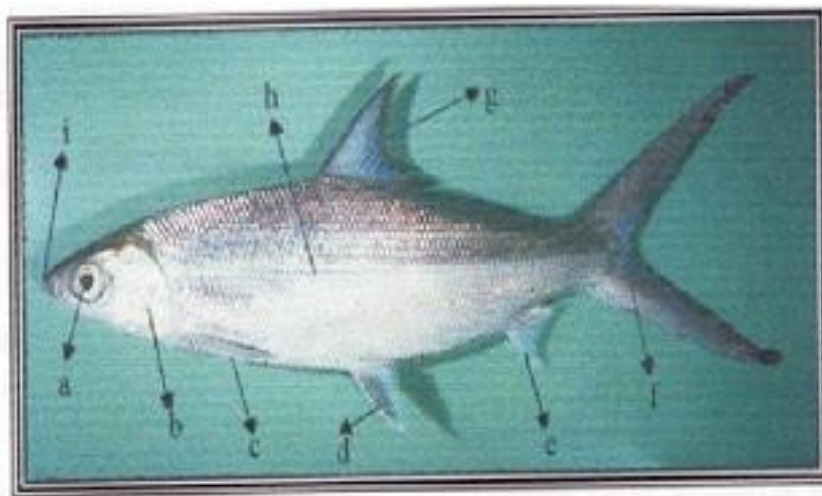


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Klasifikasi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Ikan bandeng yang dalam bahasa latin adalah *Chanos chanos*, bahasa Inggris *Milk fish*, pertama kali ditemukan oleh seseorang yang bernama Dane Forsskal pada Tahun 1925 di laut merah. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) termasuk dalam famili *Chanidae* (*Milk Fish*) yaitu jenis ikan yang mempunyai bentuk memanjang, padat, pipih (*compress*) dan oval. Memiliki tubuh yang panjang, ramping, padat, pipih, dan oval. menyerupai torpedo. Perbandingan tinggi dengan panjang total sekitar 1 : (4,0-5,2). Sementara itu, perbandingan panjang kepala dengan panjang total adalah 1 : (5,2-5,5) (Sudrajat, 2008). Ukuran kepala seimbang dengan ukuran tubuhnya, berbentuk lonjong dan tidak bersisik. Bagian depan kepala (mendekati mulut) semakin runcing (Purnowati *et al*, 2007). Morfologi ikan bandeng lebih jelasnya disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Morfologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) (sumber : Moler, 1986 dalam Mas'ud, 2011)

Keterangan :

a. Mata,	f. Sirip caudal,
b. Tutup insang,	g. Sirip dorsalis,
c. Sirip pectoralis,	h. Linea laterals,
d. Sirip abdominalls,	i. Mulut
e. Sirip analis,	

Menurut Sudrajat (2008) Klasifikasi ikan bandeng (*Chanos chanos*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Subkelas	: Teleostei
Ordo	: Malacopterygii
Famili	: Chanidae
Genus	: Chanos
Spesies	: <i>Chanos chanos</i>

Sirip dada ikan bandeng terbentuk dari lapisan semacam lilin, berbentuk segitiga, terletak dibelakang insang disamping perut. Sirip punggung pada ikan bandeng terbentuk dari kulit yang berlapis dan licin, terletak jauh dibelakang tutup insang dan berbentuk segiempat. Sirip punggung tersusun dari tulang sebanyak 14 batang. Sirip ini terletak persis pada puncak punggung dan berfungsi untuk mengendalikan diri ketika berenang. Sirip perut terletak pada bagian bawah tubuh dan sirip anus terletak di bagian depan anus. Di bagian paling belakang tubuh ikan bandeng terdapat sirip ekor berukuran paling besar dibandingkan sirip - sirip lain. Pada bagian ujungnya berbentuk runcing, semakin ke pangkal ekor semakin lebar dan membentuk sebuah gunting terbuka. Sirip ekor ini berfungsi sebagai kemudi laju tubuhnya ketika bergerak (Purnowati *et al.*, 2007).

2.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Ikan bandeng termasuk jenis ikan *eurihaline*, dimana dapat hidup pada kisaran kadar garam yang cukup tinggi (0 – 140 promil). Oleh karena itu ikan bandeng dapat hidup di daerah tawar (kolam/sawah), air payau (tambak), dan air asin (laut) (Purnowati, *et al.*, 2007). Ketika mencapai usia dewasa, ikan bandeng akan kembali ke laut untuk berkembang biak (Purnomowati, dkk., 2007). Pertumbuhan ikan bandeng relatif cepat, yaitu 1,1-1,7 % bobot badan/hari (Sudrajat, 2008), dan bisa mencapai berat rata -rata 0,60 kg pada usia 5 - 6 bulan jika dipelihara dalam tambak (Murtidjo, 2002).

Ikan bandeng merupakan jenis ikan laut yang daerah penyebarannya meliputi daerah tropika dan sub tropika (Pantai Timur Afrika, Laut Merah sampai Taiwan, Malaysia, Indonesia dan Australia). Di Indonesia penyebaran ikan bandeng meliputi sepanjang pantai utara Pulau Jawa, Madura, Bali, Nusa Tenggara, Aceh, Sumatra Selatan, Lampung, Pantai Timur Kalimantan, sepanjang pantai Sulawesi dan Irian Jaya. (Purnowati, *et al.*, 2007).

