

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat adalah logam toksik yang mempunyai densitas 5 gr/cm³ atau lima kali dari densitas air (Hutagalung, 1991). Unsur–unsur logam berat secara alami dapat ditemukan pada batu-batuan dan mineral lainnya, oleh karena itu pencemaran logam berat biasa terdapat pada air, sedimen dan biota (Apriadi, 2005). Terdapat 80 jenis logam berat dari 109 unsur kimia yang ada di bumi. Dari sifatnya logam berat terdapat dua perbedaan yaitu esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang masih di perlukan atau dibutuhkan oleh kehidupan makhluk hidup, sedangkan logam berat non-essensial merupakan logam berat yang keberadaannya tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup khususnya biota laut. Contoh logam berat esensial antara lain ada Zn, Cu, Fe, Co dan Mn. Pada logam berat non esensial adalah logam berat yang memiliki sifat toksik atau beracun. Contoh dari logam berat non esensial adalah Hg, Cd, Pb dan Cr (Happy *et al.*, 2012). Logam berat yang terakumulasi sangat banyak di alam dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Logam berat dapat terakumulasi dalam air, sedimen dan biota dan Logam berat dapat berikatan dengan logam berat lainnya.

Laut menjadi tempat bermuaranya sungai besar maupun sungai kecil. Dengan demikian laut adalah tempat untuk berkumpulnya zat –zat pencemar yang berasal dari aliran sungai. Setiawan (2013) menuliskan bahwa limbah logam berat menjadi zat paling berbahaya apabila terkena manusia. Keracunan ini bisa didapati manusia melalui logam berat yang berasal ketika manusia mengkonsumsi makanan yang berasal dari laut, seperti ikan – ikanan yang telah terkontaminasi oleh logam berat. Kontaminasi ini terjadi ketika logam berat akan mengalami biomagnifikasi yang bekerja dalam laut (Ahmad, 2010). Pencemaran

logam berat ini dapat terjadi ketika pembangunan suatu industri tidak memiliki daya tampung pengelolaan limbah yang baik. Logam berat yang biasa dihasilkan oleh adanya pembangun pabrik atau pertambangan yaitu Cd, Zn dan Pb (Damaianto dan Masduqi, 2014). Menurut keputusan menteri lingkungan hidup nomer 115 tahun 2003 yaitu hasil indeks pencemaran dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks ini akan menunjukan tingkat pencemaran dalam perairan berdasarkan tingkatannya. Seperti melebihi baku mutu atau tercemar berat.

2.1.1 Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan logam berat non-esensial, yang memiliki sifat toksik. Kadmium merupakan pengolahan dari logam seng (Zn). Cd ini biasa digunakan untuk pengganti seng (Zn). Kadmium memiliki titik lebur yang sangat rendah. Kadmium biasa digunakan untuk campuran logam berat lainnya seperti nikel, perak, tembaga dan besi. Selain memiliki titik lebur yang sangat rendah kadmium juga mudah terkonsentrasi ketika memasuki atmosfer (Dewa et al., 2015). Pencemaran logam berat kadmium (Cd) disebabkan oleh pembangunan industri yang sangat meningkat mengakibatkan penimbun logam berat pada perairan. Emisi dari Cd dihasilkan dari kegiatan pertambangan. Akibat dari peningkatan logam berat Cd ini akan terakumulasi pada sedimen dan air yang akhirnya dapat mengkontaminasi biota perairan (Damaianto dan Masduqi, 2014).

Penelitian mengenai logam berat Kadmium sudah banyak dilakukan baik penelitian di kolom perairan maupun di sedimen. Penelitian Damaianto and Masduqi (2014) Cd pada air untuk konsentrasi tertinggi sebanyak 0,041 ppm terendahnya 0,008 ppm di perairan Pantai Utara Tuban. Pada penelitian Akbar et al., (2014) menyebutkan kadar Logam Cd pada perairan tertinggi sebesar 0,725 ppm dan terendah 0,469 ppm untuk sedimen Cd tertinggi sebesar 0,559

mg/kg dan terendah sebesar 0,186 mg/kg untuk perairan pesisir Kota Makasar. Selain itu penelitian yang dilakukan Happy et al., (2012) menyatakan kadar Cd dalam air yang tertinggi sebesar 0,01 ppm terendah sebesar 0,003ppm sedangkan pada sedimen kadar Cd terbanyak sebesar 0,06 mg/kg dan terendah sebesar 0,02mg/kg dilakukan pada perairan Sungai Citarum. Ini menunjukkan bahwasannya tinggi rendahnya logam berat Cd tergantung pada kondisi perairan setiap wilayah penelitian.

