steroid betina yang utama.
Eukaryot	: Makhluk yang sel-selnya mengandung inti sejati yang diselimuti selaput inti, mengalami meiosis, membelah dengan mitosis dan enzim oksidatifnya dikemas dalam mitokondria.
Fekunditas	: Jumlah sel telur yang dihasilkan oleh seekor hewan betina pertahun atau persatuan berat hewan.
Feminisasi	: Proses pembetinaan

Fenotipe	:	Ciri fisik dan fisiologis pada suatu organisme atau sifat yang terlihat pada makhluk hidup yang dihasilkan oleh genotipe bersama-sama dengan faktor lingkungan.
Feromon	:	Sinyal kimiawi atsiri dan kecil yang berfungsi dalam komunikasi diantara hewan-hewan dan bertindak sangat mirip dengan hormon dalam mempengaruhi fisiologi dan tingkah laku.
Fertilisasi	:	Penyatuan gamet haploid untuk menghasilkan suatu zigot diploid.
Flagella	:	Tonjolan berbentuk cambuk pada salah satu sel untuk alat gerak.
Fotosintesis	:	Pengubahan energi cahaya menjadi energi kimiawi yang disimpan dalam glukosa atau senyawa organik lainnya.
Galur	:	Pengelompokkan anggota-anggota jenis yang hanya memiliki satu atau sejumlah ciri, biasanya bersifat homozigot dan dipertahankan untuk keperluan percobaan genetika.
Gamet	:	Sel sperma atau telur haploid, gamet menyatu selama reproduksi seksual untuk menghasilkan suatu zigot diploid.
Gastrula	:	Tahapan pembentukan embrio berlapis dua dan berbentuk piala.
Gastrulasi	:	Proses pembentukan gastrula dari blastula atau proses pembentukan tiga daun kecambah ektoderm, mesoderm dan endoderm.
Gelendong	:	Kumpulan mikrotubula yang menyelaraskan pergerakan kromosom selama pembelahan eukariotik.
Gen	:	Bagian kromosom yang mengatur sifat-sifat keturunan tertentu atau satuan informasi yang terdiri atas suatu urutan nukleotida spesifik dalam DNA.

LAMPIRAN B

Generasi F1	: Turunan pertama atau turunan hibrid dalam fertilisasi-silang genetik.
Generasi F2	: Keturunan yang dihasilkan dari perkawinan generasi hibrid F1.
Genom	: Komplemen lengkap gen-gen suatu organisme, materi genetik suatu organisme.
Genotipe	: Kandungan genetik suatu organisme.
Ginogenesis	: Proses perkembangan embrio yang berasal dari telur tanpa kontribusi material genetik jantan
Gonad	: Organ seks jantan dan betina, organ penghasil gamet pada sebagian besar hewan.
Gonadotropin	: Hormon yang merangsang aktivitas testes dan ovarium.
Haploid	: Memiliki jumlah kromosom yang khas untuk gamet makhluknya.
Heritabilitas	: Keragaman fenotipe yang diakibatkan oleh aksi genotipe atau menggambarkan tentang persentase keragaman fenotipe yang diwariskan dari induk kepada keturunannya. Dinotasikan dengan huruf h^2 dengan nilai berkisar antara 0 – 1.
Hermaphrodit	: Individu yang mempunyai alat kelamin jantan dan betina.
Heliks ganda	: Bentuk DNA asli
Haemoglobin	: Protein mengandung besi dalam sel darah merah yang berikatan secara reversibel dengan oksigen.
Herbivora	: Hewan heterotropik yang memakan tumbuhan.
Heterozigot	: Mempunyai dua alel yang berbeda untuk suatu sifat genetik tertentu.
Heterosis	: Suatu ukuran untuk menilai keunggulan dan ketidakunggulan hibrid

