

BAB II

**TINJAUAN TENTANG PESISIR KARANG SONG,
PENCEMARAN, LOGAM BERAT, KERANG DARAH**

(Annadara Granosa)

A. Tinjauan Tentang Pesisir Karangsong

Pantai Karangsong adalah salah satu pantai yang terletak di Kabupaten Indramayu yang terletak di desa Karangsong. Desa Karangsong sendiri adalah desa yang terletak di kecamatan Indramayu, Indramayu, Jawa Barat, Indonesia, desa ini terletak di sebelah timur pusat kota indramayu dengan batas desa yakni sebelah utara Desa Pabean udik sebelah selatan Desa Tambak sebelah timur Laut Jawa sebelah barat kelurahan Paoman (BPS Provinsi Jawa Barat, dalam Akang: 2010 :3).

Pantai ini menjadi salah satu tempat nelayan mencari sumber penghasilan seperti ikan dan kerang, yang nantinya akan dijual kembali di tempat pelelangan ikan yang tidak jauh dari pantai tersebut. Namun sayangnya Pantai Karangsong yang menjadi tempat nelayan dalam mencari ikan dan kerang harus tercemar oleh limbah minyak milik pertamina yang terletak dikawasan Pantai Karangsong dan limbah-limbah industri dan rumah tangga yang terbawa oleh aliran sungai yang bermuara di pantai Karangsong.

B. Tinjauan Tentang Pencemaran

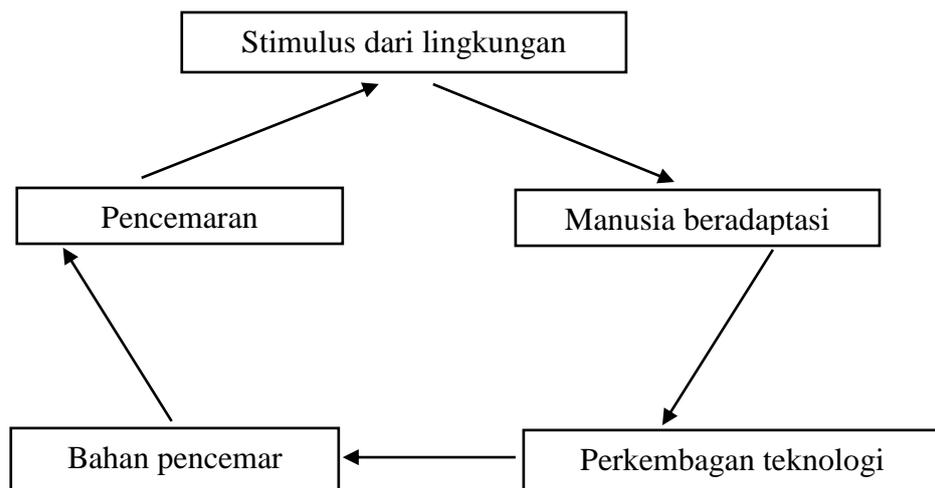
1. Pengertian Pencemaran

Berdasarkan Keputusan Kementrian dan Lngkungan Hidup No.02/MENKLH/1998. Yang dimaksud pencemaran adalah masuk atau

dimasukannya makhluk hidup, zat energi, dan komponen lain dan komponen lain kedalam air atau udara, atau berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air atau udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Sedangkan menurut Palar (2004: 10) Pencemaran adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dan bahan-bahan pencemaran atau polutan.

Menurut Mulyadi (2010: 15) pencemaran terjadi apabila dalam lingkungan terdapat bahan yang menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan baik yang bersifat fisik, kimiawi, maupun biologis sehingga mengganggu kesehatan, eksistensi manusia, dan aktifitas manusia serta organisme lainnya. Bahan penyebab pencemaran tersebut baik yang bersifat kimiawi, fisik, biologis maupun yang berbentuk perilaku manusia disebut bahan pencemar atau polutan.



