

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tiram

2.1.1 Ekologi Tiram

Sebagaimana makhluk hidup laut yang lain, dalam perkembangan dan kehidupannya, tiram dipengaruhi oleh faktor kualitas air seperti suhu, kandungan oksigen terlarut dan salinitas. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan bahwa faktor kualitas air tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan dan ketahanan tubuh tiram (Riverlab, 2012). Tiram umumnya ditemui hidup menempel pada batu, tiang – tiang pelabuhan, keramba dan pada akar-akar pohon di daerah pantai yang terkena pengaruh pasang surut air laut (Irianto *et al.*, 1994).

Tiram (*Saccostrea sp.*) menempel pada permukaan yang keras seperti batu pada perairan yang terlindung, selain itu spesies ini juga ditemukan di daerah yang berlumpur dan berpasir. Tiram kecil biasanya menempel pada tiram dewasa dari spesies yang sama atau spesies lainnya. Mereka lebih memilih perairan yang terlindung seperti di muara sungai di zona subtidal sampai intertidal pada daerah yang dangkal dengan kedalaman sekitar 3 meter. Hampir sebagian maupun seluruh daur hidupnya tiram menempel di substrat keras (Sugianti *et al.*, 2014).

Tiram merupakan moluska yang tinggal menetap pada substrat dan dipengaruhi oleh kualitas air yang terkait dengan faktor ekologinya serta relatif lebih banyak mengakumulasi logam berat yang masuk ke dalam perairan. Seperti pendapat Gopinathan dan Amma (2007), yang menyatakan bahwa organisme air yang tinggal di sekitar kawasan industri dan pemukiman relatif

lebih mengakumulasi logam berat, dan kandungan logam berat tersebut lebih banyak terdapat pada moluska yang tinggal menetap di dasar perairan.

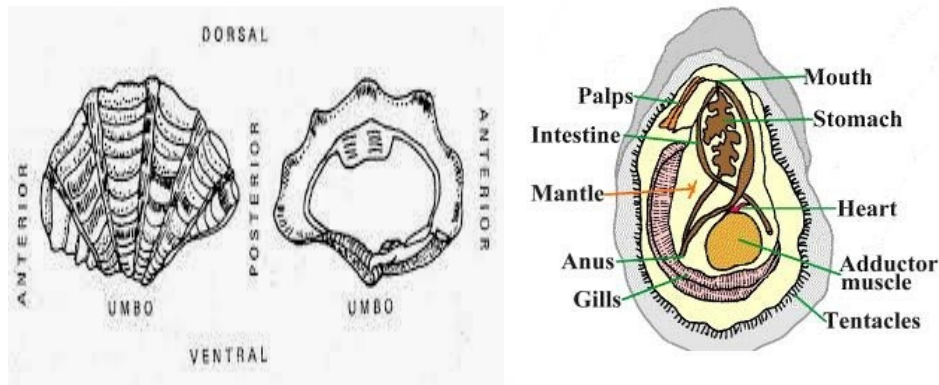
2.1.2 Morfologi Tiram

Tiram tergolong dalam pelecypoda (kerang-kerangan) dan biasa disebut oyster. Ciri umum tiram adalah memiliki 2 buah cangkang serta mempunyai insang yang relative besar sebagai alat untuk bernafas dan menyerap makanan. Bentuk cangkang tiram, khususnya pada genus *Crassostrea* dipengaruhi oleh tempat hidupnya. Tiram yang tinggal pada substrat yang lunak dan berlumpur cenderung berkelompok, ramping atau langsing dengan hiasan garis-garis tubuh yang jarang. Sedangkan yang hidup pada perairan dengan arus agak kuat bentuknya lebih membulat (Galtsoff, 1964).

Bivalvia memiliki cangkang yang terbentuk dari senyawa kapur dan memiliki dua kutub (bi: dua, valve: kutub) yang dihubungkan oleh semacam engsel. Kelas ini mempunyai dua cangkang yang dapat membuka dan menutup berkat adanya otot aduktor dalam tubuhnya. Tiram bernafas dengan dua buah insang berbentuk lembaran-lembaran (lamella). Antara tubuh dan mantel terdapat rongga mantel yang merupakan jalan masuk dan keluarnya air. Secara umum sistem pencernaan bivalvia dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usu dan bermuara pada anus. (Beck dan Braithwaite, 1968),