2.3 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Pertumbuhan merupakan suatu perubahan bentuk akibat penambahan panjang, berat dan volume dalam periode tertentu secara individual. Pertumbuhan juga dapat diartikan sebagai penambahan jumlah sel-sel secara mitosis yang pada akhirnya menyebabkan perubahan ukuran jaringan. Pertumbuhan bagi suatu populasi adalah penambahan jumlah individu, dimana faktor yang mempengaruhinya dapat berupa faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi umur, keturunan dan jenis kelamin, sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, makanan, penyakit, media budidaya, dan sebagainya (Haryono *et al*, 2001).

Sintasan (*survival rate*) adalah *persentase* ikan yang hidup dari jumlah ikan yang dipelihara selama masa pemeliharaan tertentu dalam suatu wadah pemeliharaan. Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kualitas air, ketersediaan pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan, kemampuan untuk beradaptasi dan padat penebaran. Tingkat kelangsungan hidup dapat digunakan dalam mengetahui toleransi dan kemampuan ikan untuk hidup (Effendi, 1997). Kelangsungan hidup sebagai salah satu parameter uji kualitas benih. Peluang hidup suatu individu dalam waktu tertentu, sedangkan mortalitas adalah kematian yang terjadi pada suatu populasi organisme yang dapat menyebabkan turunnya populasi (Wulandari 2006). Ikan yang berukuran kecil (benih) akan lebih rentan terhadap parasit, penyakit dan penanganan yang kurang hati - hati. Kelangsungan hidup larva ditentukan oleh kualitas induk, telur, kualitas air, serta rasio antara jumlah makanan dan kepadatan larva (Effendi, 1997).

Survival rate ikan air tawar di dalam lingkungan berkadar garam bergantung pada jaringan insang, laju konsumsi oksigen, daya tahan (toleransi) jaringan terhadap garam - garam dan kontrol permeabilitas (Wulandari, 2006).

Peningkatan padat tebar akan mengganggu proses fisiologi dan tingkah laku ikan terhadap ruang gerak yang pada akhirnya dapat menurunkan kondisi kesehatan fisiologis sehingga pemanfaatan makanan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup mengalami penurunan (Darmawangsa, 2008). Respon stres terjadi dalam tiga tahap yaitu tanda adanya stres, bertahan, dan kelelahan. Proses adaptasi ikan pada tahap awal akan mulai mengeluarkan energinya untuk bertahan dari stress. Selama proses bertahan ini pertumbuhan akan menurun. Dampak dari stress ini mengakibatkan daya tahan tubuh ikan menurun dan selanjutnya terjadi kematian. Gejala ikan sebelum mati yaitu warna tubuh menghitam, pergerakan tidak berorientasi, dan mengeluarkan lendir pada permukaan kulitnya (Darmawangsa, 2008).

2.4 Kualitas Air

Keberhasilan suatu usaha pengangkutan ikan sangat ditentukan oleh kualitas air. Kualitas air penting untuk diperhatikan dalam budidaya ikan bandeng. Air yang kurang baik dapat menyebabkan ikan terserang penyakit (Khairuman dan Sudenda, 2002). Kualitas air membutuhkan perhatian yang serius agar dapat memenuhi syarat untuk mencapai kondisi air yang optimal sebagai salah satu kunci keberhasilan dalam transportasi tertutup. Manajemen kualitas air didefinisikan Suatu usaha menjaga kondisi air agar tetap dalam kondisi baik untuk budidaya maupun proses transportasi ikan dengan parameter kualitas air. Kualitas air menurut (Effendi, 2003) adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air penting untuk diperhatikan dalam transportasi tertutup benih ikan bandeng.

Kematian ikan pada sistem pengangkutan pada umumnya disebabkan oleh kadar CO₂ yang tinggi, akumulasi amoniak, hiperaktivitas ikan, infeksi bakteri dan luka fisik akibat penanganan yang kasar. Menurut Kordi (2008) laju metabolisme ikan pada pengangkutan akan menjadi tiga kali lebih tinggi dari biasa karena guncangan-guncangan atau rangsangan-rangsangan lain selama pengangkutan.

2.4.1 Suhu

Suhu perairan merupakan parameter fisika yang sangat mempengaruhi pola kehidupan biota akuatik seperti penyebaran, kelimpahan dan mortalitas (Wijayanti, 2007). Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu

penyebarannya di perairiran dibatasi oleh suhu (Kordi dan Tanjung, 2007), Variasi suhu dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu antara lain tingkat intensitas cahaya yang tiba dipermukaan perairan, keadaan cuaca, awan dan proses pengadukan serta radiasi matahari (Maniagasi *et al.*, 2013).

Direktorat Jendral Perikanan Budidaya (2010) menyatakan bahwa keadaan suhu air yang optimal untuk kehidupan benih ikan bandeng adalah 27-30°C. Kehidupannya mulai terganggu pada apabila suhu perairan mulai turun sampai 15-20°C atau meningkat di atas 35°C. Aktivitasnya terhenti pada perairan yang suhunya di bawah 6°C atau di atas 42°C. Sedangkan menurut Zakaria (2010), suhu optimal untuk nila berkisar antara 26-33°C.

2.4.2 Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter penting dalam suatu perairan karena mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan dalam air. Nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Tingkat keasaman merupakan faktor yang penting dalam proses pengolahan air untuk perbaikan kualitas air. Kondisi perairan bersifat netral apabila nilai pH sama dengan 7, kondisi perairan bersifat asam bila pH kurang dari 7, sedangkan pH lebih dari 7 kondisi perairan bersifat basa (Irianto dan Triweko, 2011).