Hibrid	:	Turunan dari tetua yang secara genetik sangat berbeda, bahkan mungkin berlainan jenis atau marga.
Hibridisasi	:	Perkawinan antara individu yang berbeda atau persilangan.
Hipofisasi	:	Salah satu teknik dalam pengembangbiakan ikan dengan cara menyuntikkan ekstrak kelenjar hipofisa kepada induk ikan untuk mempercepat tingkat kematangan gonad.
Hipotalamus	:	Bagian ventral otak depan vertebrata, yang berfungsi dalam mempertahankan homeostasis, khususnya dalam mengkoordinasikan sistem endokrin dengan sistem saraf.
Histon	:	Protein kecil dengan porsi besar yang terdiri dari asam amino bermuatan positif yang berikatan dengan DNA bermuatan negatif dan berperan penting dalam struktur kromatinnya.
Homeostasis	:	Kondisi fisiologis yang mantap dalam tubuh.
Homozigot	:	Mempunyai dua alel yang identik untuk suatu sifat tertentu.
Hormon	:	Bahan kimia pembawa sinyal yang dibentuk dalam sel-sel khusus pada kelenjar endokrin. Hormon disekresikan ke dalam darah kemudian disalurkan ke organ-organ yang menjalankan fungsi-fungsi regulasi tertentu secara fisiologik dan biokimia.
Ikan transgenik	:	Ikan yang memiliki DNA asing didalam tubuhnya
Inaktivasi sperma	:	Menonaktifkan sperma
Inbreeding	:	Perkawinan antara individu-individu yang sekerabat yaitu berasal dari jantan dan betina yang sama.
Infeksi Retroviral	:	Salah satu metode transfer gen. Metode ini menggunakan gen-gen heterogen yang dimasukkan ke dalam genome virus dan dapat dipindahkan kepada inang yang terinfeksi virus tersebut.

LAMPIRAN B

Inkubasi	:	Masa penyimpanan
Interfase	:	Fase dimana tidak ada perubahan pada inti sel, waktu istirahat.
Karakter kuantitatif	:	Suatu ciri yang dapat diturunkan dalam suatu populasi yang bervariasi secara kontinu sebagai akibat pengaruh lingkungan dan pengaruh tambahan dua atau lebih gen.
Kariotipe	:	Metode pengorganisasian kromosom suatu sel dalam kaitannya dengan jumlah, ukuran dan jenis.
Katadromus	:	Ikan-ikan yang sebagian besar hidupnya dihabiskan di perairan tawar dan bermigrasi ke laut untuk memijah.
Kelenjar hipofisa	:	Kelenjar kecil dibagian otak bawah yang menghasilkan berbagai macam hormon yang dibutuhkan pada makhluk hidup .
Kromosom	:	Struktur pembawa gen yang mirip benang yang terdapat di dalam nukleus.
Kopulasi	:	Proses perkawinan
Kista	:	Suatu stadia istirahat pada hewan cladocera atau crustacea tingkat rendah.
Larva	:	Organisme yang belum dewasa yang baru keluar dari telur atau stadia setelah telur menetas.
Larutan hipoklorit	:	Larutan yang mengandung HClO
Lokus	:	Tempat khusus disepanjang kromosom tertentu dimana gen tertentu berada.
Maskulinisasi	:	Penjantanan.
Meiosis	:	Tipe pembelahan sel dan nukleus ketika jumlah kromosom direduksi dari diploid ke haploid.
Metasentrik	:	Kromosom yang sentromernya terletak ditengah-tengah.