Bagian lunak dari tubuh bivalvia tertutup oleh dua belahan yang disebut mantel yang letaknya antara tubuh dan cangkang, dimana margin dari setiap belahan memiliki 3 jaringan pengikat (fold). Bagian luar jaringan pengikat dapat mensekresikan material pembentuk cangkang yang berguna untuk pertumbuhan. Cangkang tersebut tumbuh dari bagian hinge atau disebut umbo yang merupakan bagian tertua dari cangkang. Bagian jaringan pengikat yang lebih dalam merupakan pembesaran dari otot dan berfungsi sebagai pengikat pada

pertemuan belahan kiri dan kanan mantel. Bagian jaringan pengikat tengah kemungkinan berisi sensori organ. Setiap belahan mantel melekat pada cangkang dan berdekatan dengan bagian dalam margin cangkang sepanjang *pallial line* (Pechenik, 2000). Bentuk dari tiram *Saccostrea glomerate* dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Bentuk tiram *Saccostrea glomerate* (setyono, 2006). Bagian posterior memperlihatkan cangkang sedangkan pada bagian interior memperlihatkan bagian engsel dll.

1) Klasifikasi Tiram *Saccostrea glomerate*

Klasifikasi dari tiram *Saccostrea glomerata* menurut Asif (1979), adalah sebagai berikut :

- Kingdom : Animalia
- Superphylum : Eutrochozoa
- Phylum : Mollusca
- SubPhylum : Conchifora
- Class : Bivalvia
- Sub Class : Metabranchia
- Order : Osteroida
- Sub Order : Ostreina
- Superfamiliiy : Ostreoidea

Family : Ostreidae
Genus : Saccostrea
Species : *Saccostrea glomerata*

2.1.3 Makanan dan Kebiasaan Makan pada Tiram

Tiram dalam hidupnya menetap pada substrat sehingga untuk mendapatkan makanannya, tiram menggunakan insang yang dilengkapi dengan silia dimana alat ini berfungsi untuk menarik bahan terlarut dalam air bersamaan dengan masuknya air kedalam mulutnya. Parenrengi *et al.*, (1998) menyatakan bahwa makanan tiram berasal dari semua bahan yang tersuspensi di dalam air sehingga sumber makanannya tidak hanya dari jenis fitoplankton tetapi juga dari jenis bakteri, jamur dan zat organik terlarut.

Menurut Nontji (2002), tiram dalam hidupnya menetap pada substrat sehingga untuk mendapatkan makanannya tiram menggunakan insang yang dilengkapi dengan silia dimana alat ini berfungsi untuk menarik bahan terlarut dalam air bersamaan dengan masuknya air ke dalam mulutnya. Hal serupa juga disampaikan oleh Rohmansyah *et al.*, (1998) yang menyatakan bahwa tiram merupakan salah satu jenis bivalvia yang bergerak sangat lambat, bersifat menetap pada daerah partikular di dasar perairan dan makan dengan cara menyaring partikel-partikel di dalam air atau yang biasa disebut dengan *filter feeder*. Hal inilah yang menyebabkan tiram dapat mengakumulasi logam berat secara berlebih besar dari hewan air lainnya sehingga biota ini dapat digunakan untuk memonitoring pencemaran logam berat pada suatu perairan. Logam berat yang terakumulasi pada tubuh tiram dapat menyebabkan keracunan dan lambat laun dapat menyebabkan kematian.

2.1.4 Mekanisme Penyerapan Makanan Pada Tiram

Mekanisme penyerapan makanan oleh tiram bermula dari makanan yang sudah sampai di mulut akan masuk ke esophagus diteruskan ke lambung. Makanan akan dipecah-pecah dalam proses pencernaan kemudian yang mencerna dalam lambung akan diserap. Partikel makanan yang relatif besar dan belum tercerna di lambung akan dimasukkan ke crystalline sac selain dipecah-pecah juga dibantu oleh enzim yang ada di dalamnya. Sesudah itu makanan akan masuk ke usus, partikel makanan yang sudah tercerna akan didorong oleh silia untuk di masukkan ke dalam vakuola dari sel – sel digestive kemudian diaktifkan oleh enzim dan diedarkan ke sel-sel lain (Galtsoff, 1964).