Derajat keasaman suatu perairan dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ dan senyawa yang bersifat asam (Lesmana, 2002). Selanjutnya Purnawati (2002), menambahkan bahwa derajat keasaman sering digunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup. Menurut Kordi (2008), ikan bandeng mempunyai toleransi yang panjang terhadap derajat keasaman yaitu antara 7 – 9 dan menurut Direktorat Jendral Perikanan Budidaya (2010) derajat keasaman yang optimum adalah 7,2 – 8,3.

2.4.3 Oksigen terlarut (DO)

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya didalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat (Kordi dan Tanjung, 2007). Oksigen diperlukan ikan untuk respirasi dan metabolisme dalam tubuh ikan untuk aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi dan lain- lain. Nilai oksigen di dalam budidaya ikan sangat penting karena kondisi yang kurang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan dapat mengakibatkan ikan stress

(Salmin, 2005). Faktor pembatas bagi kandungan oksigen terlarut dalam perairan ialah kehadiran organisme fotosintesis, suhu, tingkat penetrasi cahaya, tingkat kekerasan aliran air dan jumlah bahan organik yang diuraikan dalam air (Effendi, 2003).

Kandungan oksigen terlarut yang optimal bagi ikan bandeng adalah 3 – 7 mg/l (Kordi, 2008), sedangkan data dari Direktorat Jendral Perikanan Budidaya (2010) mengatakan bahwa kandungan oksigen terlarut untuk ikan bandeng adalah berada pada kisaran optimum 3,0 – 8,5 ppm. Apabila konsentrasi oksigen cukup tinggi, larva menyebar secara merata dalam tangki. Sebaliknya, apabila konsentrasi oksigen sangat rendah, benih berkonsentrasi dibagian yang banyak arus aerasi atau jalan pemasukan air (Slembrouck, *et al.*, 2005).

2.4.4 Salinitas

Menurut Supono (2008), salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion – ion terlarut dalam air. Dalam budidaya perairan, salinitas dinyatakan dalam (‰) atau ppt (*part per thousand*). Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas akan semakin besar pula tekanan osmotiknya sehingga biota yang hidup di air asin mampu menyesuaikan dirinya terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya (Kordi dan Tanjung, 2007).

Direktorat Jendral Perikanan Budidaya (2010) menyatakan bahwa keadaan salinitas air yang optimal untuk kehidupan benih ikan bandeng adalah 29 – 32 ppt sedangkan menurut Kordi dan Tanjung (2007), salinitas optimal untuk bandeng adalah berkisar antara 0 – 35 ppt.

2.4.5 Amonia

Amonia merupakan senyawa beracun hasil ekskresi atau pengeluaran kotoran yang berbentuk gas. Selain itu amonia bisa berasal dari pakan yang tidak dimakan oleh ikan sehingga larut dalam air. Amonia akan mengalami proses nitrifikasi dan dinitrifikasi sesuai siklus nitrogen dalam air sehingga menjadi nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3). Dalam proses *nitrifikasi* dan *denitrifikasi* dapat berjalan lancar bila tersedia bakteri *Nitrobacter* dan *Nitrosomonas* dalam jumlah yang cukup. *Nitrobacter* berperan mengubah amonia menjadi *nitrit*, sedangkan *Nitrosomonas* mengubah *nitrit* menjadi *nitrat* (Haliman dan Adijaya, 2005).

Nitrit beracun bagi ikan karena mengoksidasi Fe^{2+} dalam hemoglobin, sehingga kemampuan darah untuk mengikat oksigen sangat rendah. *Toksitas*

dari nitrit yaitu mempengaruhi transport oksigen dalam darah dan merusak jaringan. Kadar nitrit 6,4 ppm NO²-N dapat menghambat pertumbuhan udang vannamei sebanyak 50 % (Mahmudi, 2005). Menurut Poernomo (1988), pengaruh langsung dari kadar amonia yang tinggi dapat mematikan karena rusaknya jaringan insang. Lembaran insang akan membengkak sehingga fungsi insang sebagai alat pernafasan menjadi terganggu.

Amonia bebas bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ini akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/L (Effendi 2003).

2.5 Biologi Tanaman Cengkeh

2.5.1 Klasifikasi dan deskripsi tanaman cengkeh

Cengkeh dalam Bahasa Inggris disebut *cloves*, adalah tangkai bunga kering beraroma dari keluarga pohon *Myrtaceae*. Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia, banyak digunakan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, dan sebagai bahan utama rokok kretek khas Indonesia. Cengkeh merupakan tanaman asli Indonesia (Hapsah dan Hasanah, 2011). Menurut Bulan (2004) klasifikasi dari tanaman cengkeh adalah sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Sub-Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub-Kelas	: Choripetalae
Ordo	: Myrtales
Famili	: Myrtaceae
Genus	: Eugenia
Spesies	: <i>Eugenia aromaticum</i>

Najiyati dan Danarti (2003) menyatakan bahwa cengkeh termasuk jenis tumbuhan perdu yang memiliki batang pohon besar dan berkayu keras. Cengkeh mampu bertahan hidup puluhan bahkan sampai ratusan tahun, tingginya dapat mencapai 20-30 meter dan cabang-cabangnya cukup lebat.