Metafase	:	Tahapan mitosis dan meiosis ketika kromosom mencapai keseimbangan posisi pada bidang ekuator.
Metamorfosis	:	Perubahan bentuk organisme dalam daur hidup
Mikropil	:	Lubang kecil pada telur tempat masuknya sperma.
Mikroinjeksi	:	Metode yang digunakan dalam mengintroduksi DNA asing ke dalam pronukleus atau sitoplasma telur yang telah terbuahi. DNA asing disuntikkan pada saat fase 1-2 sel.
Mitosis	:	Proses pembelahan nukleus pada sel eukariotik yang secara konvensional dibagi menjadi lima tahapan : profase, prometafase, metafase, anafase, dan telofase. Mitosis mempertahankan jumlah kromosom dengan cara mengalokasikan kromosom yang direplikasikan secara sama ke masing-masing nukleus anak.
Morula	:	Sekelompok sel anak (blastomer) yang terbentuk selama fase pembelahan zygot.
Nauplii	:	Bentuk stadia setelah menetas pada crustacea atau copepoda.
Neurohipofisa	:	Bagian dari kelenjar hipofisa, terdiri dari pars nervosa yang berfungsi mensekresi Oxytocin, Arginin Vasotocin dan Isotocin
Omnivore	:	Organisme pemakan segala
Ovarium	:	Kelenjar kelamin betina yang menghasilkan ovum.
Ovipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur.
Ovivipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur tetapi telur tersebut menetas dalam tubuh induknya.
Outbreeding	:	Perkawinan antara individu-individu yang tidak sekerabat (berbeda induknya), masih dalam satu varietas atau beda varietas.

LAMPIRAN B

Ovulasi	:	Proses terlepasnya sel telur dari folikel.
Partenogenesis	:	Perkembangbiakan telur menjadi individu baru tanpa pembuahan telur dan menghasilkan telur diploid.
Pemijahan	:	Proses peletakan telur atau perkawinan
Pigmen	:	Zat warna tubuh
Plasmid	:	Molekul DNA sirkular yang bereplikasi pada sel-sel bakteri secara independent.
Polar body	:	Sel telur hasil pembelahan meiosis yang tidak memiliki sitoplasma.
Profase	:	Tahap pertama meiosis dan mitosis ketika kromosom mulai jelas terlihat.
Progeni	:	Keturunan yang berasal dari sumber yang sama, anak cucu
Poliploidisasi	:	Proses pergantian kromosom dimana individu yang dihasilkan mempunyai lebih dari dua set kromosom.
Reproduksi	:	Proses perkembangbiakan baik secara aseksual maupun seksual.
Seleksi	:	Pemisahan populasi dasar yang digunakan ke dalam kedua kelompok, yaitu kelompok terpilih dan kelompok yang harus terbuang.
Sentromer	:	Bagian kromosom yang terletak pada titik ekuator kumparan pada metafase, tempat melekat benang penarik gelendong, posisi sentromer menentukan bentuk kromosom.
Seks reversal	:	Proses pembalikan kelamin dengan menggunakan metode tertentu.
Spermatogenesis	:	Proses perkembangan spermatogonium menjadi spermatis
Spermatogonium	:	Sel-sel kecambah untuk membentuk sperma

Spermatozoa	: Sel gamet jantan dengan inti haploid yang memiliki bentuk berekor.
Spermiasi	: Proses dimana spermatozoa dilepaskan dari cyste dan masuk kedalam lumen.
Spermiogenesis	: Proses metamorfosa spermatid menjadi spermatozoa
Submetacentrik	: Sentromer terletak pada ujung kromosom yang memiliki dua lengan yang tidak sama panjangnya.
Subtelocentrik	: Sentromer juga terletak pada ujung kromosom namun masih jelas terlihat adanya lengan pendek.
Spektrofotometer	: Suatu instrumen yang mengukur porsi dari cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda yang diserap dan dihantarkan oleh suatu larutan berpigmen.
Telofase	: Tahap akhir dari mitosis atau meiosis ketika pembagian sitoplasma dan penyusunan inti selesai.
Testis	: Gonad yang berperan menghasilkan sperma
Tetraploid	: Individu yang mempunyai empat perangkat kromosom haploid pada nukleusnya.
Triploid	: Individu yang mempunyai tiga perangkat kromosom haploid pada nukleusnya.
Triploidisasi	: Proses pembuatan organisme triploid dengan menggunakan kejutan suhu untuk menahan polar body II atau menahan pembelahan mitosis awal.
Vitellogenesis	: Proses deposisi kuning telur, dicirikan oleh bertambah banyaknya volume sitoplasma yang berasal dari vitelogenin eksogen yang membentuk kuning telur.
Zygot	Sel diploid sebagai hasil perpaduan gamet jantan dan gamet betina haploid.