Gambar 2.1 Siklus pencemaran

(Laksmi Prihantoro dalam tresna 2009: 10)

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan pencemaran adalah segala bentuk aktivitas manusia yang menyebabkan menurunnya atau rusaknya keseimbangan lingkungan sehingga berdampak pula pada ekosistem yang berada di sekitarnya.

2. Faktor Penyebab Pencemaran

Pencemaran terjadi karena adanya polutan (pencemar). Menurut tiara (2013: 4) polutan dibedakan menjadi 3 yaitu:

a. Polutan Kimiawi

Yang termasuk polutan kimiawi adalah senyawa kimia yang dapat menurunkan atau merusak fungsi lingkungan contohnya logam berat (Hg, Pb, Cd, Cr dan Hi), pupuk anorganik pestisida, detergen dan minyak.

b. Polutan Biologi

Polutan biologi terdiri dari mikroorganisme. Mikroorganisme merupakan organisme yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, misalnya bakteri E-coli. Bakteri E-cili dapat mengkontaminasi perairan dan menularkan berbagai macam penyakit bila masuk kedalam tubuh manusia.

c. Polutan Fisik

Yang termasuk kedalam polutan fisik adalah bahan pencemara yang mencemari lingkungan karena pisiknya contohnya kaleng, botol plastik dan karet.

3. Jenis- jenis Pencemaran

Jenis pencemaran dibedakan menjadi 3 yaitu:

Polusi sendiri bisa terjadi karena adanya polutan. Menurut Mulyadi (2010:148) polutan adalah bahan penyebab pencemaran baik yang bersifat kimiawi, fisik, biologis maupun berbentuk aktivitas manusia.

Polutan sendiri dibagi menjadi beberapa bagian yakni

1. Polutan Kimiawi

Polutan kimiawi adalah polutan yang berbentuk senyawa kimia, baik senyawa sintetis maupun senyawa alam yang karena konsentrasinya yang cukup tinggi dapat menyebabkan pencemaran. Contohnya gas CO, SO₂, logam Pb dan merkuri.

2. Polutan Biologis

Polutan Biologis adalah polutan yang berbentuk makhluk hidup yang dapat menimbulkan pencemaran. Contohnya bakteri E. coli tumbuhan gulma dan sebagainya.

3. Polutan fisik

Polutan fisik adalah polutan yang fisiknya (bodinya) dapat menimbulkan pencemaran. Contohnya adalah pecahan keramik, pecahan botol dan besi tua.

4. Polutan Sosial Budaya

Polutan sosial budaya dapat berbentuk perilaku atau hasil budaya yang tidak sesuai dengan norma sosial budaya setempat. Sehingga mengganggu kehidupan sosial budaya masyarakat.

1. Pencemaran Air

Menurut Palar (2012:17) pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi.

Menurut Mulyadi (2010: 152) air yang bersih tidak ditetapkan pada kemurnian air, akan tetapi didasarkan pada keadaan normalnya. Apabila terjadi penyimpangan dari keadaan normal maka hal itu berarti air tersebut telah mengalami pencemaran.

Berdasarkan uraian maka dapat disimpulkan bahwa pencemaran air adalah penyimpangan keadaan normal air yang dapat menurunkan kualitas air itu sendiri. Penurunan kualitas air dapat diakibatkan oleh masuk atau dimasukkannya polutan baik oleh aktivitas manusia maupun proses alami.

2. Pencemaran Udara

Menurut Palar (2012:18) Pencemaran udara adalah kehadiran substansi fisik, biologi, atau kimia di lapisan udara bumi dalam jumlah yang bisa

membahayakan kesehatan seluruh komponen biotik penyusun ekosistem, mengganggu keindahan dan kenyamanan, dan merusak properti, Pencemaran udara timbul akibat adanya sumber-sumber pencemaran, baik yang bersifat alami ataupun karena kegiatan manusia.

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan – bahan atau zat – zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta dalam jangka waktu yang lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia dan hewan. Bila keadaan tersebut terjadi maka udara dikatakan telah tercemar (Mulyadi :2010 :167).