Tanaman cengkeh memiliki daun tunggal, bertangkai, tebal, kaku, bentuk bulat telur sampai lanset memanjang, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, tulang daun menyirip, permukaan atas mengkilap, panjang 6 - 13,5 cm, lebar 2,5 -

5 cm, warna hijau muda atau coklat muda saat masih muda dan hijau tua ketika tua (Kardinan, 2003). Bunga dan buah cengkeh akan muncul pada ujung ranting daun dengan tangkai pendek serta bertandan. Pada saat masih muda bunga cengkeh berwarna keungu-unguan, kemudian berubah menjadi kuning kehijauan dan berubah lagi menjadi merah muda apabila sudah tua. Sedangkan bunga cengkeh kering akan berwarna coklat kehitaman dan berasa pedas karena mengandung minyak atsiri (Najiyati dan Danarti, 2003). Kemudian Kardinan (2003) mengatakan bahwa perbanyakan tanaman cengkeh dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif. Tanaman ini tumbuh baik di daerah tropis di ketinggian 600 - 1.100 meter di atas permukaan laut (dpl) di tanah yang berdrainase baik.

2.5.2 Kandungan minyak cengkeh

Minyak cengkeh berasal dari tanaman cengkeh (*Eugenia aromatica*) yang mempunyai sifat khas, karena semua bagian pohonya mengandung minyak mulai dari akar, batang, daun sampai bunga. Namun kandungan minyak cengkeh yang terbesar berasal dari bunga cengkeh (Nurdjannah, 2004). Selain berfungsi sebagai bahan pemingsanan, *eugenol* juga berfungsi sebagai parfum dan analgesik gigi (Nurdjannah, 2004). Tanaman cengkeh memiliki kandungan minyak atsiri dengan jumlah cukup besar, baik dalam bunga (10-20%), tangkai (5-10%) maupun daun (1-4%). Kandungan utama minyak atsiri bunga cengkeh adalah *eugenol* (70-80%) (Nurdjannah, 2004).



Gambar 2. Minyak Cengkeh (sumber : Dokumentasi pribadi, 2016)

Eugenol disebut juga 2-methoxy-4-(2-propeny); 4-allyl-2-methoxyphenol; asam *eugenic* : dengan rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$ dan berat molekul 164,20. *Eugenol* terdiri dari atom C 73,14%; H 7,3% dan O 19,49%.

Eugenol mempunyai beberapa sifat diantaranya tidak berwarna atau berwarna sedikit kekuningan, berbentuk cairan dengan titik didih 255°C dan titik lebur $-9,2^{\circ}\text{C}$ sampai $-9,1^{\circ}\text{C}$, mulai mengeras dan berwarna gelap jika selama penyimpanan berhubungan dengan udara, mempunyai rasa pedas dan panas serta berbau cengkeh. Selain itu *eugenol* juga bersifat mudah menguap dan sedikit larut dalam alkohol, eter dan minyak. *Eugenol* memiliki sifat yang bau khas, mempunyai rasa getir, mudah menguap pada suhu kamar sehingga bila ditetaskan pada selembar kertas maka ketika dibiarkan menguap, tidak meninggalkan bekas noda pada benda yang ditempel, bersifat tidak stabil terhadap pengaruh lingkungan dan sangat mudah larut dalam pelarut organik (Armando, 2009).

Menurut Ravael (1996), konsentrasi minyak cengkeh yang dapat digunakan sebagai bahan pembius adalah 10-20 ppm. Pada konsentrasi 10 – 20 ppm, minyak cengkeh membuat ikan roboh. *Eugenol* didalam tubuh menstimulir ganglion pada sistem saraf melalui depolarisasi membran pasca sinaps. Pada dosis yang lebih tinggi serta pengaruh yang langsung lebih lama dapat menghambat stimulus di ganglion karena depolarisasi berkepanjangan. Ditambahkan bahwa *eugenol* menyebabkan gangguan aliran darah perifer yang disebabkan oleh disebabkan oleh penggiatan *tonus simpaticus* maupun oleh stimulasi langsung otot pembuluh. Standar mutu minyak atsiri bunga cengkeh menurut Armando (2006) meliputi aspek warna, bobot jenis, indeks bias, putaran optik, kelarutan dalam *etanol*, dan kandungan *eugenol* (penggunaan bahan alami seperti ekstrak daun bandotan yang mengandung senyawa organik dapat digunakan untuk bahan anestesi atau imobilisasi dengan memanfaatkan senyawa dari golongan alkaloid dan aromatik. Beberapa golongan *alkaloid* yang dapat digunakan diantaranya *saponin*, *treonin*, dan *morfin*. Golongan alkaloid memiliki sifat analgesik, antibakteri, dan anti kanker. Sedangkan dari golongan senyawa aromatik diantaranya *eugenol*, *elemycin*, *myristicin*, *polifenol*, dan *safrole* yang bersifat menimbulkan daya halusinasi jika digunakan dalam konsentrasi tertentu (Tabel 1).

Tabel 1. Standart Mutu Minyak Cengkeh

Parameter mutu minyak cengkeh	Karakteristik
Warna	Tidak berwarna hingga kuning muda
Bobot jenis (25°C)	1,030-1,060
Indeks bias (25°C)	1,527-1,535
Putaran optik	0°-1°35'
Kelarutan (dalam etanol)	1 : 2
Eugenol total (b/b)	80-95%

Sumber : Armando, 2009

2.5.3 Anestesi

Anestesi adalah suatu kondisi dimana tubuh atau bagian tubuh kehilangan kemampuan untuk merasa (*insensibility*) dan imotilisasi (pingsan). Anestesi bertujuan untuk menurunkan aktivitas metabolisme dan respirasi biota sebelum ditrasportasikan. Kondisi imotil diperlukan agar proses metabolisme benih ikan berkurang sehingga aktivitas fisiologis, kebutuhan oksigen dan produksi CO₂ benih ikan menjadi rendah (Nitibaskara *et al*, 2006). Anestesi dapat disebabkan oleh senyawa-senyawa kimia yang disebut obat, suhu yang dingin, arus listrik dan penyakit. Kondisi imotil diperlukan agar proses metabolisme benih ikan berkurang sehingga aktivitas fisiologis, kebutuhan oksigen dan produksi CO₂ benih ikan menjadi rendah. Anestesi yang terjadi pada sistem saraf pusat menyebabkan organisme tidak sadar atau pingsan (*sedation*) (Nitibaskara *et al*, 2006).