Tiram bernafas dan mendapatkan makanannya dengan menggunakan dua insang. Cilia di bagian dalam insang, bergerak bersama – sama, menarik arus air agar masuk melalui katup terbuka dan melalui insang. Ketika tiram makan, helaian lender dikeluarkan pada permukaan insang. Partikel – partikel makanan berukuran mikroskopis yang terbawa dalam air akan terjebak dalam lender dan setelah itu ditangkap oleh tiram. Air kemudian melewati pori –pori di insang (ostium) ke ruang pengeluaran, dan membilas kotoran yang keluar dari anus. Makanan yang megandung lendir didorong kearah mulut dengan silia (Barret, 1963).

Bivalvia memiliki potensi yang sangat baik untuk dijadikan sebagai agen biomonitoring. Hal tersebut disebabkan karena mereka bersifat resisten terhadap perubahan kualitas fisika dari lingkungan serta mempunyai toleransi yang besar terhadap tekanan ekologis yang tinggi. Tiram bersifat filter feeder non selektif sehingga kandungan logam berat yang relatif cukup tinggi dapat ditemukan dalam tubuhnya karena terjadinya proses akumulasi (Peer *et al.*, 2010).

2.2 Logam Berat Timbal (Pb)

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul yang tinggi, mempunyai daya hantar terhadap panas dan listrik yang tinggi, serta memiliki densitas $> 5 \text{ gr/cm}^3$ (Hutagalung, 1984). Sanusi (2006), menjelaskan bahwa logam berat di perairan terdiri atas logam berat esensial dan non esensial. Logam berat yang sering mencemari lingkungan atau non esensial antara lain Hg, Cd, As dan Pb.

Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat terdeteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis. Timbal memiliki nomer atom 82; bobot atom 207,21; valensi 2-4. Timbal merupakan logam yang sangat beracun. Secara alami ditemukan pada tanah. Timbal tidak berbau dan tidak berasa. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa – senyawa lain membentuk berbagai senyawa – senyawa timbal, baik senyawa organisme seperti oksida (PbO) dan timbal klorida (PbCl₂) (SNI, 2009). Logam Pb lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya dan secara alamiah terdapat pada batu-batuan serta lapisan kerak bumi. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfida logam (PbS) yang sering disebut *galena* (Darmono, 1995).

Logam berat Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sangat populer dan banyak dikenal masyarakat. Penggunaan senyawa Pb secara luas untuk bahan penolong dalam proses produksi bahan bakar bensin karena dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar sekaligus berfungsi mencegah terjadinya ledakan saat berlangsungnya pembakaran dalam mesin (Arisandi *et al.*, 2012). Logam berat Pb juga digunakan untuk industri baterai, cat dan pestisida. Pencemaran Pb di perairan yang melebihi konsentrasi dari

ambang batas dapat menyebabkan kematian bagi biota perairan tersebut (Suharto, 2005).

Fardiaz (1992) berpendapat bahwa penggunaan Pb sering kali digunakan dalam kehidupan. Hal tersebut dikarenakan Pb mempunyai sifat – sifat dan kegunaan sebagai berikut :

1. Timbal (Pb) memiliki titik cair rendah sehingga apabila digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
2. Timbal (Pb) merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi beberapa bentuk.
3. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
4. Timbal (Pb) dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat sifat berbeda dengan timbal yang murni.
5. Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri.

Logam berat Pb yang biasanya mencemari lingkungan berasal dari industri yang memakai Pb sebagai bahan baku maupun bahan tambahan dalam produksi, seperti industri pengecoran maupun pemurnian, industri baterai, industri bahan bakar, industri kabel, dan industri kimia yang menggunakan bahan pewarna. Selain itu sumber Logam berat Pb juga berasal dari transportasi. Hasil pembakaran dari bahan tambahan (aditif) Pb pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi Pb in-organik. Logam berat Pb yang bercampur dengan dengan bahan bakar akan mengalami proses pembakar didalam mesin yang bercampur dengan oli dan Pb akan keluar dari knalpot bersamaan dengan gas buang lainnya (Sudarmaji *et al.*, 2006).

Secara alami Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu sumber Pb yang akan masuk ke badan perairan. Logam berat Pb yang masuk ke badan perairan akibat dari aktivitas manusia diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion Pb^{2+} , sehingga jumlah Pb yang ada dalam perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian biota pada perairan tersebut (Palar, 2004).

Pb merupakan salah satu jenis logam berat yang potensial menjadi bahan kontaminan, karena merupakan senyawa yang bertahan lama di dalam suatu badan air sebelum akhirnya mengendap atau terabsorpsi oleh adanya berbagai reaksi fisik dan kimia perairan. Timbal (Pb) merupakan logam yang banyak dimanfaatkan oleh manusia sehingga logam ini juga menimbulkan dampak kontaminasi terhadap lingkungan. Proses masuknya logam berat timbal berasal dari proses pengendapan yang berasal dari aktivitas seperti industri rumah tangga dan erosi, serta sisa air pembuangan dari industri baterai.

