

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Logam Berat pada Air Laut dan Sedimen

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kandungan logam berat pada air laut dan sedimen di sepanjang perairan pantai Lekok Kabupaten Pasuruan, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut dan sedimen

Stasiun	Kandungan Logam Berat (ppm)					
	Air			Sedimen		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
I	0,139	0,166	0,052	4,449	3,151	1,020
II	0,149	0,167	0,060	4,458	3,230	1,128
III	0,215	0,189	0,074	5,271	3,500	1,268
IV	0,236	0,199	0,085	5,856	3,750	1,306
V	0,281	0,203	0,092	6,558	3,985	1,354
Rata-rata	0,204	0,185	0,073	5,318	3,523	1,215
B.Mutu	0,05*	0,01*	0,003*	10-70**	0,1-2**	0,02-0,035**

Keterangan: * : KEPMENLH nomor 51 tahun 2004; ** :RNO

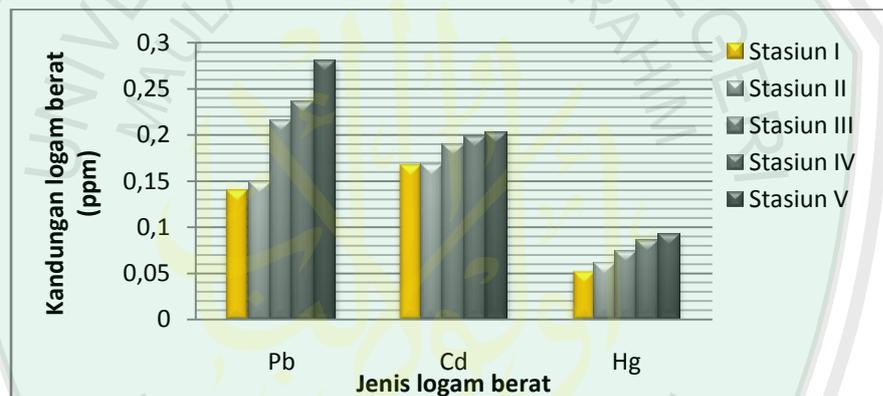
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut sangat bervariasi di setiap stasiun. Nilai rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg yaitu 0,204 ppm, 0,185 ppm, dan 0,073 ppm. Pencemaran air laut di sepanjang perairan Pantai Lekok pada kandungan logam berat Pb melebihi dari 0,05 ppm, kandungan logam Cd melebihi 0,01 ppm, dan kandungan logam Hg melebihi 0,003 ppm, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 dapat dikatakan kandungan logam berat di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan sudah melampaui ambang batas.

Keberadaan logam berat Pb, Cd, dan Hg di perairan laut Pantai Lekok sudah tercemar oleh logam berat. Limbah yang mengandung logam berat tersebut berasal dari limbah industri dan rumah tangga di sekitar daerah Pantai Lekok. Kandungan logam berat tersebut dapat membahayakan kehidupan organisme perairan, mengingat kandungan logam berat bersifat racun dan menyebabkan kematian. Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat disebabkan oleh jumlah masukan limbah logam berat ke perairan. Semakin besar limbah yang masuk ke dalam suatu perairan, semakin besar konsentrasi logam berat di perairan.

Logam berat di perairan secara tidak langsung dapat membahayakan kehidupan organisme di dalamnya. Menurut Palar (1994) menyatakan bahwa logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan, dan dapat menghancurkan satu tatanan ekosistem perairan.

Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, serta membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi organisme tersebut (Sutamihardja, 1982 *dalam* Anggraini, 2007).

Kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg dari nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa logam berat tertinggi terdapat pada stasiun V, karena stasiun ini dekat dengan wilayah industri. Kawasan industri yang ada di daerah Pantai Lekok pada umumnya menggunakan ketiga logam berat tersebut dalam proses produksinya dan menghasilkan bermacam-macam limbah yang mengandung logam berat. Hasil analisis kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut di perairan pantai Lekok Kabupaten Pasuruan dari hasil tabel 4.1. pada air laut dengan bantuan program microsoft excel dapat diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada sedimen sangat bervariasi di setiap stasiun. Nilai rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg yaitu 5,318 ppm, 3,523 ppm, dan 1,215 ppm. Pencemaran logam berat pada sedimen di sepanjang Pantai Lekok, kandungan logam berat Pb di bawah 10-70 ppm masih belum melampaui batas sedangkan kandungan logam berat Cd melebihi dari 0,1-2 ppm dan kandungan logam berat Hg melebihi dari 0,02-0,035 ppm sudah melampaui ambang batas dari baku mutu menurut RNO.

Kandungan logam berat Pb di perairan Pantai Lekok belum melampaui batas baku mutu dari ketentuan RNO, Meskipun logam Pb yang terdapat pada sedimen masih berada di bawah baku mutu perairan, perlu diwaspadai pula keberadaannya pada biota laut. Hal ini terkait dengan sistem rantai makanan yang ada, maka bukan hal yang mustahil bahwa konsentrasi Pb yang kecil akan menjadi besar (terakumulasi) pada biota dengan trofik level yang lebih tinggi. Logam berat Pb yang terakumulasi dalam biota yang dikonsumsi oleh manusia seperti ikan dan kerang-kerangan akan sangat membahayakan.

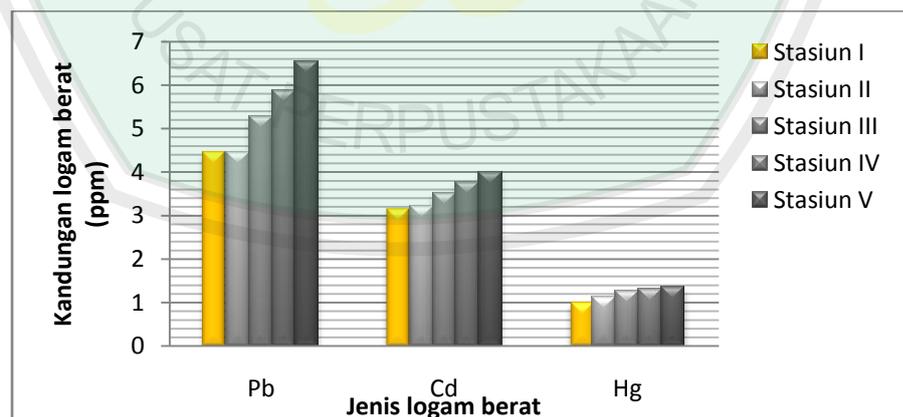
Kandungan logam berat Cd dan Hg pada sedimen di perairan Pantai Lekok sudah melampaui ambang batas sesuai dengan ketentuan RNO, dan dapat dikatakan bahwa perairan Pantai Lekok sudah tercemar oleh logam berat tersebut. Kandungan logam berat Cd di duga berasal dari aktivitas industri yang terdapat di daratan, dimana aktivitasnya menggunakan bahan kadmium (Cd) seperti PT Cheil Jedang Indonesia karena Cd digunakan sebagai produksi MSG sebagai limbah industri bahan makanan. Sedangkan kandungan logam berat Hg di duga berasal dari industri limbah pupuk cair dan pestisida yang digunakan oleh masyarakat sekitar.