Jenis bahan anestesi dan konsentrasi yang optimal banyak dipengaruhi oleh faktor faktor, antara lain jenis ikan, ukuran ikan, kondisi ikan serta kondisi lingkungan. Menurut ferdiansyah (2000) anestesi seringkali digunakan dalam penandaan ikan (*fish marking*), pemberian label pada ikan (*fish tagging*), pemijahan ikan dengan pengurutan (*stripping*) dan pengangkutan ikan. Bahan-bahan anestesi mengganggu baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap keseimbangan kationik tertentu didalam otak ikan selama anestesi. Gangguan keseimbangan kationik K⁺ dan peningkatan kation Fe³⁺ serta sedikit peningkatan kation Na⁺ dan Ca²⁺, gangguan ini diketahui mempengaruhi keseimbangan kationik seperti rasio K⁺/Ca⁺ dan K⁺/Na⁺ tersebut diketahui mempengaruhi syaraf potensial (*nerve potensial*) dan pernapasan. Terganggunya keseimbangan ionik dalam otak akan menyebabkan ikan tersebut mati rasa (pingsan) akibat syaraf

kurang berfungsi. Menurut Effendi (1997) mengatakan bahwa gangguan keseimbangan ionik dalam otak ikan menyebabkan insang tidak dapat berfungsi secara normal dan proses osmoregulasi oksigen terlarut juga sangat rendah, sehingga pembiusan (anestesi) merupakan salah satu penyebab penurunan laju respirasi pada ikan.

Beberapa teknik anestesi, yaitu dengan menggunakan suhu rendah atau zat anti metabolit. Teknik anestesi menggunakan anti metabolit ada dua macam yaitu anti metabolit alami (sintetis) dan kimia. Zat anti metabolit alami yang dapat digunakan untuk membius benih ikan antara lain ekstrak biji karet, minyak cengkeh, bunga kamboja, akar rumput teki dan ekstrak akar tuba, sedangkan bahan anti - metabolit sintetis yang biasa digunakan dalam transportasi ikan hidup adalah *tricaine methanesulfonate* dan gas CO₂. Sedangkan menggunakan suhu rendah dapat dilakukan dengan penurunan suhu secara bertahap maupun secara langsung (Suryaningrum *et al*, 2005).

Empat tahapan anestesi yang diungkapkan oleh Mckelvey dan Hollingshead (2003) yaitu :

1. Stadium *Analgesia*, yaitu hewan masih sadar tetapi disorientasi dan menunjukkan sentifitas terhadap rasa sakit berkurang, respirasi dan denyut jantung normal atau meningkat, semua reflek masih ada, hewan masih bangun dan dapat mengeluarkan urine.
2. Stadium *Eksitasi* yaitu kesadaran mulai hilang namun refleks masih ada, pupil membesar tetapi akan menyempit ketika cahaya masuk. Tahap kedua berakhir ketika hewan menunjukkan tanda-tanda otot relaksasi, respirasi menurun, dan refleks juga menurun.
3. Stadium *Anestesi*, yaitu hewan kehilangan kesadaran, pupil mengalami konstriksi, dan tidak merespon cahaya yang masuk atau refleks hilang.
4. Tahap keempat adalah pernafasan dan kerja jantung terhenti, dan hewan mati. Indikator tahapan anestesi antara lain aktivitas reflek (*refleks palpebrae, pedal refleks, kome refleks, refleks laring, refleks menelan*), relaksasi otot, posisi mata, dan ukuran pupil, sekresi saliva, dan air mata, respirasi dan denyut jantung.

Bahan anestesi mengganggu secara langsung maupun tidak langsung terhadap keseimbangan kationik tertentu di dalam otak selama masa anestesi. Terganggunya keseimbangan ionik dalam otak menyebabkan ikan tersebut mati rasa karena saraf kurang berfungsi. Respon tingkah laku ikan dalam tahapan pemingsanan tersaji pada (Tabel 2).

Tabel 2. Respon tingkah laku ikan pada tahap pemingsanan

Tingkat	Respon	Respon Tingkah laku Ikan
0	Normal	Reaktif terhadap rangsangan luar, pergerakan operkulum dan kontraksi otot normal
Ia	Pingsan ringan (<i>light sedation</i>)	Reaktifitas terhadap rangsangan luar sedikit menurun, pergerakan operkulum melambat, keseimbangan normal
Ib	Pingsan berat (<i>deep sedation</i>)	Reaktifitas terhadap rangsangan luar tidak ada, kecuali dengan tekanan kuat.
Iia	Kehilangan keseimbangan sebagian	Pergerakan operkulum lambat, keseimbangan normal Kontraksi otot lemah berenang tidak teratur, memberikan reaksi hanya terhadap rangsangan getaran dan sentuhan yang sangat kuat, pergerakan operkulum cepat
Iib	Kehilangan keseimbangan total	Kontraksi otot berhenti, pergerakan operkulum lemah namun teratur, reflek urat saraf dan tulang belakang menghilang
III	Gerak reflek tidak ada	Reaktifitas tidak ada, pergerakan operkulum lambat dan tidak teratur, detak jantung lambat, reflek tidak ada
IV	Roboh (<i>medullary colaps</i>)	Pergerakan operkulum berhenti, respirasi terhenti, diikuti beberapa menit kemudian penghentian detak jantung