Dari uraian maka dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara adalah kehadiran bahan polutan di atmosfer yang dapat merubah udara dari keadaan normalnya. Sehingga dapat mempegaruhi kualitas udara yang berdampak bagi manusia, hewan dan tumbuhan.

3. Pencemaran Tanah

Menurut Palar (2012: 19) Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan

sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*).

Menurut Mulyadi (2010: 163) pencemaran daratan terjadi apabila terdapatnya bahan – bahan asing, baik yang bersifat organik maupun anorganik, berada dipermukaan tanah yang menyebabkan daratan menjadi rusak, tidak dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia. Dalam keadaan normal daratan harus dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia, baik untuk pertanian, peternakan, kehutanan maupun untuk permukiman.

Berdasarkan uraian maka dapat disimpulkan bahwa pencemaran tanah adalah masuk atau dimasukannya suatu senyawa baik itu organik maupun anorganik yang diakibatkan oleh aktivitas manusia.

4. Dampak Pencemaran Lingkungan

Menurut Dedy (2010: 14) pencemaran lingkungan mengakibatkan dampak yang merugikan baik bagi manusia maupun lingkungan itu sendiri, diantaranya:

a. Punahnya Species

Polutan berbahaya bagi biota air dan darat. Berbagai jenis hewan mengalami keracunan, kemudian mati. Berbagai species hewan memiliki kekebalan yang tidak sama. Ada yang peka, ada pula yang tahan. Hewan muda, larva merupakan hewan yang peka terhadap bahan pencemar. Ada hewan yang dapat beradaptasi sehingga kebal terhadap bahan pencemar, ada pula yang tidak. Meskipun hewan beradaptasi, harus diketahui bahwa tingkat adaptasi hewan ada batasnya. Bila batas tersebut terlampaui, hewan tersebut akan mati.

b. Peledakan Hama

Penggunaan insektisida dapat pula mematikan predator. Karena predator punah, maka serangga hama akan berkembang tanpa kendali. Penyemprotan dengan insektisida juga dapat mengakibatkan beberapa species serangga menjadi kebal (resisten). Untuk memberantasnya, diperlukan dosis yang lebih tinggi dari biasanya. Akibatnya, pencemaran akan semakin meningkat.

c. Gangguan Keseimbangan Lingkungan

Punahnya species tertentu dapat mengubah pola interaksi di dalam suatu ekosistem. Rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan aliran energi berubah. Akibatnya, keseimbangan lingkungan terganggu. Daur materi dan daur biokimia terganggu.

d. Kesuburan Tanah Berkurang

Penggunaan insektisida dapat mematikan fauna tanah. Hal ini menyebabkan kesuburan tanah menurun. Penggunaan pupuk terus-menerus dapat mengakibatkan tanah menjadi asam. Hal ini juga dapat menurunkan kesuburan tanah.

e. Keracunan dan Penyakit

Orang yang mengkonsumsi sayur, ikan, dan bahan makanan tercemar dapat mengalami keracunan. Akibat keracunan, orang dapat mengalami kerusakan hati, ginjal, menderita kanker, kerusakan susunan saraf, menyebabkan cacat pada keturunannya bahkan meninggal dunia.

5. Penanggulangan Pencemaran Lingkungan

Menurut Setiawan (2010: 6) penanggulangan pencemaran dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Menempatkan daerah industri atau pabrik jauh dari daerah perumahan atau pemukiman penduduk.
- b. Pembuangan limbah industri diatur sehingga tidak mencemari lingkungan atau ekosistem.
- c. Pengawasan terhadap penggunaan jenis-jenis pestisida dan zat kimia lain yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.
- d. Memperluas gerakan penghijauan.
- e. Tindakan tegas terhadap pelaku pencemaran lingkungan.
- f. Memberikan kesadaran terhadap masyarakat tentang arti lingkungan hidup sehingga manusia lebih mencintai lingkungan hidupnya.

C. Tinjauan Logam Berat

1. Pengertian Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm³, antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup (Subowo dkk, 1999 dalam Ristanti:2012: 4).