Perbedaan pencemaran kadar logam berat antara air laut dan sedimen terlihat bahwa tertinggi terdapat pada sedimen dapat dilihat pada tabel 4.1 dari nilai rata-rata seluruh stasiun, hal ini menunjukkan terjadinya akumulasi logam berat dalam sedimen sehingga terjadi penumpukan di dasar perairan dikarenakan sifat logam berat yang akan mengalami pengendapan/sidementasi. Logam berat yang terdapat di air laut masih bergerak bebas akibat arus, pasang surut dan

gelombang sehingga terjadinya pengenceran. Logam berat yang masuk ke perairan laut akan diserap partikel yang tersuspensi yang mengakibatkan kandungan logam berat dalam sedimen umumnya lebih tinggi dibandingkan pada air laut.

Menurut Hutagalung (1991) mengatakan bahwa logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air.

Kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg dari nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa logam berat terendah terdapat pada stasiun I, karena stasiun ini pesisir pantai yang terdapat aliran anak sungai sepanjang Rejoso dan Lekok yang bermuara ke laut. Hasil analisis kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada sedimen, tingkat kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada tabel 4.1 dengan bantuan program microsoft excel dapat di peroleh grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada sedimen

Afiati (2005) dalam Ruidiyanti menyatakan bahwa kandungan logam berat dalam sedimen tinggi karena dihasilkan dari pengikatan beberapa komponen senyawa, seperti partikel organik, ZnO_2 , MnO_2 , dan *clay*. Logam berat dalam

sedimen juga lebih banyak berada dalam bentuk endapan sehingga sulit untuk lepas kembali ke perairan dan sifat akumulatif dengan jangka waktu yang lama karena sifat relatif menetap. Menurut Darmono (2001), Logam berat Pb, Cd, dan Hg merupakan jenis logam berat yang dikenal sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tertinggi bagi kesehatan manusia.

Badan perairan terdapat ion-ion logam akan bereaksi membentuk kompleks organik dan kompleks anorganik. Perairan juga terdapat ligand-ligand yang terdiri dari Cl^- , SO_4^{2-} , F^- , S^{2-} dan PO_4^{3-} . Menurut Palar (1994) menyatakan bahwa ligand-ligand di perairan memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi ion-ion logam, sehingga terjadi kompetisi antara ligand-ligand organik yang ada dalam proses pembentukan kompleksnya dengan logam, sementara itu logam-logam seperti Pb, Zn, Cd, dan Hg mempunyai kemampuan untuk membentuk kompleks sendiri dan mudah membentuk kompleks dengan ion-ion Cl^- dan SO_4^{2-} pada konsentrasi yang sama dengan yang terdapat pada air laut.

4.2 Kandungan Logam Berat pada Kerang

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kandungan logam berat pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan pantai Lekok kabupaten Pasuruan, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada kerang.

Stasiun	Kandungan Logam Berat (ppm)					
	Kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>)			Kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
I	1,926	1,257	0,829	1,242	1,396	0,828
II	2,079	1,381	0,936	1,289	1,531	1,124
III	2,338	1,640	1,169	1,476	1,713	1,214
IV	2,582	1,740	1,259	1,637	1,803	1,317
V	2,649	1,930	1,309	1,892	1,936	1,397
Rata-rata	2,315	1,590	1,100	1,507	1,676	1,176
B. Mutu	0,008*	0,001*	0,001*	0,008*	0,001*	0,001*

Keterangan: * : KEPMENLH nomor 51 tahun 2004

Kerang memiliki kandungan gizi yang tinggi, seperti protein, asam amino, asam lemak, vitamin, dan mineral yang diperlukan oleh tubuh. Kerang juga memiliki daging yang lunak, mudah dicerna, rasa dan aroma yang khas. Akan tetapi, adanya pencemaran yang terjadi di perairan laut dan sedimen sebagai tempat tinggal kerang mengakibatkan terkontaminasi logam berat, sehingga dapat membahayakan organ kerang maupun organisme yang mengkonsumsi kerang seperti manusia.

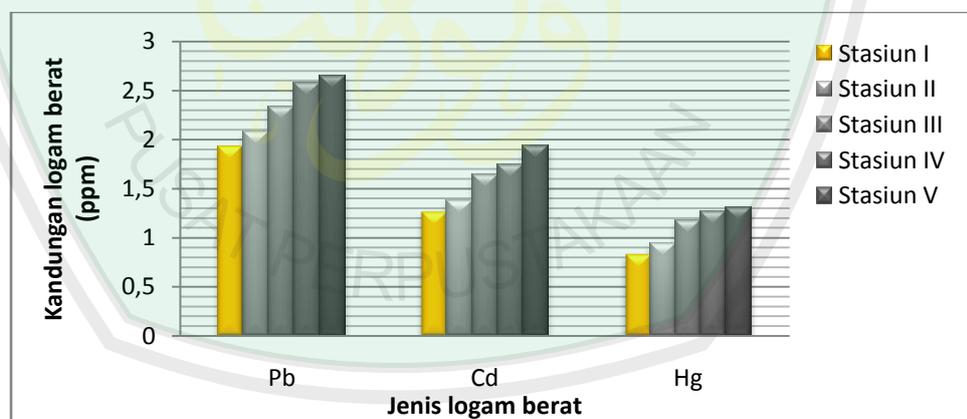
Pada penelitian ini menggunakan dua jenis sampel kerang yang tersebar di perairan Pantai Lekok kabupaten Pasuruan. Dua jenis kerang ini yaitu kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan kerang darah (*Anadara granosa*). Kerang tersebut banyak di konsumsi dan diperjual belikan oleh masyarakat sekitar.

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) memiliki kandungan logam berat yang sangat bervariasi di setiap stasiunnya. Nilai rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) di sepanjang perairan

Pantai Lekok yaitu 2,315 ppm, 1,590 ppm, dan 1,100 ppm. Ukuran cangkang Kerang bulu yang diamati adalah 4-6 cm.

Akumulasi kandungan logam berat pada kerang bulu, logam berat Pb pada setiap stasiun melebihi dari 0,008 ppm, kandungan logam Cd melebihi 0,001 ppm, dan kandungan logam Hg melebihi 0,001 ppm, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 dapat dikatakan kandungan logam berat pada kerang sudah melampaui ambang batas baku mutu yang telah ditentukan. Dapat dikatakan bahwa mengkonsumsi kerang bulu dapat membahayakan kesehatan manusia.

Hasil analisis kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) di sepanjang perairan pantai Lekok dari hasil tabel 4.2 dengan bantuan program microsoft excel dapat diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar.4.3 Rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada kerang bulu (*Anadara antiquata*)

Berdasarkan hasil penelitian Fitriyah (2007) di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan, menunjukkan bahwa kadar Pb, Cd, dan Hg pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh standart WHO, yaitu 1,5710 ppm, 2,802 ppm, dan 0,79733 ppm. Akan tetapi perbandingan nilai rata-rata logam berat kerang bulu yang telah dilakukan yaitu

Pb 2,315 ppm, Cd 1,590 ppm, dan Hg 1,100 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada logam berat Pb dan Hg, dan penurunan pada logam berat Cd. Hal ini kemungkinan disebabkan peningkatan jumlah pabrik dan industri yang membuang limbah yang mengandung logam berat Pb dan Hg.