2.1.2 Logam Berat Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang bersifat esensial. Logam berat Cu akan menjadi toksik atau beracun apabila memiliki konsentrasi yang sangat tinggi dari nilai ambang batas. Cu masuk ke dalam lingkungan karena adanya aktivitas dari manusia. Sedangkan Cu yang masuk ke alam, secara alami melalui peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral, debu dan dari udara yang turun melalui hujan (Palar, 2004). Unsur tembaga (Cu) merupakan unsur bebas yang berada di alam. Tembaga akan berikatan dengan senyawa lainnya dan akan membentuk senyawa padat dalam bentuk mineral seperti kalkosit (Cu_2S), kovelit (CuS), kalkopirit (CuFeS_2), bornit (Cu_5FeS_4) dan enargit (Cu_3AsS_4) (Suhaidi, 2013).

Logam berat Cu dapat terakumulasi pada air, sedimen, dan biota. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ahmad (2010) perairan Pulau Muna, Kabaena, dan Buton, kadar logam berat Cu pada perairan sebesar 0,011 Mg/L yang tergolong tinggi sedangkan untuk pengukuran Cu terendah ternilai tidak terhitung. Pengukuran Cu pada Sedimen menunjukkan nilai tertinggi sebesar 5,13 Mg/Kg dan terendah sebesar 1,39 Mg/Kg, sedangkan pada biota kerang akumulasi logam berat Cu tertinggi sebesar 6,66 Mg/Kg dan terendah sebesar 0,69 Mg/ Kg. Menurut Prasetio *et al.*, (2016) kadar logam berat Cu di perairan

Banyuasin Sumatera Selatan tertinggi sebesar 8,325 Mg/LI, terendah sebesar 2,347 Mg/L dan pada biota plankton Cu tertinggi sebesar 0,0325 mg/l dan terendah 0,005 mg/l.

2.2 Bulu Babi

Bulu babi adalah hewan kelas *Echinoidea* yang umumnya hidup di daerah terumbu karang. Bulu babi sering dijumpai hidup berkoloni, dengan tujuan mencari makan dan menghindari diri dari predator. Menurut Yudasmara (2013) selain berkoloni untuk menghindari mangsa atau predator, Bulu babi lebih sering aktif pada malam hari. Bulu babi merupakan biota pendukung bagi ikan karang. Jenis Bulu babi yang sering ditemukan pada daerah terumbu karang adalah jenis Bulu babi *Deadema setosum*. Bulu babi *D. setosum* bisa dijumpai di pantai berbatu dan di daerah terumbu karang pada Indo-Pasifik (Setiawan et al., 2012). Bulu babi dikenal di daerah timur Indonesia dengan sebutan “duri babi”. Hewan yang tergolong makro bentos dari kelas *Echinoidea* dapat mencapai ukuran diameter 163 mm dengan berat 200 gr. Saat ini Bulu babi di kawasan Indonesia timur sudah banyak dimanfaatkan untuk dikonsumsi gonadnya (Radjab, 2001).

Bulu babi merupakan hewan *Omnivore* yang memangsa makroalga dan koloni hewan karang. Keberadaan Bulu babi secara signifikan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan karang. Bulu babi sering ditemui pada ekosistem terumbu karang (Suryanti and Ruswahyuni, 2014). Selain berperan dalam komunitas terumbu karang, bulu babi juga menjadi komoditas pengontrol struktur gangguan laut, yang sering dijumpai pada ekosistem lamun (Toha, 2016).

2.2.1 Klasifikasi Bulu Babi

Bulu babi atau biasa disebut dengan istilah landak laut yang dalam istilah bahasa inggrisnya adalah *Sea urchin* dan dalam bahasa jepang ialah *uni*. Bulu

babi adalah tergolong pada hewan kelas Echinoidea, Filum Echinoderma, ada sekitar 800 spesies di dunia dan di perairan Indonesia sekitar 84 jenis bulu babi. Bulu babi yang banyak dijumpai di Perairan Indonesia adalah spesies *Diadema setosum* (Toha, 2016). Menurut Mistiasih, (2013) bulu babi yang ditemukan terdapat 12 Ordo, 36 Famili dan sekitar 800 spesies.