Sumber : Dewi, 2009

2.5.4 Mekanisme kerja bahan anestesi

Menurut Dewi (2009), suatu senyawa dapat dikatakan sebagai bahan anestesi apabila dapat menimbulkan efek terhadap sistem saraf pusat dan menyebabkan hilangnya kesadaran dalam jangka waktu tertentu. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan bahan anestesi adalah bahan tersebut dapat menimbulkan efek bius yang cukup lama, dengan dosis yang rendah, mudah terurai, mudah didapat, dan harga yang relatif murah). Bahan anestesi sintetis (buatan) yang biasa digunakan dalam pengangkutan ikan hidup antara lain *nouvacaine*, *amobartial sodium*, *sodium amirtal*, *methyl paraphyno*, *trichaine methanosulfonat* (MS-222), dan *kloroform*. Bahan anestesi alami diharapkan tidak menimbulkan efek negatif terhadap ikan selama proses anestesi (Septiarusli 2012).

Bahan anastesi bekerja menghalangi penerusan impuls – impuls syaraf ke susunan syaraf pusat dan sebaliknya. Tempat kerjanya terutama pada membran sel sedangkan efeknya pada bagian saraf hanya sedikit. Disisi lain, anastesi mengganggu fungsi semua organ dimana terjadi konduksi atau transmisi dari beberapa impuls. Artinya anastesi lokal mempunyai efek yang penting terhadap sistem saraf pusat, ganglia otonom, cabang – cabang neuromuskular dan semua jaringan otot (Rusda, 2004).

Fase pingsan (*deep sedation*) merupakan fase yang sangat dianjurkan untuk pengangkutan ikan, karena pada fase ini aktivitas ikan relatif terhenti. Hal ini ditunjukkan oleh ikan dengan tidak terpengaruhnya oleh gangguan luar serta keseimbangan posisi tubuhnya tetap terjaga. Pada fase *deep sedation* konsumsi oksigen dari tiap tiap individu ikan berada pada kadar dasar (*basal rate*) yang dibutuhkan untuk ikan tersebut agar dapat hidup (Mckelvey *et al*, 2003).

2.5.5 Zat pembius dan kelangsungan hidup

Menurut Rusda (2004) pembiusan adalah membuat objek yang semula dalam kondisi normal menjadi kehilangan kesadaran atau pingsan dalam jangka waktu tertentu. pembiusan bekerja dengan cara menyumbat saluran ion pada membrane saraf, dimana zat yang mengandung bahan anastesi akan menyumbat saluran natrium dan kalium yang bekerja dari dalam maupun dari luar neuron yang ada di sel saraf. Zat pembius akan terionisasi dan masuk ke dalam saluran natrium untuk kemudian merintangai cara kerja sel saraf sehingga keadaannya menjadi tidak peka. Akibat dari pembiusan ini adalah menurunnya Keterangsangan sel saraf pada otak ikan (Rusda, 2004). Menurut (Tidwell, *et al*, 2004) pembiusan ikan melalui tiga tahap yaitu :

1. Berpindahnya bahan pembius dari lingkungan ke dalam muara pernafasan organisme
2. Difusi membran dalam tubuh yang menyebabkan terjadinya penyerapan bahan pembius ke dalam darah.
3. Sirkulasi darah dan difusi pada jaringan menyebabkan substansi tersebut menyebar ke seluruh tubuh, tergantung pada persediaan darah dan kandungan lemak pada setiap jaringan.

Pada proses pembiusan, ikan tidak langsung pingsan oleh karena zat pembius yang memerlukan waktu untuk mengalir ke saraf. Waktu itu disebut waktu induksi yaitu waktu yang dibutuhkan ikan dari keadaan normal menjadi pingsan. Pingsan adalah keadaan tidak sadar yang dihasilkan dari proses terkendali saraf pusat yang mengakibatkan turunnya tingkat kepekaan terhadap rangsangan (Dewi, 2009). Tingkat pembiusan dapat dilihat dari respon tingkah laku ikan, yang ada pada Tabel 2.

Setelah mengalami fase pingsan, ikan disimpan di bak pemulihan, kemudian ikan akan bekerja secara efisien untuk membersihkan bahan pembius (Rusda, 2004). Setelah ikan pulih, baru dilihat kelangsungan hidup ikan. Kelangsungan hidup (*survival rate*) adalah persentase ikan hidup dari jumlah keseluruhan ikan yang dipelihara dalam suatu wadah. Tingkat kelangsungan hidup dikatakan tinggi apabila tingkat kematiannya rendah. Mortalitas ikan dipengaruhi beberapa faktor yang berasal dari dalam dan luar tubuh ikan. Faktor yang berasal dari dalam adalah umur dan kemampuan ikan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan, sedangkan faktor yang berasal dari luar adalah penggunaan bahan anestetik, kompetisi antar spesies, penambahan jumlah populasi dalam ruang gerak yang sama dan berkurangnya jumlah pakan yang tersedia (Rusda, 2004).

Perlakuan bahan anestesi terhadap kelangsungan hidup (*survival rate*) ikan akan menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang semakin rendah apabila semakin tinggi bahan anestesik (Dewi, 2009). Hasil yang diinginkan dari penggunaan bahan anestesi dalam pembiusan ikan adalah tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) yang tinggi.