Menurut Connell dan Miller (1995) menyatakan bahwa penurunan jumlah spesies dan keragaman dalam daerah tercemar berat dengan peningkatan biomassa makhluk hidup yang toleran. Bertambahnya jarak dari tempat pembuangan, daerah seperti ini secara bertahap menjadi bersih dengan situasi perantara yang memperlihatkan peralihan sekeliling. Awal masuknya bahan organik ke dalam suatu daerah menyebabkan rangkaian perubahan sementara dalam oksigen terlarut dan faktor-faktor yang ada hubungannya, serta pengaruh yang diakibatkan pada biota.

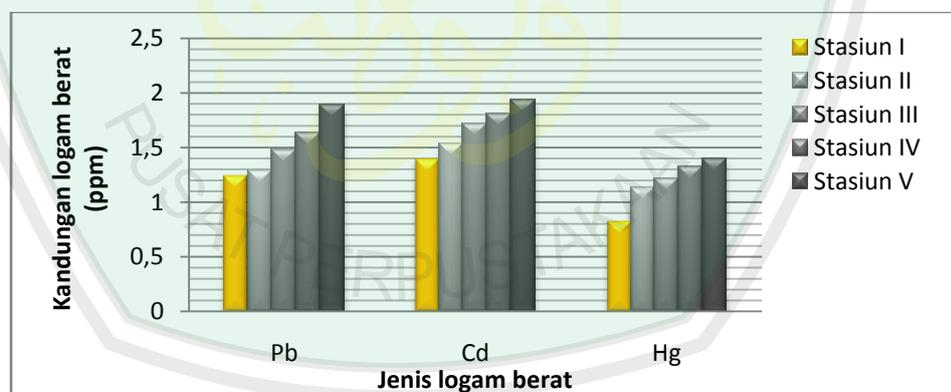
Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang darah (*Anadara granosa*) memiliki kandungan logam berat yang sangat bervariasi di setiap stasiunnya. Nilai rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang darah (*Anadara granosa*) di sepanjang perairan Pantai Lekok yaitu 1,507 ppm, 1,676 ppm, dan 1,176 ppm. Ukuran cangkang Kerang darah yang diamati adalah 3-6 cm.

Akumulasi kandungan logam berat pada Kerang darah untuk kandungan logam berat Pb pada setiap stasiun melebihi dari 0,008 ppm, kandungan logam Cd melebihi 0,001 ppm, dan kandungan logam Hg melebihi 0,001 ppm, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 dapat dikatakan kandungan logam berat pada kerang sudah melampaui ambang batas baku mutu

yang telah ditentukan. Dapat dikatakan mengkonsumsi Kerang darah (*Anadara granosa*) membahayakan kesehatan manusia.

Faktor yang mempengaruhi tingkat akumulasi logam berat adalah jenis logam berat, jenis atau ukuran organisme, lama paparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH, dan salinitas. Hasil penelitian Vernberg *et al.* (1974) dalam Hutagalung (1991) menunjukkan bahwa kenaikan suhu, penurunan pH, dan penurunan salinitas perairan menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin besar.

Hasil analisis kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang darah (*Anadara granosa*) menunjukkan hasil yang sangat bervariasi di setiap stasiun. Tingkat kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada tabel 4.2 dengan bantuan program microsoft excel dapat di peroleh gambar grafik sebagai berikut:



Gambar. 4.4 Rata-rata kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada kerang darah (*Anadara granosa*)

Menurut Darmono (2001) menyatakan bahwa tingkat konsentrasi logam berat dalam badan perairan dan organisme yang hidup didalamnya dibedakan menurut tingkat pencemarannya, yaitu polusi berat, sedang, dan non polusi. Tingkat polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat air, sedimen, dan organisme yang hidup di dalamnya cukup tinggi (melampaui batas). Tingkat

sedang kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup didalamnya berada pada batas marjinal (nilai ambang batas yang telah ditentukan), sedangkan pada tingkat non polusi kandungan logam berat dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya sangat rendah.

Dapat diartikan bahwa kandungan logam berat (Pb, Cd, dan Hg) Kerang bulu dan Kerang darah di perairan Lekok sudah melampaui batas baku mutu sehingga dikatakan tingkat polusi berat. Oleh sebab itu, mengkonsumsi kerang bulu dan kerang darah berlebihan dapat membahayakan kesehatan manusia, karena kemungkinan besar akan terakumulasi ke dalam tubuh manusia pada masyarakat sekitar.

Kerang yang terdapat di perairan Pantai Lekok dapat diperkirakan logam berat pada tubuh kerang bulu dan kerang darah telah mengalami bioakumulasi, karena kerang memiliki sifat *filter feeder*. Akumulasi ini terjadi karena kecenderungan logam berat membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh organisme. Dengan demikian logam berat terfiksasi dan tidak segera diekskresikan oleh organisme bersangkutan (Sumarwoto, 1988) hal tersebut akan mengakibatkan kandungan logam berat dalam tubuh organisme akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam lingkungan hidupnya.

Keracunan logam berat Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan seperti kerang akan diikuti dalam proses metabolisme tubuh. Palar (1994) menyatakan bahwa jumlah Pb yang masuk bersama makanan masih mungkin bisa ditolerin oleh lambung disebabkan asam lambung yang mempunyai kemampuan

untuk menyerap logam Pb. Tetapi walaupun asam lambung mempunyai kemampuan untuk menyerap keberadaan logam ini. Gejala keracunan kronis ringan yang ditemukan berupa insomnia dan beberapa macam gangguan tidur lainnya. Sedangkan gejala pada kasus keracunan akut ringan adalah menurunnya tekanan darah dan berat badan, dan keracunan akut yang cukup berat dapat mengakibatkan koma bahkan kematian.

Kandungan logam berat Cd bersifat racun dan merugikan bagi semua organisme, pada badan perairan terutama kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Hasil penelitian di Jepang telah terjadi keracunan oleh Cd yang menyebabkan penyakit lumbago yang berlanjut ke arah kerusakan tulang dengan akibat melunak dan retaknya tulang (O'Neill, 1994 dalam Herman, 2006). Organ tubuh yang menjadi sasaran keracunan Cd adalah ginjal dan hati, apabila kandungan mencapai 200 µg Cd/gr (berat basah) dalam *cortex* ginjal yang akan mengakibatkan kegagalan ginjal dan berakhir pada kematian.