Bulu babi marga *Diadema* termasuk kedalam induk bangsa *Diadematacea*. Klasifikasi bulu babi (*D. setosum*) menurut (Wulandewi *et al.*, 2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Echinodermata

Kelas : Echinoidea

Ordo : Diadematoida

Famili : Diadematoidae

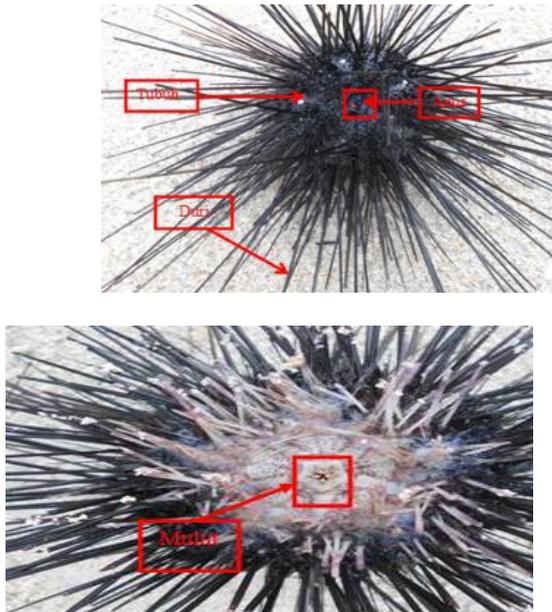
Genus : *Diadema*

Spesies : *Diadema setosum*

2.2.2 Morfologi Bulu Babi

Bulu babi memiliki tubuh yang berbentuk bulat atau bundar pipih. Bulu babi tidak memiliki tangan, tetapi Bulu babi memiliki duri di seluruh luar bagian tubuhnya yang dapat digerakan. Organ Bulu babi terletak didalam tempurung bulu Babi. Tubuh bulu babi terbagi menjadi 3 bagian yaitu oral, aboral, dan diantara bagian oral dan aboral (Dobo, 2009). Dilihat secara morfologi Suryanti dan Ruswahyuni (2014) menuliskan Bulu babi terbagi menjadi dua kelompok yaitu, bulu babi beraturan dan bulu babi tidak beraturan. Tubuh bulu babi terbungkus oleh cangkang, lempengan lipatan cangkang yang terdapat di Bulu babi mempunyai 10 lipatan. Duri pada Bulu babi berguna untuk sebagai alat jalan (Romimohtarto and Sri Juwana, 2009)

Menurut Anwar *et al.*, (2015) pengamatan morfologi untuk *Deadema setosum* yaitu ditunjukkan dengan ciri ciri memiliki duri yang berwarna hitam, selain duri berwarna hitam duri *D. Setosum* panjang dan runcing. Tubuh Bulu babi ini bulat dan cangkangnya pipih. Penjelasan morfologi bulu babi *D. Setosum* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Deadema Setosum* (Wulandewi *et al.*, 2015)

2.2.3 Reproduksi Bulu Babi

Bulu babi merupakan biota laut yang melakukan pemijahan diluar tubuhnya. Bulu babi mempunyai alat kelamin terpisah dalam organnya seperti induk jantan akan memiliki testis yang menghasilkan sperma dan indukan betina memiliki ovum dan menghasilkan telur. pertama indukan jantan akan terlebih dahulu melakukan fertilisasi diluar kemudia diikuti oleh indukan betina untuk melapas sel telurnya. Pembuah pada bulu babi menghasilkan kelipatan 2. Mengetahui reproduksi bulu babi merupakan tujuan untuk mengetahui budidaya bulu babi (Radjab, 2001). Bulu babi memiliki gonad yang dimanfaatkan sebagai

sumber pangan. Gonad bulu babi terdapat dalam cangkang bulu babi betina dan jantan. Bulu babi memiliki ukuran panjang 2 inci dan lebar satu inci (Toha, 2016).