2.3 Metallothionein (MT)

Metallothionein (MT) merupakan peptida dengan berat molekul yang rendah dengan konten sistein yang tinggi. Dalam invertebrata air, MT berperan penting dalam detoksifikasi logam dan juga sering disebut sebagai biomarker yang untuk logam beracun (Desouky,2012). Metallothionein merupakan protein yang mengikat logam yang berfungsi dan berperan dalam proses pengikatan maupun penyerapan logam di dalam jaringan setiap makhluk hidup.

Salah satu prosedur pengukuran pencemaran, khususnya untuk perairan di Indonesia telah banyak dibuat namun sedikit yang dapat dijadikan sebagai prosedur pengukuran yang peka, akurat dan dapat diandalkan. Apalagi pencemaran tersebut disebabkan oleh logam berat yang berdampak besar sampai pada manusia. Salah satu alternatif prosedur pengukuran pencemaran yang peka, akurat serta dapat diandalkan adalah pengukuran dengan menggunakan indikator metallothionein. Pengukuran ini merupakan pengukuran yang sangat cocok digunakan di wilayah Indonesia dengan segala kondisi yang ada (Lasut, 2002).

2.4 Pengukuran Kadar Metallothionein dengan Metode ELISA

Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) adalah tes serologis yang biasanya digunakan dalam berbagai bentuk tergantung pada tipe antigen dan reagen yang digunakan pada saat melakukan tes. Teknik ELISA merupakan teknik kuantitatif yang sangat sensitif serta penggunaannya sangat luas, memerlukan peralatan yang sangat sedikit. Reagen yang digunakan sudah terjual secara komersial dan sangat mudah didapatkan. Pemeriksaan ELISA dapat digunakan untuk mendeteksi antibodi dalam tubuh manusia ataupun hewan/binatang. Tes ini dapat dilakukan dengan kit yang sudah tersedia atau jadi maupun dengan antigen rakitan sendiri (Setiawan, 2007).

Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) adalah metode yang biasanya sering digunakan untuk mendeteksi protein target berdasarkan antigen dan antibodi spesifik. Kemudian ditambahkan konjugasi antibodi dengan enzim tertentu untuk memvisualisasikan interaksi antigen dengan substrat enzim dan pengukuran terhadap kode yang dihasilkan. Metode ELISA telah ditetapkan dalam penentuan metallothionein pada sejumlah sampel termasuk sel

hepatitis, sel sertoli tikus yang terpapar kadmium dan urin anak – anak yang berada di lingkungan tercemar (Ryvolva *et al.*, 2011).

2.5 Parameter Kualitas Air

Dalam suatu penelitian parameter kualitas air merupakan faktor penting yang digunakan sebagai data penunjang. Adapun parameter kualitas air yang digunakan meliputi parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika adalah suhu dan parameter kimia adalah oksigen terlarut (DO), derajat keasamaan (pH), salinitas serta sedimentasi.

2.5.1 Suhu

Suhu merupakan faktor yang banyak mendapat perhatian dalam pengkajian kelautan. Data suhu dimanfaatkan untuk mempelajari gejala-gejala fisik di dalam laut serta kaitannya dengan kehidupan hewan atau tumbuhan (Nontji, 1993). Suhu merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan dan distribusi benthos seperti bivalvia (Odum, 1998). Suhu yang baik untuk kelangsungan hidup tiram berkisar 25-30° C. Suhu air pada kisaran 27-31° C juga dianggap cukup layak untuk kehidupan tiram (Winanto, 2004).

Effendi (2003), berpendapat bahwa suhu juga berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan menjadi energi panas. Proses penyerapan cahaya ini berlangsung secara lebih intensif pada lapisan atas sehingga lapisan atas perairan memiliki suhu yang lebih tinggi (lebih panas) dan densitas yang lebih kecil daripada lapisan bawah. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya stratifikasi panas pada kolom air.

Suhu merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangbiakan organisme khususnya plankton, namun

demikian pada dasarnya plankton dapat bertoleransi dengan suhu permukaan air, karena sifat pergerakannya yang selalu mengikuti arus (Nybakken, 1992).