Sedangkan menurut Palar (2012: 23) logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria – kriteria yang sama dengan logam – logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme.

Secara umum logam berat telah digunakan secara luas terutama dalam bidang kimia dan industri. Menurut Palar (2012 :23), secara umum logam berat memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. memiliki kemampuan yang baik sebagai penghantar daya listrik (konduktor)
- b. memiliki rapat massa yang tinggi
- c. Dapat membentuk alloy dengan logam lainnya
- d. Untuk logam yang padat dapat ditempa dan dibentuk

Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut akan dipindahkan dari air melalui beberapa proses yaitu: pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme perairan. 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 (Harahap: 2007: 32).

2. Penggolongan Logam Berat

Menurut Laws dalam Tresna (2006: 20) yang mengatakan bahwa terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis, yaitu:

- a. Jenis pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya.

- b. Jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.

Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan (Palar: 2012: 43).

Menurut Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1990) sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, yaitu:

- a. Bersifat toksik tinggi yang terdiri dari atas unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn.
- b. Bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co.
- c. Bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe.

Menurut Ginting (2010: 34) 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, yaitu:

- a. Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
- b. Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut.
- c. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

3. Dampak Logam Berat

a. Timbal (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum. Dahulu digunakan sebagai konstituen di dalam cat, baterai, dan saat ini banyak digunakan dalam bensin. Pb organik (TEL = Tetra Ethyl Lead) sengaja ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan (Rahmi: 2012: 5).

Pb adalah racun sitemik yang dikenal dengan cara pemasukannya setiap hari dapat melalui makanan, air, udara dan penghirupan asap tembakau. Efek dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak dan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak, antara lain epilepsi, kerusakan pada otak besar (Ginting: 2010: 41).

Timbal dalam industri digunakan sebagai bahan pelapis untuk bahan kerajinan dari tanah karena pada temperatur yang rendah bahan pelapis dapat digunakan. Sekarang banyak juga digunakan sebagai pelapis pita-pita, karena mempunyai sikap resisten terhadap bahan korosif dan bahan baterai, cat. Senyawaan yang terpenting adalah $(\text{CH}_3)_4\text{Pb}$ dan $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$ yang dibuat dalam jumlah yang sangat besar untuk digunakan sebagai zat “antiknock” dalam bahan bakar (Palar: 2012: 74).

b. Kadmium (Cd)

Menurut Palar (2012: 116) logam Cd atau kadmium mempunyai penyebaran yang sangat luas. Hanya ada satu jenis mineral cadmium dialam yaitu greenockite (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral spalerite (ZnS).

Kadmium (Cd) adalah logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran dan berbahaya bagi manusia. Salah satu kasus terkenal di Jepang yang disebabkan pencemaran logam Cd adalah Itai-itai disease (Rahmi: 2012: 6). Sumber Kadmium yang penting adalah berasal dari tanah-tanah pertanian yang tercemar, sampah pertambangan dan limbah industri. Kadmium dapat dapat terakumulasi pada jaringan tubuh kerang-kerangan, sedangkan pada manusia terjadi di hati, tulang, ginjal, pankreas dan kelenjar gondok (Palar: 2012: 120).

Kadmium diketahui merupakan logam yang tidak esensial untuk tumbuhan, hewan dan manusia tetapi ada beberapa tulisan yang mengklaim

bahwa kadmium esensial untuk hewan. Pada dosis yang tinggi, kadmium dapat bersifat toksik pada pencernaan dan pernapasan manusia (Palar: 2012: 121).

Khromium (Cr) adalah metal kelabu yang keras. Khromium terdapat pada industri gelas, metal, fotografi, dan elektroplating. Dalam bidang industri, khromium diperlukan dalam dua bentuk, yaitu khromium murni dan aliasi besi-besi khromium yang disebut ferokromium sedangkan logam khromium murni tidak pernah ditemukan di alam (Palar 2012: 133).