Siklus hidup dari bulu babi diawali dengan terjadinya pembuahan yang terjadi diluar tubuh. Induk jantan membuahi telur-telur dari induk betina, kemudian terbentuklah embrio, dimana embrio ini akan membelah dengan frekuensi yang sangat tinggi. Setelah mencapai tahap embrio, kemudian masuk fase morula dan embrio muda disebut blastula. Selama 10 jam setelah terbuahi sejak fase blastula, maka embrio tersebut mulai aktif berenang. Setelah fase tersebut muncullah anakan bulu babi. Menurut Mistiasih (2013) bulu babi sudah dapat dikatakan menjadi anakan jika sudah terdapat tentakel-tentakel, duri-duri dan pediselaria.

2.2.4 Sebaran Dan Habitat Bulu Babi

Bulu babi biasa ditemukan pada habitat ekosistem terumbu karang. Pada zona terumbu karang bulu babi banyak dijumpai pada zona algae dan zona lamun. Bulu babi bahkan dapat di jumpai pada kedalaman 10 m hingga 5000m. Bulu babi juga lebih menyukai perairan yang jernih dan air yang relatif tenang (Dobo, 2009). Bulu babi termasuk hewan *benthonic*, ditemui di semua laut dan lautan dengan batas kedalaman antara 0-8000 m. *Echinoidae* memiliki kemampuan beradaptasi dengan air payau lebih rendah dibandingkan invertebrate lain. Kebanyakan bulu babi hidup pada substrat yang keras, yakni batu-batuan atau terumbu karang dan hanya sebagian kecil yang menghuni substrat pasir dan lumpur, karena pada kondisi demikian kaki tabung sulit untuk mendapatkan tempat melekat (Yusuf, 2017).

Indonesia memiliki lautan yang lebih luas dari daratannya, oleh karena itu organisme yang ada pun sangatlah beragam. Bulu babi dapat ditemukan mulai

dari daerah pasang surut sampai perairan yang dalam. Penyebaran lokal bulu babi sangat tergantung kepada perkembangan faktor substrat dan makanan. Bulu babi oleh masyarakat yang tinggal di daerah pantai kawasan Timur Indonesia lebih dikenal dengan nama duri babi yang merupakan salah satu dari sekian jenis makrobenthos dari kelas echinoidea yang dapat mencapai ukuran diameter 163 mm dan mencapai berat 200 gr (Mistiasih, 2013).

2.3 Keterkaitan Logam Berat dan Bulu Babi

Bulu babi merupakan biota laut yang memiliki hidup secara statis. Bulu babi merupakan salah satu biota laut yang sensitif terhadap perairan tercemar, bahkan bulu babi dapat mendeteksi daerah tercemar akibat paparan logam berat. Bulu babi adalah biota yang cocok untuk menganalisis logam berat pada perairan laut. Pada penelitian Rumahlatu (2012) bulu babi mengalami pergerakan pasif pada minggu ke 4 yang menunjukkan bahwa Cd pada gonad sebesar 0,14 μg dan pada minggu ke 4 bulu babi mengalami perubahan fisiologi yaitu rontoknya duri pada tubuh bulu babi dan mengalami pergerakan yang cenderung pasif di bandingkan pada minggu – minggu sebelumnya, selanjut pada penelitian Rumahlatu *et al.*, (2013) membuktikan bahwa konsentrasi logam berat sangat berpengaruh terhadap protein *CASPASE-3* juga mengalami peningkatan. Peningkatan ini terjadi pada hati bulu babi sebanyak 12 mg/l dengan kenaikan konsentrasi logam berat juga mempengaruhi kenaikan protein yang menyebabkan terjadinya perubahan morfologi dan pergerakan bulu babi itu sendiri.

Penelitian bulu babi terhadap konsentrasi logam berat juga dilakukan oleh Xu *et al.*, (2011) dan Soualili *et al.*, (2008). Pada penelitian Xu *et al.* (2011), menunjukkan bahwa sperma dan embrio bulu babi juga memiliki kecenderungan dalam penyerapan konsentrasi logam berat. Penyerapan logam berat pada

embrio tertinggi 13,05 dan terendah sebesar 1,32. Sedangkan pada sperma bulu babi logam berat tertinggi 82,13 dan terendah 6,4. Penelitian Soualili *et al.*, (2008) meneliti tentang sedimen, bulu babi terhadap paparan logam berat. Pada penelitian ini analisis logam berat Cd sebesar 0,12 dan terendah 0,76, sedangkan pada logam berat Cu tertinggi sebesar 6,4 dan terendah sebesar 4,1. Cu tertinggi dikarenakan pada daerah pengambilan sampel merupakan daerah industri.