Merkuri (Hg) digolongkan sebagai pencemar yang paling berbahaya, penggunaan merkuri di berbagai bidang sudah cukup luas terutama dalam kegiatan industri maupun laboratorium. Herman (2006) menyatakan bahwa keracunan oleh merkuri nonorganik terutama mengakibatkan terganggunya fungsi ginjal dan hati. Disamping itu, akan mengganggu sistem enzim dan mekanisme sintetik apabila berupa ikatan dengan kelompok sulfur di dalam protein dan enzim. Merkuri organik dari jenis metil-merkuri dapat memasuki *placenta* dan merusak janin pada wanita hamil, mengganggu saluran darah ke otak serta menyebabkan kerusakan otak.

Kandungan logam Pb, Cd, dan Hg pada air laut, sedimen, dan Kerang dapat diketahui bahwa logam berat tertinggi terdapat di stasiun V, hal ini dikarenakan pada stasiun V merupakan kawasan industri pabrik dan dekat daerah pemukiman serta terdapat banyak sampah organik maupun anorganik terlihat pada saat pengambilan sampel dilakukan. Kemungkinan sampah yang ada berasal dari aliran arus laut, selain itu juga dari sampah penduduk sekitar di daerah pemukiman tersebut.

Kandungan logam berat terendah pada stasiun I, merupakan wilayah pesisir yang terdapat beberapa anak aliran sungai Rejoso, dapat diketahui bahwa sungai ini merupakan aliran pembuangan limbah industri atau pabrik. Akan tetapi kandungan logam berat di stasiun ini terendah, hal ini kemungkinan dikarenakan limbah yang dibuang tidak secara langsung masuk ke dalam badan perairan Pantai Lekok, tetapi melalui aliran sungai dan mengalami pengendapan di sedimen sungai. Sehingga kandungan logam berat akan mencemari sungai terlebih dahulu.

Kandungan logam berat dalam sungai yang berasal dari limbah industri baik yang diolah maupun belum diolah ke badan air kemudian secara langsung dapat memapari air permukaan. Logam berat memasuki air alami dan menjadi bagian dari sistem suspensi air dan sedimen melalui proses absorpsi, presipitasi, dan pertukaran ion. Menurut penelitian Widodo (2005), diketahui bahwa Muara sungai Rejoso telah tercemar logam berat Hg yang cukup tinggi. Pencemaran ini disebabkan oleh adanya industri-industri yang ada di Kecamatan Rejoso membuang limbahnya ke sungai. Pencemaran perairan pantai Lekok disebabkan

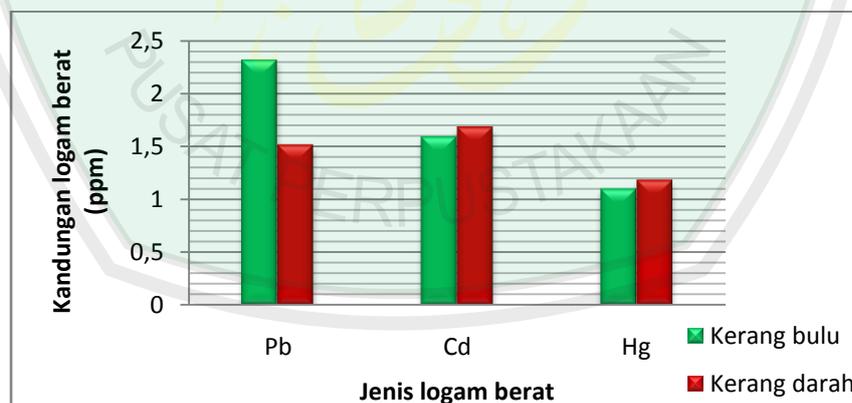
oleh aliran sungai-sungai yang banyak mengandung bahan pencemar logam berat yang aliran airnya dari sungai Rejoso.

Pada stasiun II merupakan kawasan pesisir yang paling dekat dengan PLTU, berdasarkan hasil data menunjukkan stasiun ini mengandung logam berat terendah setelah stasiun I, hal ini kemungkinan logam berat yang dihasilkan oleh PLTU terutam logam berat Pb akan teremisi ke udara dan hanya sedikit yang teremisi kedalam badan perairan. Stasiun III merupakan kawasan pemukiman yang menjadikan laut sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga baik organik maupun anorganik, kemungkinan kandungan logam berat berasal dari limbah tersebut. Stasiun IV merupakan kawasan pelabuhan dan TPI (Tempat Pelelangan Ikan) yang kemungkinan kandungan logam berat berasal dari aktivitas manusia dalam jual beli ikan dan kapal yang dimiliki para nelayan yang menggunakan bahan bakar solar.

Sumber-sumber pencemaran dapat berasal dari limbah industri, pertambangan, pertanian dan domestik. Namun yang paling banyak memberikan kontribusi peningkatan kandungan logam berat dalam perairan adalah limbah industri, karena logam berat sering digunakan sebagai bahan baku, bahan tambahan maupun sebagai katalisator (Hutagalung *et al.* 1997). Penggunaan logam berat dalam industri tersebut memberikan sejumlah kemungkinan ikut terbuangnya sisa sebagian logam berat yang masuk dalam limbah, sehingga jika limbah tersebut dibuang ke perairan tanpa melalui proses pengolahan limbah yang sesuai dengan standar yang berlaku akan mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasinya dalam air. Selain dalam badan air, logam berat juga akan

terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi, bioakumulasi, biokonsentrasi dan biomagnifikasi (Hutagalung *et al.* 1997).

Hasil akumulasi logam berat antara Kerang bulu dan Kerang darah dapat dilihat pada tabel 4.2 nilai rata-rata kandungan logam berat pada stasiun, kandungan logam berat Pb kerang bulu mempunyai kadar yang lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat Pb pada Kerang darah sedangkan kandungan logam berat Cd dan Hg Kerang darah mempunyai kadar yang lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat Cd dan Hg pada Kerang bulu. Akan tetapi nilai rata-rata kandungan logam berat Cd dan Hg pada Kerang darah dan Kerang bulu di seluruh stasiun tidak jauh berbeda, hal ini dikarenakan ukuran Kerang tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 4-6 cm pada Kerang bulu dan Kerang darah berkisar 3-6 cm pada saat pengambilan sampel. Hal ini dapat dilihat pada gambar grafik, sebagai berikut:



Gambar.4.5 Perbandingan nilai rata-rata akumulasi logam berat pada kerang bulu dan kerang darah

Suwigyo (2002) menyatakan bahwa kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan kerang darah (*Anadara granosa*) adalah famili arcidae dan genus *Anadara*. Secara umum kedua kerang ini memiliki morfologi yang hampir sama, cangkang memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang.

Perbedaan dari kedua kerang ini adalah morfologi cangkangnya, kerang bulu memiliki cangkang yang ditutupi oleh rambut-rambut serta cangkang tersebut lebih tipis daripada kerang darah.

Perbedaan akumulasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang bulu dan Kerang darah yaitu ukuran besar dari Kerang tersebut. Kedua kerang ini banyak dimanfaatkan masyarakat untuk dikonsumsi dan diperjual-belikan, oleh karena itu kandungan logam berat yang terdapat di kedua kerang sangat membahayakan bagi kesehatan manusia. Hasil pengamatan Kerang bulu dan Kerang darah dapat dilihat, gambar berikut:

Tabel. 4.3 Gambar morfologi dari Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*).