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1.1.	Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	4
1.2.	Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4
1.3.	Ikan Gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>)	4
1.4.	Udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	4
1.5.	Ikan Patin (<i>Pangasius hiphotalamus</i>)	4
1.6.	Ikan Bawal (<i>Colosoma brachyponum</i>)	5
1.7.	Ikan Tawes (<i>Puntius gonionotus</i>)	5
1.8.	Ikan Tambakan (<i>Helostoma temmincki</i>)	5
1.9.	Ikan Sepat (<i>Trichogaster pectoralis</i>)	5
1.10.	Ikan Kowan (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	5
1.11.	Ikan Lele (<i>Clarias</i> sp)	5
1.12.	Ikan Sidat (<i>Anguilla</i> sp)	6
1.13.	Udang vanamei (<i>Penaeus vannamei</i>)	6
1.14.	Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	6
1.15.	Kerapu Merah (<i>Plectopomus maculates</i>)	6
1.16.	Ikan Kakap putih (<i>Lates calcarifer</i>)	6
1.17.	Ikan Kerapu (<i>Chromileptes altivelis</i>)	6
1.18.	Ikan Betutu (<i>Oxyeleotris marmorata</i>)	6
1.19.	Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>)	6
1.20.	Ikan Beronang (<i>Siganus gutatus</i>)	7
2.1	Kolam tanah	22
2.2	Kolam semiintensif	22
2.3	Kolam intensif	22
2.4	Kolam Pemijahan	23
2.5	Kolam Penetasan	23
2.6	Kolam Pemeliharaan	23
2.7	Kolam Pemberokan	24
2.8	Bak beton	24
2.9	Bak Fiber	24
2.10	Bak Plastik	24
2.11	Akuarium Kelompok	25
2.12	Akuarium sejenis	26
2.13	Akuarium Tanaman	26
2.14	Kolam jaring terapung tampak atas	26
2.15	Kolam jaring terapung tampak depan	27
2.16	Bentuk pematang trapesium sama kaki	28
2.17	Bentuk pematang trapesium tidak sama kaki	28
2.18	Kemiringan dasar kolam	28
2.19	Saluran tengah atau kemalir	29
2.20	Pintu pemasukan dan pengeluaran air di tengah	29
2.21	Pintu pemasukan dan pengeluaran air di sudut	29

2.22	Pintu pemasukan dan pengeluaran air bentuk L	30
2.23	Pintu pemasukan dan pengeluaran air system monik	30
2.24	Pemasukan dan pengeluaran air pipa paralon	30
2.25	Meletakkan lembaran kaca	32
2.26	Mengukur kaca	32
2.27	Memotong kaca	32
2.28	Menghaluskan bagian pinggir kaca	32
2.29	Lem silicon dan alat tembak lem	33
2.30	Penggunaan alat tembak lem	33
2.31	Lakban pada kaca	34
2.32	Mengeringkan akuarium	34
2.33	Kerangka jarring apung	37
2.34	Pelampung drum besi	38
2.35	Jangkar	38
2.36	Pola jarring	41
2.37	Pengeringan dasar kolam	43
2.38	Mengairi kolam	46
2.39	Sanitasi bak budidaya	48
3.1	Termometer	71
3.2	Secchi disk	71
3.3	Salinometer	71
3.4	Refraktometer	71
3.5	Flow meter	71
3.6	DO meter	71
3.7	pH meter	72
3.8	Kerta Lakmus	72
3.9	Planktonnet	72
3.10	Haemocytometer	72
3.11	Ekman Dredge	72
3.12	Spektrofotometer	72
4.1	Diagram skematik perkawinan dua tipe linebreeding	95
4.2	Induk ikan lele betina dan genital papilla	96
4.3	Induk ikan lele jantan dan genital papilla	97
4.4	Induk ikan mas betina dan genital papilla	100
4.5	Induk ikan mas jantan dan genital papilla	100
4.6	Induk ikan nila	102
4.7	Induk ikan patin jantan dan betina	102
4.8	Kanulasi induk ikan patin	103
4.9	Skema pengaturan sekresi hormone	105
4.10	Letak dan jenis kelenjar endokrin ikan dari arah depan	106
4.11	Mekanisme hormone steroid	109
4.12	Representasi diagram pada penampang sagital otak	110
4.13	Pengambilan kelenjar hipofisa	111
4.14	Penggerusan kelenjar hipofisa	112
4.15	Pemutaran alat sentrifuse	112
4.16	Pembuatan ekstrak kelenjar hipofisa	112