Sebagai logam berat, khrom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh khrom ditentukan oleh valensi ionnya. Logam Cr⁶⁺ merupakan bentuk yang paling banyak dipelajari sifat racunnya dikarenakan Cr⁶⁺ merupakan toxic yang sangat kuat dan dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (Palar 2012: 137).

c. Khromium (Cr)

Khromium (Cr) adalah metal kelabu yang keras. Khromium terdapat pada industri gelas, metal, fotografi, dan elektroplating. Dalam bidang industri, khromium diperlukan dalam dua bentuk, yaitu khromium murni dan aliasi besi-besi khromium yang disebut ferokromium sedangkan logam khromium murni tidak pernah ditemukan di alam (Palar: 2012: 133).

Sebagai logam berat, khrom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh khrom ditentukan oleh valensi ionnya. Logam Cr⁶⁺ merupakan bentuk yang paling banyak dipelajari sifat racunnya

dikarenakan Cr^{6+} merupakan toxic yang sangat kuat dan dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (Palar: 2012 :137).

d. Seng (Zn)

Seng (Zn) adalah metal yang didapat antara lain pada industri alloy, keramik, pigmen, karet, dan lain-lain. Toksisitas Zn pada hakekatnya rendah. Tubuh memerlukan Zn untuk proses metabolisme, tetapi dalam kadar tinggi dapat bersifat racun. Seng menyebabkan warna air menjadi opalescent, dan bila dimasak akan timbul endapan seperti pasir (Yuda 2006: 15).

Seng adalah suatu bluish-white, metal berkilauan, Zinc merupakan logam seperti perak banyak digunakan dalam industri baja supaya tahan karat, membuat kuningan, membuat kaleng yang tahan panas dan sebagainya. Rapuh pada suhu lingkungan tetapi lunak pada suhu 100-150°C. Merupakan suatu konduktur listrik dan terbakar tinggi di dalam udara pada panas merah-pijar (Rahmi: 2012: 4).

D. Tinjauan Tentang Logam Berat Plumbum

Menurut Palar (2012: 5) Logam merupakan kelompok toksikan yang unik. Logam dapat ditemukan dan menetap di alam, tetapi bentuk kimianya dapat berubah akibat pengaruh fisika, kimia, biologis atau akibat aktivitas manusia. Toksisitanya dapat berubah drastis apabila bentuk kimianya berubah. Umumnya logam bermanfaat bagi manusia karena penggunaannya di bidang industri, pertanian, atau kedokteran. Sebagian merupakan unsur penting karena dibutuhkan dalam berbagai fungsi biokimia atau faali. Dilain pihak logam dapat berbahaya

bagi kesehatan apabila terdapat dalam makanan, air, tanah dan udara. Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak terpisah dari benda- benda yang bersifat logam.

Menurut Palar (2012: 75) penyebab logam timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di seluruh bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi. Logam timbal atau Pb mempunyai sifat- sifat yang khusus seperti berikut:

1. Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
2. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan *coating*.
3. Mempunyai titik lebur rendah, hanya $327,5^{\circ}\text{C}$.
4. Mempunyai kerapian yang lebih besar dibandingkan dengan logam- logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
5. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh $327,5^{\circ}\text{C}$ dan titik didih 1.620°C , seperti tampak pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Timbal Pb (Aryanti D.A., 2013)

[Http://amaliadwiaryanti.blogspot.co.id/2013/05/timbal-pb-dan-bahayanya-bagi-tubuh.htm](http://amaliadwiaryanti.blogspot.co.id/2013/05/timbal-pb-dan-bahayanya-bagi-tubuh.htm)

Pada suhu $550 - 600^{\circ}\text{C}$ logam berat Plumbum menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II). Walaupun bersifat lunak dan lentur, logam berat plumbum sangat rapuh pada saat pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam, logam berat plumbum dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat. Logam berat plumbum sebagai logam maupun persenyawaan yang dipakai dan terkandung pada proses dan produk industri seperti pada pembuatan pungsida, merkuri, baterai, pelapisan kabel, pipa, kaleng, pigmen (putih, kuning, merah) pada cat, bahan pengkilap, kosmetik, dan zat adiktif pada bensin (Palar: 2012: 76).