No	Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
1	 <p>Kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>) Ukuran: 4-6 cm</p>	 <p>(Abbott, 1998)</p>
2	 <p>Kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) Ukuran: 3-6 cm</p>	 <p>(Abbott, 1998)</p>

Ukuran kerang dapat mempengaruhi kandungan logam berat dalam tubuhnya. Semakin besar ukuran cangkang kerang maka umur kerang juga diperkirakan lebih tinggi, sehingga pada saat akumulasi logam berat berlangsung lebih lama dibandingkan kerang dengan ukuran cangkang kecil. Hal ini diperkuat oleh penelitian Suprati (2008) yang menyebutkan bahwa ukuran kerang darah (*Anadara granosa*) berukuran besar memiliki konsentrasi logam merkuri (Hg) yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerang darah (*Anadara granosa*) berukuran kecil.

Tingginya kandungan logam berat Pb pada kerang bulu menunjukkan bahwa Kerang bulu memiliki kemampuan absorpsi Pb yang lebih tinggi sehingga daya akumulasi Pb dalam tubuhnya juga tinggi. Hal ini didukung pula oleh kandungan logam Pb dalam air dan sedimen relatif tinggi.

Logam-logam berat mengakibatkan kematian terhadap beberapa jenis biota perairan. Keadaan ini akan terjadi bila konsentrasi kelarutan dan logam berat pada badan perairan tersebut cukup tinggi. Tingkat kelarutan tersebut dapat dikatakan tinggi bila jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi dari jumlah kelarutan normalnya atau telah melebihi nilai ambang batas. Di samping itu dengan cara yang rumit dan sangat panjang, dalam jumlah yang sedikit logam berat juga dapat membunuh organisme hidup. Proses itu diawali dengan peristiwa penumpukkan (*akumulasi*) dari logam berat dalam tubuh biota. Lama-kelamaan penumpukkan yang terjadi pada organ target dari logam berat akan melebihi daya toleransi dari biotanya. Keadaan itulah yang kemudian menjadi penyebab dari kematian biota terkait (Palar, 1994).

Kandungan logam Timbal (Pb) pada air, sedimen, dan Kerang cenderung lebih tinggi dibandingkan logam berat Cd, dan Hg, hal ini kemungkinan disebabkan perairan pantai lekok merupakan aktivitas pembuangan limbah industri yang menghasilkan logam berat timbal (Pb) lebih tinggi daripada Cd dan Hg. Pabrik industri yang diduga sebagai sumber penghasil limbah logam berat yaitu: Pabrik yang memproduksi pupuk cair dan MSG diduga menghasilkan limbah logam berat Cd dan Hg. Pabrik produsen pengalengan, pengeringan dan pengolahan ikan diduga menghasilkan limbah logam berat Cd dan Pb. PLTU (pembangkit listrik dengan menggunakan uap) di Kecamatan Lekok Pasuruan, diduga menghasilkan limbah logam berat Pb.

4.3 Hubungan Korelasi Kandungan Logam Berat Air Laut dan Sedimen dengan Kandungan Logam Berat pada Kerang

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji korelasi, yaitu untuk mengetahui hubungan korelasi antara kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut dan sedimen dengan kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada kerang. Jenis dari korelasi yang digunakan adalah korelasi sederhana, yaitu untuk mengetahui arah keeratan hubungan antara dua variabel dan untuk mengetahui arah hubungan yang terjadi, pengujian korelasi ini dengan bantuan program *Spss 06* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel.4.4 Hasil uji korelasi kandungan logam berat antara air laut dan sedimen dengan kerang bulu dan kerang darah.

Koefisien Korelasi	Kandungan Logam Berat	Kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	Kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)
Air Laut	Pb	0,973**	0,983**
	Cd	0,975**	0,968**

	Hg	0,988 ^{**}	0,946 [*]
Sedimen	Pb	0,964 ^{**}	0,995 ^{**}
	Cd	0,987 ^{**}	0,894 [*]
	Hg	0,994 ^{**}	0,971 ^{**}

Keterangan: ^{**}. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

^{*}. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Berdasarkan analisis tentang hubungan kandungan logam berat Pb pada air laut dengan Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*) dari taraf signifikan kedua variabel tersebut adalah 0,005 ($\leq 0,05$) dan 0,003 ($\leq 0,05$) dapat dikatakan berkorelasi secara signifikan, sehingga H_1 diterima dan H_0 di tolak, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara kandungan logam berat Pb pada air laut dengan kandungan logam berat Pb pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*). Korelasi kandungan logam berat Pb antara Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan air laut adalah 0,973 sedangkan Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 0,983.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat kandungan logam berat Pb antara Kerang bulu dan Kerang darah dengan air laut. Arah hubungan (r) adalah positif, semakin tinggi tingkat kandungan logam berat Pb pada air laut maka semakin tinggi pula kandungan logam berat Pb di dalam Kerang bulu maupun Kerang darah.

Analisis hubungan kandungan logam berat Pb pada sedimen dengan Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*) dari taraf signifikan kedua variabel tersebut adalah 0,008 ($\leq 0,05$) dan 0,000 ($\leq 0,05$) dapat dikatakan berkorelasi secara signifikan, sehingga H_1 diterima dan H_0 di tolak, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara kandungan logam berat Pb pada sedimen dengan kandungan logam berat Pb pada kerang bulu (*Anadara antiquata*)

dan Kerang darah (*Anadara granosa*). Korelasi kandungan logam berat Pb antara Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan sedimen adalah 0,964 sedangkan Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 0,995.

Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat kandungan logam berat Pb antara Kerang bulu dan Kerang darah dengan sedimen. Arah hubungan (r) adalah positif, semakin tinggi tingkat kandungan logam berat Pb pada sedimen maka semakin tinggi pula kandungan logam berat Pb di dalam Kerang bulu maupun Kerang darah.

Berdasarkan analisis tentang hubungan kandungan logam berat Cd pada air laut dengan Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*) dari taraf signifikan kedua variabel tersebut adalah 0,005 ($\leq 0,05$) dan 0,007 ($\leq 0,05$) dapat dikatakan berkorelasi secara signifikan, sehingga H_1 diterima dan H_0 di tolak, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara kandungan logam berat Cd pada air laut dengan kandungan logam berat Cd pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*). Korelasi kandungan logam berat Cd antara Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan air laut adalah 0,975 sedangkan Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 0,968.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat kandungan logam berat Cd antara Kerang bulu dan Kerang darah dengan air laut. Arah hubungan (r) adalah positif, semakin tinggi tingkat kandungan logam berat Cd pada air laut maka semakin tinggi pula kandungan logam berat Cd di dalam Kerang bulu maupun Kerang darah.