LAMPIRAN C

4.17	Pengambilan kelenjar ekstrak hipofisa	112
4.18	Penyuntikan ekstrak kelenjar hipofisa	113
4.19	Pemasangan kakaban dikolam pemijahan cara Sunda	118
4.20	Kolam pemijahan cara Cimindi	119
4.21	Kolam pemijahan cara Magek	120
4.22	Kolam pemijahan cara Kantong	121
4.23	Kolam pemijahan cara Dubish	122
4.24	Kolam pemijahan cara Hofer	123
4.25	Diagram susunan kolam pemijahan bersekat	129
4.26	Sampling benih ikan	145
4.27	Pengemasan benih	159
6.1	Disk mill	283
6.2	Hammer mill	283
6.3	Vertical mixer	284
6.4	Horizontal mixer	284
6.5	Alat penggiling daging	286
6.6	Alur proses pembuatan pakan skala pabrikasi	287
6.7	Silo	287
6.8	Alat pengukur kadar air	293
6.9	Peralatan pengukuran kadar protein	294
6.10	Peralatan pengukuran kadar lemak	294
6.11	Peralatan pengukuran kadar serat kasar	295
6.12	Peralatan pengukuran kadar abu	296
6.13	Metode pemberian pakan dengan tangan	323
6.14	Ametode pemberian pakan dengan demand feeder	323
7.1	<i>Chlorella</i> sp	331
7.2	<i>Tetrasemis</i> sp	332
7.3	<i>Scenedesmus</i> sp	332
7.4	<i>Skeletonema costatum</i>	333
7.5	<i>Spirulina</i> sp	333
7.6	<i>Brachionus</i> sp	334
7.7	<i>Artemia salina</i>	334
7.8	<i>Moina</i> sp	335
7.9	<i>Daphnia</i> sp	335
7.10	<i>Paramecium</i>	335
7.11	<i>Tubifex</i> sp	335
7.12	Erlemeyer	336
7.13	Cawan Petri	337
7.14	Jarum ose	337
7.15	Pipet kaca	337
7.16	Tabung reaksi	337
7.17	Mikroskop	337
7.18	Bak fiber	338
7.19	Aerator	338
7.20	<i>Daphnia</i> sp (bagian-bagian tubuh)	360
7.21	Kemasan cyst Artemia	367

7.22	Perkembangbiakan Artemia	373
7.23	Rotifera	382
7.24	Daur hidup rotifer	384
7.25	Tubifex	391
7.26	Daur hidup tubifex	392
8.1	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	405
8.2	Siklus hidup <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	406
8.3	<i>Trichodina</i> tampak bawah	407
8.4	<i>Trichodina</i> tampak atas	407
8.5	<i>Myxobolus</i> sp	407
8.6	<i>Myxosoma</i> sp	408
8.7	<i>Thelohanellus</i> sp	408
8.8	<i>Henneguya</i> sp	408
8.9	<i>Dactylogyrus</i> sp	409
8.10	<i>Gyrodactilus</i> sp	409
8.11	<i>Lernea</i> sp	410
8.12	<i>Argulus indicus</i> tampak bawah	411
8.13	<i>Saprolegnia</i> sp	411
8.14	<i>Achlya</i> sp	411
8.15	<i>Aeromonas</i> sp	412
8.16	Mekanisme kerja mekanik	413
8.17	Penumpukan partikel pada media filter mekanik	414
8.18	Filter air	415
8.19	Dropsy pada ikan plati dan cupang	418
8.20	Dropsy tampak samping	419
8.21	Akumulasi cairan	419
8.22	Contoh kasus kelainan gelembung renang	420
8.23	Gejala umum ulcer	421
8.24	Ikan terserang white spot	422