Bentuk – bentuk dari persenyawaan yang di bentuk oleh Pb dengan unsur kimia lainnya, serta fungsi dari bentuk persenyawaan dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.1 Bentuk Persenyawaan Pb dan Kegunaannya.

Bentuk Persenyawaan	Kegunaannya
Pb + Sb	Kabel telepon
Pb + As + Sn + Bi	Kabel listrik
Pb + Ni	Bahan peledak
Pb + Cr + Mo + Cl	Untuk pewarna pada cat
Pb + Te	Pembangkit listrik tenaga panas

(Palar: 2012: 77).

1. Pb didalam Udara

Logam berat Plumbum terdapat di berbagai tempat seperti di udara, di dalam air dan makanan. Dalam udara logam berat Plumbum dihasilkan oleh beberapa faktor, salah satunya gas buangan kendaraan. Emisi Plumbum kedalam atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikel. Emisi Plumbum yang masuk kedalam bentuk gas terutama berasal dari kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil dari efek samping pembakaran yang terjadi dalam mesin kendaraan – kendaraan tersebut. Logam berat Plumbum yang berasal dari efek samping pembakaran ini berasal dari senyawa *tetrametil* – dan *tetraetil* – Pb yang

selalu di tambahkan dalam kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti karat pada mesin – mesin kendaraan. (Palar: 2012: 78)

2. Pb didalam Air dan Makanan

Pb (Plumbum) dan persenyawanya dapat berada didalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk kedalam perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan hujan. Disamping itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk kealam badan perairan. Pb yang masuk kealam badan perairan sebagai dampak dari aktifitas kehidupan manusia ada bermacam bentuk diantaranya adalah air buangan limbah dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari petambangan biji timah hitam dan buangan sisa – sisa industri baterai. Buangan – buangan tersebut akan jatuh pada jalur – jalur perairan seperti anak sungai untuk kemudian di bawa terus menuju lautan. Umumnya jalur buangan dari sisa perindustrian yang menggunakan Pb akan merusak tata lingkungan perairan yang di masuki (menjadikan sungai dan airnya tercemar). Senyawa Pb yang ada badan perairan dapat ditemukan dalam bentuk ion – ion di valen atau ion – ion tetravalen (Pb^{2+} , Pb^{4+}) Ion Pb di valen digolongkan kedalam logam kelas atas, sedangkan Pb tetravalen dimasukan kedalam logam kelas sedang. Pengelompokan ion logam ini dibuat oleh Richardson. Bila didasarkan pada pengelompokan ion – ion logam Pb tetravalen mempunyai daya racun yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan ion di valen akan tetapi dari beberapa penelitian menunjukan

bahwa ion Pb di valen lebih berbahaya dibandingkan dengan on tetravalen (Palar: 2012: 81).

Badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion – ion Pb, sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 188 Mg / liter dapat membunuh ikan – ikan. Sedangkan biota perairan lainnya yang dikelompokkan dalam golongan insecta akan mengalami kematian dalam rentang waktu yang lebih panjang, yaitu antara 168 s/d 336 jam bila pada badan perairan tempat hidupnya terlarut 3,5 – 64 Mg / liter Pb. (Palar: 2012: 81)

3. Bahaya Logam Berat Plumbum Bagi Manusia

Menurut Kurniawan (2013: 5) Logam berat Plumbum bersifat toksinitas yang artinya dapat menimbulkan penyakit karena kandungannya yang beracun. Dalam jumlah yang tinggi Plumbum dapat meracuni manusia. Keracunan yang ditimbulkan persenyawaan logam berat Plumbum dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut kedalam logam tubuh. Proses masuknya logam berat Plumbum kedalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, seperti melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan.