Analisis hubungan kandungan logam berat Cd pada sedimen dengan Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*) dari taraf signifikan kedua variabel tersebut adalah 0,002 ($\leq 0,05$) dan 0,041 ($\leq 0,01$) dapat dikatakan berkorelasi secara signifikan, sehingga H_1 diterima dan H_0 di tolak, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara kandungan logam berat Cd pada sedimen dengan kandungan logam berat Cd pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*). Korelasi kandungan logam berat Cd antara Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan sedimen adalah 0,987 sedangkan Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 0,894.

Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat kandungan logam berat Cd antara Kerang bulu dan Kerang darah dengan sedimen. Arah hubungan (r) adalah positif, semakin tinggi tingkat kandungan logam berat Cd pada sedimen maka semakin tinggi pula kandungan logam berat Cd di dalam Kerang bulu maupun Kerang darah.

Meningkatnya kandungan logam berat pada air laut dan sedimen, maka semakin tinggi pula daya akumulasi pada kerang. Menurut Palar (1994) menyatakan bahwa apabila konsentrasi kelarutan dari logam berat pada badan perairan tersebut cukup tinggi, dan dikatakan tinggi bila jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi dari jumlah kelarutan normalnya atau telah melebihi ambang batas. Proses itu diawali dengan peristiwa penumpukkan atau akumulasi dari logam berat dalam tubuh biota. Lama-kelamaan penumpukkan yang terjadi pada organ target dari logam berat akan melebihi daya toleransi dari biota.

Estuningdyah (1994) dalam Fitriyah (2007) menyatakan bahwa akumulasi logam berat dalam tubuh kerang bulu (*Anadara antiquata*) melalui proses absorpsi air, partikel dan plankton dengan cara menfilter. Kerang bulu yang berada di dasar (sedimen) di duga mengabsorpsi lebih tinggi daripada kerang bulu yang berada di kolom air. Menurut Connell dan miller (1995) menyatakan bahwa suatu korelasi sederhana harus ada antara pencemar yang ada dalam makhluk hidup dan rata-rata kepekatan pencemar dalam air sekelilingnya.

Berdasarkan analisis tentang hubungan kandungan logam berat Hg pada air laut dengan Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*) dari taraf signifikan kedua variabel tersebut adalah 0,001 ($\leq 0,05$) dan 0,015 ($\leq 0,05$) dapat dikatakan berkorelasi secara signifikan, sehingga H_1 diterima dan H_0 di tolak, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara kandungan logam berat Hg pada air laut dengan kandungan logam berat Hg pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*). Korelasi kandungan logam berat Hg antara Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan air laut adalah 0,988 sedangkan Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 0,946.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat kandungan logam berat Hg antara Kerang bulu dan Kerang darah dengan air laut. Arah hubungan (r) adalah positif, semakin tinggi tingkat kandungan logam berat Hg pada air laut maka semakin tinggi pula kandungan logam berat Hg di dalam Kerang bulu maupun Kerang darah.

Analisis hubungan kandungan logam berat Hg pada sedimen dengan Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*) dari taraf

signifikan kedua variabel tersebut adalah $0,001 (\leq 0,05)$ dan $0,006 (\leq 0,05)$ dapat dikatakan berkorelasi secara signifikan, sehingga H_1 diterima dan H_0 di tolak, hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara kandungan logam berat Hg pada sedimen dengan kandungan logam berat Hg pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*). Korelasi kandungan logam berat Hg antara Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan sedimen adalah 0,994 sedangkan Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 0,971.

Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat kandungan logam berat Hg antara Kerang bulu dan Kerang darah dengan sedimen. Arah hubungan (r) adalah positif, semakin tinggi tingkat kandungan logam berat Hg pada sedimen maka semakin tinggi pula kandungan logam berat Hg di dalam Kerang bulu maupun Kerang darah.

Palar (1994) menyatakan bahwa proses fisiologis yang terjadi pada setiap biota turut mempengaruhi tingkat logam berat yang menumpuk (akumulasi) dalam tubuh dari perairan. Besar kecilnya jumlah logam berat yang terkandung dalam tubuh akan daya racun yang ditimbulkan oleh logam berat. Disamping itu proses fisiologis ini turut mempengaruhi peningkatan kandungan logam berat dalam badan perairan. Kerang merupakan salah satu organisme yang mempunyai kemampuan untuk menetralsir (mentoleransi) logam-logam berat tertentu sampai pada konsentrasi tertentu pula (mempunyai toleransi tinggi). Menurut Conell dan Miller (1995) menyatakan penyerapan dari larutan oleh sebagian besar hewan terjadi dengan difusi pasif, kemungkinan sebagai senyawa logam yang larut

melalui tahapan yang disebabkan oleh penyerapan pada permukaan tubuh dan pengikatan oleh unsur pokok tubuh.

4.4 Pengukuran Parameter Lingkungan Fisika Kimia Perairan Laut

Nilai rata-rata hasil pengukuran dari analisis parameter fisika kimia air yang diambil di perairan pantai Lekok kabupaten Pasuruan, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Rata-rata Parameter Fisika Kimia Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan.

No	Parameter Abiotik	Kisaran nilai pengamatan di stasiun					Rata-rata	Baku Mutu
		I	II	III	IV	V		
1	Suhu (°C)	27	27	29	30	30	29	Alami
2	pH	8,2	8,5	7,9	7,8	7,8	8,04	6.5-8.5
3	DO(mg/l)	7,48	7,15	4,55	4,88	3,58	5,53	>5
4	BOD(mg/l)	114,1	115,4	128,3	128,9	135,4	124,2	20
5	COD(mg/l)	224	228,8	241,6	249,6	259,2	240,64	-
6	BO (‰)	5,43	5,44	9,31	10,1	10,46	8,15	-
7	TSS (ppm)	293,3	306,7	406,7	586,7	686,7	456,0	<5
8	Salinitas (‰)	32,06	32,05	35,27	35,27	38,47	34,62	Alami

Keterangan: * = KEPMENLH No.51 tahun 2004

Berdasarkan hasil penelitian mengenai parameter lingkungan fisika-kimia air laut pada tabel 4.4 di perairan pantai Lekok kabupaten Pasuruan adalah sebagai berikut:

4.4.1 Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu air di perairan pantai Lekok kabupaten Pasuruan berkisar antara 27-30 °C. Nilai rata-rata suhu pada seluruh stasiun

adalah 29 °C. Suhu terendah terletak pada stasiun I yaitu dengan nilai 27 °C, dan suhu tertinggi terletak pada stasiun V dengan nilai 30 °C.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu perairan sesuai dengan kondisi lingkungan secara alami mengikuti faktor lingkungan dan kerang masih dapat hidup dengan baik. Kenaikan suhu yang sangat tinggi akan mempengaruhi kehidupan organisme di dalamnya. Suhu air mempunyai peranan penting dalam kecepatan laju metabolisme dan respirasi biota air.

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut: jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat, kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu, jika batas suhu yang mematikan terlampaui ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati. Sorensen (1991) dalam Fauziah (2012) menyatakan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, hal ini terjadi karena meningkatnya laju metabolisme dari organisme air.