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
1.1	Komoditas akuakultur yang sudah lazim dibudidayakan dalam system budidaya di Indonesia	3
2.1	Perbandingan antara ukuran akuarium dengan ketebalan kaca	31
2.2	Jenis pelampung dan lama pemakaian	37
2.3	Ukuran mata jaring yang digunakan berdasarkan ukuran ikan yang dibudidayakan	39
2.4	Perbandingan jumlah mata jarring yang harus dipotong dalam berbagai ukuran kantong jarring dan mata jaring.	42
2.5	Dosis kapur tohor (CaO)	45
3.1	Pengaruh suhu air terhadap respon konsumsi pakan	56
3.2	Hubungan antara kadar oksigen terlarut dan suhu	60
3.3	Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan	62
3.4	Presentase ammonia bebas terhadap ammonia total	66
3.5	Kriteria kualitas air Golongan C	69
3.6	Parameter kualitas air untuk budidaya ikan dan peralatan pengukuran yang dapat digunakan	70
4.1	Perbandingan strategi, keuntungan dan kerugian dari seleksi individu (A), seleksi within family (B) dan seleksi between family (C)	78
4.2	Pengaruh silang dalam terhadap frekuensi genotype dan frekuensi alel dalam lokus	94
4.3	Ciri-ciri induk jantan dan betina ikan mas	99
4.4	Ciri-ciri induk jantan dan betina ikan mas matang gonad	99
4.5	Ciri-ciri induk jantan dan betina ikan nila	101
4.6	Dosis pengapuran untuk menetralkan dari berbagai jenis tekstur tanah dan pH awal yang berbeda	128
4.7	Perkembangan stadia embrio ikan lele pada suhu 28 °C	134
4.8	Lama pemeliharaan ikan mas berdasarkan sistem pemeliharaan	150
5.1	Kebutuhan energi untuk ikan Salmon	166
5.2	Kebutuhan energi untuk Catfish	166
5.3	Nama dan singkatan asam amino	171
5.4	Kebutuhan asam amino essensial pada beberapa jenis ikan dalam % protein pakan	178
5.5	Tingkat kebutuhan protein optimal (% berat kering pakan) pada beberapa jenis ikan budidaya	182
5.6	Klasifikasi karbohidrat	184

5.7	Nilai pencernaan karbohidrat berdasarkan kadar dan sumbernya oleh beberapa ikan budidaya	188
5.8	Kebutuhan optimum karbohidrat dalam pakan untuk pertumbuhan beberapa ikan budidaya	190
5.9	Nama umum asam lemak	194
5.10	Kelompok asam lemak unsaturated jenuh	195
5.11	Kebutuhan asam lemak essensial pada ikan	196
5.12	Komposisi asam lemak essensial pada berbagai sumber lipid (g/100 g asam lemak)	197
5.13	Penggolongan beberapa sumber vitamin A	202
5.14	Kebutuhan vitamin A beberapa spesies ikan budidaya	203
5.15	Kekurangan vitamin A pada beberapa jenis ikan	203
5.16	Kebutuhan vitamin D beberapa spesies ikan budidaya	205
5.17	Kebutuhan vitamin E beberapa spesies ikan budidaya	207
5.18	Kriteria respon ikan terhadap pemberian vitamin E sesuai dengan kebutuhan ikan budidaya	208
5.19	Gejala kekurangan vitamin E pada beberapa ikan budidaya	209
5.20	Kebutuhan tiamin dalam pakan	211
5.21	Tanda-tanda kekurangan tiamin A pada ikan budidaya	212
5.22	Kebutuhan vitamin B2 dalam pakan ikan	213
5.23	Tanda-tanda kekurangan riboflavin pada ikan budidaya	214
5.24	Kebutuhan vitamin B6 dalam pakan ikan	215
5.25	Tanda-tanda kekurangan piridoksin pada ikan budidaya	216
5.26	Kebutuhan vitamin B5 dalam pakan ikan	218
5.27	Tanda-tanda kekurangan asam pantotenat pada ikan budidaya	218
5.28	Kebutuhan biotin dalam pakan ikan	220
5.29	Tanda-tanda kekurangan biotin pada ikan budidaya	220
5.30	Kebutuhan asam folat dalam pakan ikan	221
5.31	Tanda-tanda kekurangan asam folat pada ikan budidaya	222
5.32	Kebutuhan vitamin B12 dalam pakan ikan	223
5.33	Tanda-tanda kekurangan vitamin B12 pada ikan budidaya	223
5.34	Kebutuhan Niasin dalam pakan ikan	224
5.35	Tanda-tanda kekurangan Niasin pada ikan budidaya	225
5.36	Kebutuhan inositol dalam pakan ikan	226
5.37	Tanda-tanda kekurangan inositol pada ikan budidaya	226
5.38	Kebutuhan Kolin dalam pakan ikan	227
5.39	Tanda-tanda kekurangan kolin pada ikan budidaya	228
5.40	Kebutuhan vitamin C dalam pakan ikan	229
5.41	Tanda-tanda kekurangan vitamin C pada ikan budidaya	230