2.6 Osmoregulasi

Ikan air tawar maupun ikan air laut pada dasarnya mempunyai permasalahan yang sama untuk mempertahankan komposisi ion-ion dan osmolaritas cairan tubuhnya pada tingkat yang secara signifikan berbeda dari lingkungan eksternalnya. Hewan melakukan melakukan pengaturan tekanan osmotiknya dengan cara mengurangi gradien osmotik antara cairan tubuh dengan lingkungannya, mengurangi permeabilitas air dan garam serta melakukan pengambilan garam secara selektif. Untuk mempertahankan suatu komponen ion-ion agar tetap optimal maka diperlukan transport aktif yang memerlukan

pembelajaan energi. Daya tahan hidup organisme dipengaruhi oleh keseimbangan osmotik antara cairan tubuh dengan air (media) lingkungan hidupnya. Pengaturan osmotik itu dilakukan dengan mekanisme osmoregulasi. Mekanisme ini dapat dinyatakan sebagai pengaturan keseimbangan total konsentrasi elektrolit yang terlarut dalam air media hidup organisme (Marshall, *et al*, 2002).

Ikan air tawar berada pada kondisi hipoosmotik, dimana cairan tubuhnya kira-kira 300 mOsm/L (Affandi *et al*, 2002). Kondisi ini, ion-ion cenderung keluar tubuh secara difusi dan cairan internal akan kekurangan ion karena ekskresi, dan air dari media atau lingkungan hidup akan mempunyai kecenderungan untuk menembus masuk ke dalam bagian tubuh ikan yang mempunyai dinding tipis, seperti permukaan insang, rongga mulut dan kulit. Kelebihan air ini akan diekskresikan sebagai urin yang sangat encer dan dapat mencapai jumlah sampai sepertiga dari berat badan per hari. Mengatasi hal tersebut, ikan bertulang sejati air tawar akan mempertahankan osmolaritas cairan tubuhnya dengan cara meningkatkan *absorbs ion* (garam) dari media lingkungan hidup melalui insang dan saluran pencernaan, meningkatkan peranan protein pada membrane sel sebagai sistem pompa ion, serta meningkatkan energi untuk transport aktif (Affandi *et al*, 2002). Ikan yang dipelihara pada media yang tingkat salinitasnya mendekati konsentrasi ion darahnya, maka energi untuk proses osmoregulasi akan cukup kecil, dan akan lebih banyak digunakan untuk proses pertumbuhan.

Pengaturan tekanan osmotik cairan tubuh setiap waktu memerlukan energi. Apabila salinitas lingkungan mendekati salinitas cairan tubuh ikan, maka energi hasil metabolisme hampir tidak dipergunakan untuk penyesuaian diri dengan tekanan osmotik lingkungannya. Ikan yang dipelihara dalam air media dengan salinitas lingkungan tidak sesuai dengan konsentrasi garam fisiologis dalam tubuhnya, energi dari anabolisme makanan yang akan dipakai untuk keperluan kegiatan fisikan pergantian sel tubuh dengan lingkungannya sehingga proses pertumbuhan terhambat.

Setiap organisme mempunyai daya tahan atau tingkat toleransi terhadap perubahan lingkungan. Kemampuan penyesuaian diri terhadap perubahan-perubahan tertentu tergantung ketahanan jaringan dan pengaturan tekanan osmotik

cairan tubuh. Jika perubahan di luar kisaran toleransi, laju pertumbuhan ikan dapat menurun dan bahkan dapat menyebabkan kematian mendadak atau berangsur-angsur (Taufiq *et al*, 2003).

Bilamana ikan berada dalam keadaan hiperosmotik terhadap medium lingkungannya, maka ikan tersebut dihadapkan pada dua masalah fisiologis, yaitu mempertahankan aliran air ke dalam tubuh hewan sebab konsentrasi larutan di dalam cairan tubuhnya sangat tinggi, sekaligus mempertahankan kadar air tubuh sebab air yang masuk akan diekskresikan juga bersama dengan beberapa elektrolit (Taufiq *et al*, 2003).

2.7 Transportasi Ikan Hidup

Transportasi Ikan hidup dapat diartikan sebagai suatu tindakan memindahkan ikan dalam keadaan hidup dengan memberikan perlakuan tertentu untuk menjaga kelangsungan hidup ikan samapai ke tempat tujuan. Semakin lama ikan dapat mempertahankan hidup, makin jauh jarak yang dapat ditempuh (Syamdidi *et al*, 2006).

Susanto (2007) menyatakan bahwa pada usaha budidaya yang semakin berkembang tempat pembenihan dan pembesaran seringkali dipisahkan dengan jarak yang agak jauh. Pemindahan benih ke tempat pembesaran memerlukan penanganan khusus agar benih selamat. Keberhasilan transportasi benih ikan sangat erat kaitannya dengan kondisi fisik dan kimia air. Ada dua sistem transportasi yang digunakan untuk hasil perikanan hidup di lapangan. Sistem transportasi tersebut terdiri dari transportasi sistem basah dan transportasi sistem kering (Junianto, 2003).

2.7.1 Transportasi Ikan Sistem Basah

Menurut Jailani (2000), pada transportasi sistem basah, ikan diangkut di dalam wadah tertutup atau terbuka yang berisi air laut atau air tawar tergantung jenis dan asal ikan. Pada pengangkutan dengan wadah tertutup, ikan diangkut di dalam wadah tertutup dan suplai oksigen diberikan secara terbatas yang telah diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan selama pengangkutan. Pada pengangkutan dalam wadah terbuka, ikan diangkut dengan wadah terbuka dengan suplai oksigen secara terus menerus dan aerasi selama perjalanan. Transportasi basah biasanya digunakan untuk transportasi hasil perikanan hidup selama

penangkapan di tambak, kolam dan pelabuhan ke tempat pengumpul atau dari satu pengumpul ke pengumpul lainnya.