Kenaikan suhu tidak hanya akan meningkatkan metabolisme biota perairan, namun juga dapat meningkatkan toksisitas logam berat di perairan (Sarjono, 2009). Kusumastanto (2004) mengatakan dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat terakumulasi dengan bertambahnya atau meningkatnya suhu lingkungan, yang berakibat partikel logam berat bergerak lebih cepat sehingga lebih cepat terakumulasi.

4.4.2 Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH perairan di pantai Lekok memiliki nilai berkisar antara 7,8-8,2. Nilai pH terendah terletak pada stasiun V dengan

nilai 7,8 dan pH tertinggi terletak pada stasiun I dengan nilai 8,2. Nilai rata-rata pH di sepanjang Pantai Lekok yaitu 8,04. Menurut baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 menunjukkan bahwa kondisi perairan Pantai Lekok masih tergolong baik. Menurut Barus (1996) menyatakan bahwa nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya terdapat antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang sangat basa maupun yang sangat asam akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi.

Palar (1994) menyatakan bahwa kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut. Perubahan tingkat stabil dari kelarutan tersebut biasanya terlihat dalam bentuk pergeseran persenyawaan. Connel dan Miller (1995) menyatakan bahwa kenaikan pH di perairan akan diikuti dengan penurunan kelarutan logam berat sehingga logam berat cenderung mengendap. Nilai pH perairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat.

Anggraeni (2002) *dalam* Bangun (2005) menyatakan bahwa keberadaan pH di perairan penting untuk reaksi-reaksi kimia dan senyawa-senyawa yang mengandung racun. Sebagian besar material-material yang bersifat racun akan meningkat toksisitasnya pada kondisi pH rendah.

pH adalah salah satu pengaruh utama pada proses pembentukan unsur atau senyawa baru logam di dalam air. Derajat keasaman air dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah keadaan tanah, pertumbuhan alga di dalam air, adanya

sisanya makanan yang membusuk dan timbunan bahan organik, turunnya hujan dan terjadinya pergolakan arus.

4.4.3 Dissolved oxygen (DO)

Hasil pengukuran DO di perairan pantai Lekok menunjukkan kisaran nilai 3,58-7,48 mg/l. Nilai DO tertinggi terdapat pada stasiun I dengan nilai 7,48 mg/l dan terendah terletak pada stasiun V dengan nilai 3,58 mg/l. Nilai rata-rata DO di sepanjang Pantai Lekok yaitu 5,53 mg/l. Hasil tersebut menunjukkan bahwa stasiun I melebihi dari baku mutu yaitu >5 , sedangkan stasiun V di bawah baku mutu >5 menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004. Dapat diartikan bahwa rendahnya nilai DO pada stasiun V dapat disebabkan oksigen dimanfaatkan untuk menguraikan limbah. Meningkatnya konsentrasi logam berat, kandungan oksigen terlarut semakin menurun, hal ini disebabkan karena kadar oksigen terlarut yang rendah mengharuskan biota laut untuk lebih banyak memompa air melalui insangnya, dengan *Respiratory flow*. Semakin tinggi toksisitas dari logam berat, maka semakin tinggi pula *Respiratory flow* (Budiono, 2003).

Penurunan jumlah oksigen terlarut terjadi karena semakin meningkatnya kadar logam berat pada air laut, oleh sebab itu metabolisme kerang akan meningkat dan jumlah oksigen terlarut yang diambil kerang akan semakin meningkat. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa air terpolusi jika konsentrasi oksigen terlarut menurun di bawah batas yang dibutuhkan untuk kehidupan biota. Penyebab utama berkurangnya oksigen terlarut di dalam air adalah adanya bahan-bahan buangan yang mengkonsumsi oksigen.

Connel dan Miller (1995) menyatakan bahwa oksigen terlarut merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kadar logam berat pada organisme air. Rendahnya kadar oksigen terlarut akan meningkatkan laju respirasi organisme tersebut. Hal tersebut dapat meningkatkan racun atau bahan asing yang masuk ke dalam tubuh organisme. Kerentanan terhadap tingkat oksigen terlarut ini dapat berhubungan dengan suhu air, tetapi hal ini dapat dikompensasi oleh biota laut dengan cara memompa air lebih cepat melalui insang. Jika kerang memompa air lebih cepat maka dapat menyebabkan logam berat semakin banyak dalam tubuh dan akan meningkatkan akumulasi logam berat dalam tubuh biota laut.

4.4.4 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Berdasarkan hasil pengukuran parameter BOD di perairan pantai Lekok berkisar antara 114,1-135,4 mg/l. Nilai BOD tertinggi terletak pada stasiun V dengan nilai 135,4 mg/l dan terendah terletak pada stasiun I dengan nilai BOD 114,1 mg/l. Nilai rata-rata BOD di sepanjang Pantai Lekok yaitu 124,2 mg/l. Hasil ini menunjukkan bahwa BOD di perairan pantai Lekok sudah melampaui batas dari standar baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004. BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam lingkungan air untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada dalam air menjadi karbondioksida dan air.

Mahida (1981) menyatakan bahwa BOD akan semakin tinggi jika derajat pengotoran limbah semakin besar. BOD merupakan indikator pencemaran penting untuk menentukan kekuatan atau daya cemar air limbah, sampah industri, atau air

yang tercemar. Menurut Fardiaz (1992) menyatakan bahwa nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi.

4.4.5 Bahan Organik

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai Bahan Organik di perairan Pantai Lekok kabupaten Pasuruan memiliki nilai berkisar antara 5,43-10,46 %. Nilai BO tertinggi terdapat pada stasiun V dengan nilai 10,46%, dan terendah pada stasiun I dengan nilai 5,43%. Nilai rata-rata BO di sepanjang Pantai Lekok yaitu 8,15. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan organik di perairan Pantai Lekok masih tergolong sangat tinggi, hal ini dapat dipengaruhi bahan-bahan organik yang masuk ke badan perairan sangat tinggi.

Menurut Djaenuddin (1983) dalam Ghazali (2011) menyatakan bahwa kriteria tinggi rendahnya kandungan organik substrat atau tanah berdasarkan persentase adalah, sebagai berikut:

< 1 %	= sangat rendah
1 % - 2 %	= rendah
2,01% - 3%	= sedang
3% - 5%	= tinggi
>5,01%	= sangat tinggi

Substrat adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam kehidupan kerang sebagai tempat tinggal. Kandungan bahan organik dapat mempengaruhi kehidupan dan perkembangan kerang.

4.4.6 Total Suspended Solid (TSS)

Berdasarkan hasil penelitian mengenai TSS di perairan Pantai Lekok kabupaten Pasuruan memiliki nilai berkisar antara 293,3-686,7 ppm. Nilai TSS tertinggi terdapat pada stasiun V dengan nilai 686,7 ppm dan terendah pada stasiun I dengan nilai 293,3 ppm. Nilai rata-rata TSS di sepanjang Pantai Lekok yaitu 456 ppm. Tingginya nilai TSS pada stasiun V kemungkinan disebabkan oleh banyaknya aktivitas yang lebih tinggi dan buangan limbah industri yang tinggi yang masuk ke dalam badan perairan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa TSS di perairan pantai Lekok sudah melampaui batas baku mutu menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.15 tahun 2004.