Untuk kehidupan plankton secara normal, maka memerlukan suhu air yang berkisar 20°C sampai 30°C Dalam kaitannya dengan kegiatan budidaya, suhu optimal untuk pertumbuhan organisme di tambak yaitu berkisar antara 27 – 29° C (Widowati, 2004).

2.5.2 pH

Nilai pH berpengaruh terhadap toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam berat memperlihatkan peningkatan pada pH rendah dan berkurang seiring dengan meningkatnya pH. Nilai pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada Ph <5, alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Toksisitas logam dapat memperlihatkan peningkatan pH rendah (asam) (Effendi, 2003).

Supriyantini *et al.*, (2007), menyatakan bahwa rata-rata pH pada bivalvia di media air selama penelitian sebesar 7,0. Nilai ini masih sesuai dengan kisaran pH normal. Insafatri (2010), pada penelitiannya menyebutkan bahwa pH 7,6 – 8,2 menunjukkan masih bisa ditolerir untuk Bivalvia.

2.5.3 DO (*Dissolved oxygen*)

Salmin (2005), menyatakan bahwa oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme dan pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energy untuk pertumbuhan dan

pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan – bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik.

Oksigen terlarut (DO) adalah salah satu faktor penting dalam setiap sistem perairan. DO (*dissolved oxygen*) merupakan kebutuhan dasar bagi organisme akuatik termasuk bentos, karena digunakan untuk respirasi (Michael, 1994). Sastrawijaya (1991), menyatakan bahwa kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 4 mg/l, selebihnya tergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifan, kehadiran pencemar, temperatur air dan sebagainya. Levinton (1982) menjelaskan bahwa jumlah oksigen terlarut meningkat sejalan dengan menurunnya suhu dan menurun dengan naiknya salinitas.

Perubahan DO menyebabkan perubahan kondisi lingkungan sehingga mengubah pengaturan metabolisme tubuh organisme secara langsung, sehingga DO dimasukkan sebagai faktor langsung (*directive factor*). Selanjutnya DO juga dikategorikan sebagai faktor pembatas yang penting (*limiting factor*), dimana tanpa ketersediaan oksigen terlarut dalam air, kehidupan organisme tidak berlangsung. Dari segi ekosistem, kadar oksigen terlarut akan menentukan kecepatan metabolisme dan respirasi dari keseluruhan ekosistem. Disamping sebagai penentu tingkat metabolisme ekosistem perairan tersebut, kadar oksigen sangat penting bagi kelangsungan dan pertumbuhan biota air (Widowati, 2004).

2.5.4 Salinitas

Salinitas disebut sebagai kadar garam yang artinya adalah jumlah berat semua garam (dalam gram) yang terlarut dalam satu liter air, biasanya dinyatakan dalam satuan ‰ (per mil, gram per liter) (Nontji, 1993). Salinitas menunjukkan jumlah ion-ion terlarut. Perubahan salinitas berpengaruh pada proses difusi dan osmotik. Pola gradien salinitas bergantung pada musim,

topografis, pasang surut dan jumlah air tawar yang masuk (Nybakken 1992). Romimohtarto (1985), berpendapat bahwa variasi salinitas di Indonesia berkisar antara 15-32 ‰.

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air. Salinitas dinyatakan dalam permil atau ppt (*part per thousand*) atau g/l. Tujuh ion utama penyusun salinitas adalah sodium, potasium, kalium, magnesium, klorida, sulfat, dan bikarbonat. Sedangkan unsur lainnya adalah fosfor, nitrogen, dan unsur mikro mempunyai kontribusi kecil dalam penyusunan salinitas, tetapi mempunyai peran yang sangat penting secara biologis, yaitu diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton (Agus, 2008). Sementara itu, Effendi (2003), berpendapat salinitas menggambarkan padatan total di dalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ppt, perairan payau antara 0,5 ppt – 30 ppt, dan perairan laut 30 ppt – 40 ppt. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai.

Salinitas merupakan konsentrasi larutan garam yang terlarut di dalam air laut. Salinitas didefinisikan sebagai total padatan dalam air setelah semua karbonat dan senyawa organik dioksidasi, bromida dan iodida dianggap sebagai klorida (Amri dan Kanna, 2008). Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Salinitas dapat mempengaruhi tekanan dan konsentrasi osmotik serta konsentrasi ion dalam cairan tubuh (Haliman dan Adijaya, 2005). Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromide dan iodide digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi. Dan salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil (‰).