Transportasi ikan sistem basah terdiri dari dua sistem yaitu sistem terbuka dan sistem tertutup. Sistem terbuka lazim digunakan adalah diangkut dalam keadaan terbuka. Sistem ini mudah diterapkan. Berat ikan yang aman diangkut dengan sistem terbuka tergantung efisiensi sistem aerasi, lama pengangkutan, suhu air, ukuran, dan jenis ikan. Pengangkutan dengan sistem ini umumnya dilakukan untuk jarak tempuh pendek dan waktu yang singkat (Susanto, 2009). Sementara itu, menurut Ardianti (2007) pengangkutan ikan hidup dengan sistem tertutup merupakan pengemasan ikan hidup yang dilakukan dengan tempat atau wadah tertutup, udara dari luar tidak dapat masuk ke dalam media tersebut. Pengemasan dengan cara memerlukan suplai oksigen yang cukup. Dalam wadah tertutup, oksigen sangat terbatas. Karena itu, perlu diperhatikan faktor faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan pengangkutan yaitu kualitas ikan, oksigen, suhu, pH, CO₂, amoniak, serta kepadatan dan aktivitas ikan.

Faktor - faktor penting yang memengaruhi keberhasilan proses transportasi adalah kualitas ikan, oksigen, suhu, pH, CO₂, amoniak, kepadatan dan aktivitas ikan. Kualitas ikan yang ditransportasikan harus dalam keadaan sehat dan baik. Ikan yang kualitasnya rendah memiliki tingkat kematian yang lebih tinggi dalam waktu transportasi yang lebih lama dibandingkan dengan ikan yang kondisinya sehat. Kemampuan ikan untuk menggunakan oksigen tergantung dari tingkat toleransi ikan terhadap perubahan lingkungan, suhu air, pH, konsentrasi CO₂, dan hasil metabolisme seperti amoniak. Biasanya dasar yang digunakan untuk mengukur konsumsi O₂ oleh ikan selama transportasi adalah berat ikan dan suhu air. Jumlah O₂ yang dikonsumsi ikan selalu tergantung pada jumlah oksigen yang tersedia. Jika kandungan O₂ meningkatkan akan mengkonsumsi O₂ pada kondisi stabil dan ketika kadar O₂ menurun konsumsi O₂ oleh ikan lebih rendah dibandingkan konsumsi pada kondisi kadar O₂ yang tinggi (Handayani, 2012).

Suhu merupakan faktor yang penting dalam transportasi ikan. Suhu optimum untuk transportasi ikan adalah 6 – 8°C untuk ikan yang hidup didaerah dingin dan suhu 15 –20°C untuk ikan di daerah tropis. Nilai pH air merupakan faktor kontrol yang bersifat teknik akibat kandungan CO₂ dan amoniak. CO₂

sebagai hasil respirasi ikan sedangkan amoniak merupakan anorganik nitrogen yang berasal dari ekskresi organisme sehingga akan mengubah pH air menjadi asam selama transportasi. Nilai pH optimum selama transportasi ikan hidup adalah 7 sampai 8. Perubahan pH menyebabkan ikan menjadi stres, untuk menanggulangnya dapat digunakan larutan buffer untuk menstabilkan pH air selama transportasi ikan (Handayani, 2012).

Ikan - ikan yang lebih besar, seperti indukan dapat ditransportasi dengan perbandingan ikan dan air sebesar 1 : 2 sampai 1 : 3 , tetapi untuk ikan - ikan kecil perbandingan sampai 1 : 100 atau 1 : 200. Ketika ikan berada dalam wadah selama transportasi, ikan selalu berusaha melakukan aktivitas. Selama aktivitas otot berlangsung, suplai darah dan oksigen tidak terpenuhi sehingga perlu disediakan oksigen yang cukup sebagai alternatif pengganti energi yang digunakan (Junianto, 2003).

2.7.2 Transportasi ikan sistem kering

Menurut Achmadi (2005), transportasi ikan hidup tanpa media air (sistem kering) merupakan sistem pengangkutan ikan hidup dengan media pengangkutan bukan air. Pada transportasi ikan hidup tanpa media air, ikan dibuat dalam kondisi tenang atau aktivitas respirasi dan metabolismenya rendah. Transportasi sistem kering ini biasanya menggunakan teknik pembiusan pada ikan atau ikan dipingsankan terlebih dahulu sebelum dikemas dalam media tanpa air (Suryaningrum *et al*, 2007).

Pada transportasi ikan hidup sistem kering perlu dilakukan proses penenangan terlebih dahulu. Kondisi ikan yang tenang akan mengurangi stress, mengurangi kecepatan metabolisme dan konsumsi oksigen. Pada kondisi ini tingkat kematian selama transportasi akan rendah sehingga memungkinkan jarak transportasi dapat lebih jauh dan kapasitas angkut dapat ditingkatkan lagi. Metode penanganan ikan hidup dapat dilakukan dengan cara menurunkan suhu air atau dapat juga menggunakan zat anestesi. Perlu diperhatikan bahwa ikan yang akan dipingsankan ini nantinya akan dikonsumsi, sehingga pemilihan metode imotilisasi harus memperhatikan aspek kesehatan (Nitibaskara *et al*, 2006).