Sastrawijaya (2000) dalam Ghazali (2011) menyatakan bahwa padatan total tersuspensi (TSS) biasanya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia dan hewan, lumpur, sisa pertanian dan hewan serta limbah industri. Padatan total tersuspensi suatu sampel air ialah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume air tertentu. TSS biasanya ditunjukkan dalam miligram per liter atau bagian per juta.

4.4.7 Salinitas

Berdasarkan hasil penelitian mengenai salinitas di perairan pantai Lekok kabupaten pasuruan memiliki nilai berkisar antara 32,06 – 38,47‰. Nilai salinitas tertinggi terdapat pada stasiun V dengan nilai 38,47‰ dan nilai terendah

pada stasiun I dengan nilai 32,06 ‰. Nilai rata-rata salinitas di sepanjang Pantai Lekok yaitu 34,62 ‰. Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Satuan adalah per mil yaitu jumlah berat total (gr) material padat NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air laut (Nyabakken, 1992).

Hasil pengukuran kadar salinitas di perairan Pantai Lekok menunjukkan bahwa salinitas tergolong normal. Menurut Razak (1998) salinitas yang terukur masih berada dalam kisaran salinitas optimum bagi pertumbuhan organisme laut yaitu 32-36 ‰.

Penelitian mengenai pengaruh kadar garam atau salinitas pada bioakumulasi logam menunjukkan bahwa konsentrasi logam biotik meningkat dengan menurunnya kadar garam. Kadar garam aliran air yang stabil dapat mempengaruhi kandungan logam pada makhluk hidup perairan melalui dua cara. Pertama, beberapa logam di bawa ke daerah dengan kadar garam rendah karena kemampuan yang lebih besar dari air tawar untuk menjaga kondisi logam baik dalam bentuk cairan maupun suspensi. Kedua, kadar garam yang berbeda dapat menyebabkan kecepatan logam yang berbeda disebabkan oleh keterkaitan dari ion aliran sepanjang permukaan tubuh makhluk hidup atau oleh perbuatan fisiologi di dalam makhluk hidup (Ersa, 2008).

4.4.8 Chemical Oxygen Demand (COD)

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengukuran COD di perairan Pantai Lekok kabupaten Pasuruan memiliki nilai berkisar antara 224-240,64 mg/l. Nilai COD tertinggi terdapat pada stasiun V dengan nilai 240,64 mg/l dan nilai terendah pada

stasiun I dengan nilai 224 mg/l. Nilai COD lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BOD dan DO. Nilai rata-rata COD di sepanjang Pantai Lekok yaitu 240,64 mg/l.

Menurut Fardiaz (1992) menyatakan bahwa uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Uji COD biasanya mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan. Uji tersebut disebut uji COD (Chemical oxygen demand), yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa kualitas fisika-kimia di perairan pantai Lekok kabupaten Pasuruan masih mampu mendukung kehidupan organisme, sehingga organisme dapat bertahan hidup dalam keadaan tercemar.

4.5 Pengukuran Pencemaran Air Laut dalam Perspektif Islam

Berdasarkan hasil penelitian pencemaran logam berat Pb, Cd, dan Hg di perairan pantai Logam berat menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada air laut, sedimen, kerang bulu dan kerang darah telah melampaui batas baku mutu dan berdasarkan hasil Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa perairan pantai Lekok kabupaten Pasuruan telah tercemar kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg.

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan manusia dapat berdampak terhadap ekosistem kehidupan organisme lainnya. Hal ini dikarenakan lingkungan hidup manusia dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu biota dan abiota. Salah satu bahan pencemar adalah logam berat yang berasal dari limbah pabrik yang di buang ke dalam badan perairan.

Aktivitas manusia yang semakin tinggi menyebabkan air laut akan tercemar. Perubahan ini akan mengganggu kehidupan dan menimbulkan kerusakan. Allah telah menegaskan di dalam al-Qur'an untuk tidak melakukan kerusakan di muka bumi. Seperti yang terkandung di surat al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (QS.al-A'raf: 56)

Menurut Maraghi (1993) menyatakan kerusakan ini mencakup kerusakan terhadap akal, akidah, tata kesopanan, pribadi maupun sosial, sarana-sarana penghidupan, dan hal-hal yang bermanfaat untuk umum, seperti lahan-lahan pertanian, perindustrian, perdagangan, dan sarana-sarana kerja untuk sesama manusia.

Penjelasan tafsir al Maraghi diketahui bahwa kerusakan yang dilakukan manusia, salah satunya adalah meningkatnya pembangunan industri. Efek dari pembangunan industri adalah pencemaran terhadap lingkungan terutama di perairan laut, dikarenakan perairan laut merupakan pembuangan limbah pabrik terakhir.

Adanya kandungan logam berat di perairan akan menyebabkan kehidupan organisme di dalamnya akan terganggu serta dapat mengalami kematian. Sehingga dapat membahayakan kesehatan organisme di dalamnya, kerang merupakan salah satu organisme yang dapat mengakumulasi logam berat. Akan tetapi jika melampaui batas kemampuan dalam akumulasi akan menyebabkan kematian dan dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi kerang. Allah menganjurkan manusia untuk mengonsumsi makanan yang baik dan halal. Sebagaimana Allah SWT yang telah memerintahkan kepada manusia untuk mengonsumsi makanan yang halal dan baik yaitu, tidak membahayakan kesehatan, seperti dalam surat al-Baqarah ayat 168:

يَتَأَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ

“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; Karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu.”(QS. al-Baqarah: 168)

Menurut An-Nuur (2000) menyatakan bahwa makanan yang terdapat di bumi, baik dari jenis tumbuh-tumbuhan maupun hewan yang tidak diharamkan oleh Allah SWT. Selain makanan yang dalam ayat ini, semua makanan boleh dimakan dengan syarat makanan itu baik (bersih, sehat), dan bukan hak atau milik orang lain.

Menurut Katsir (2000) Allah SWT. menyebutkan sebagai pemberi karunia kepada mereka, bahwa Dia memperbolehkan mereka makan dari semua apa yang ada di bumi, yaitu yang diharamkan bagi mereka lagi baik dan tidak membahayakan tubuh serta akal mereka, sebagai karunia dari Allah SWT.

Kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg pada kerang bulu dan kerang darah telah melampaui batas dari baku mutu KEPMENLH No.51 tahun 2004. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat harus berhati-hati dalam mengkonsumsi kerang tersebut. Seperti ayat di atas Allah menganjurkan untuk makan yang halal dan baik yaitu tidak membayakan kesehatan bahkan menimbulkan kematian. Apabila akumulasi logam berat di dalam tubuh kerang terlalu berlebihan hingga melampaui batas akan membahayakan kesehatan dan merusak organ tubuh konsumsi kerang seperti manusia. Kerang merupakan indikator pencemaran karena dapat hidup di dalam kondisi lingkungan yang tercemar tanpa terbunuh pada kadar yang dihadapi dalam lingkungan.