LAMPIRAN C

5.42	Kebutuhan mineral makro dalam pakan pada berbagai jenis ikan air tawar (mg/kg atau g/kg berat kering)	237
5.43	Kebutuhan mineral mikro dalam pakan pada berbagai jenis ikan air tawar (mg/kg atau g/kg berat kering)	237
5.44	Kebutuhan zat besi pada beberapa jenis ikan	238
5.45	Kebutuhan mineral seng pada beberapa jenis ikan	239
5.46	Kebutuhan mangan pada beberapa jenis ikan	240
5.47	Kebutuhan mineral tembaga pada beberapa jenis ikan	241
6.1	Beberapa jenis ikan berdasarkan kebiasaan makannya	247
6.2	Kandungan nutrisi bahan baku nabati	251
6.3	Kandungan nutrisi bahan baku hewani	252
6.4	Kandungan nutrisi bahan baku limbah pertanian	252
6.5	Rekomendasi penggunaan bahan baku untuk pakan ikan dan udang dalam %	254
6.6	Jenis dan kandungan nutrisi bahan baku ikan karnivora	255
6.7	Hasil analisa proksimat bahan baku	256
6.8	Bahan baku pakan yang mengandung zat antinutrisi dan cara menghilangkan zat antinutrisi	285
6.9	Acuan bentuk dan tipe pakan buatan untuk ikan budidaya	291
6.10	Skedul pemberian pakan dalam usaha budidaya ikan	320
6.11	Skedul pemberian pakan pada udang	321
6.12	Jumlah pakan harian pudang dengan kelangsungan hidup 80%	322
7.1	Komposisi pupuk pada media stok murni kultur algae	341
7.2	Komposisi Trace Metal Solution	341
7.3	Komposisi pupuk pada phytoplankton air tawar	342
7.4	Komposisi pupuk phytoplankton semi masal	346
7.5	Komposisi pupuk kultur missal	347
7.6	Komposisi campuran vitamin pada media Dphnia	363
7.7	Komposisi bahan kimia untuk membuat air laut kadar garam 5 permill	371
7.8	Komposisi bahan kimia untuk membuat air laut kadar garam 30 permill	372
7.9	Ukuran badan dan nilai kalori rotifer	383
7.10	Kandungan komposisi beberapa bahan bioenkapsulasi	398
8.1	Bahan ekstrak dari tumbuh-tumbuhan serta dosisnya	402
8.2	Obat dan bahan kimia yang digunakan pengobatan penyakit ikan	443

ISBN 978-602-8320-19-1
ISBN 978-602-8320-20-7

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 24,706,00