Sebagian besar logam berat Plumbum yang terhirup saat bernafas akan masuk kedalam pembuluh darah paru – paru. Tingkat penyerapan itu sangat di pengaruhi oleh ukuran vertikel dari senyawa Plumbum yang ada dan volume udara yang mampu menghiup pada saat peristiwa bernafas berlangsung. Semakin kecil ukuran vertikel debu, maka akan semakin besar pula konsentrasi Plumbum

yang diserap oleh tubuh. Logam berat Plumbum yang masuk kedalam paru – paru melalui peristiwa pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah paru – paru untuk kemudian diedarkan keseluruh jaringan organ tubuh dan lebih dari 90% logam berat Plumbum yang terserap oleh darah berikatan dengan sel – sel darah merah (Palar: 2012: 82)

E. Tinjauan Tentang Kerang Darah

Kerang adalah salah satu hewan lunak (Mollusca) kelas *Bivalvia* atau *Pelecypoda*. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu kaki (*foot byssus*), kepala (*head*), bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya. Kerang biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa daun telinga atau cuping dan cangkang setangkup. Mantel dilekatkan ke cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Fungsi dari permukaan luar mantel adalah mensekresi zat organik cangkang dan menimbun kristal-kristal kalsit atau kapur (Hudaya: 2010: 5).

1. Taksonomi Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Anadara granosa merupakan kelas *bivalva*, famili *Arcidae* dari genus *Anadara*. Bentuknya bulat kipas, agak lonjong, terdiri dari dua belahan yang sama (*simetris*), mempunyai garis palial pada cangkang sebelah dalam yang lengkap dan garis palial bagian luar beralur. Bagian dalam halus dengan warna putih

mengkilat. Warna dasar kerang putih kemerahan (merah darah) dan bagian dagingnya merah dan ukuran lebar cangkang dapat mencapai 4 cm. Jenis-jenis kerang darah yang telah diketahui hidup di perairan Indonesia adalah *A. granosa* (kerang darah), Klasifikasi dan identifikasi kerang darah menurut Linneus (1758) dalam (Karsy: 2013: 29) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Subclass : Pteriomorpha

Ordo : Arcoida

Famili : Archidae

Genus : Anadara

Species : *Anadara Granosa*



Gambar 2.3 kerang Darah (*Annadara Granosa*)

<http://zooanimaal.blogspot.co.id/2012/05/invertebrata.html>

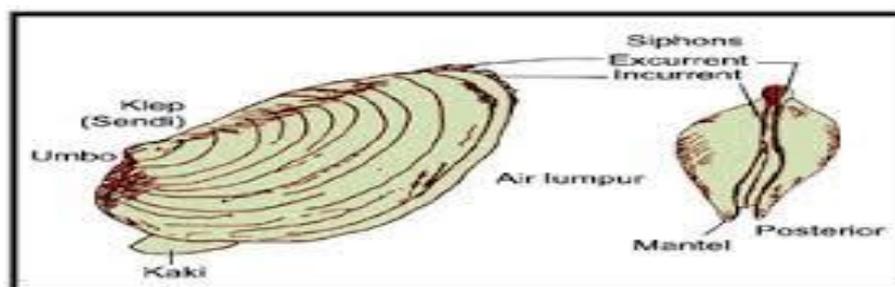
2. Morfologi Kerang Darah

kerang darah merupakan jenis *bivalvia* yang hidup pada dasar perairan dan mempunyai ciri khas yaitu ditutupi oleh dua keping cangkang (*valve*) yang dapat dibuka dan ditutup karena terdapat sebuah persendian berupa engsel elastis yang merupakan penghubung kedua *valve* tersebut. Kerang darah mempunyai dua buah cangkang yang dapat membuka dan menutup dengan menggunakan otot aduktor dalam tubuhnya. Cangkang pada bagian *dorsal* tebal dan bagian ventral tipis. Cangkang ini terdiri atas 3 lapisan, yaitu:

1. Periostrakum adalah lapisan terluar dari kitin yang berfungsi sebagai pelindung.
2. Lapisan *prismatic* tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma,

3. Lapisan *nakreas* atau sering disebut lapisan induk mutiara, tersusun dari lapisan kalsit (*karbonat*) yang tipis dan paralel.

Puncak cangkang disebut umbo dan merupakan bagian cangkang yang paling tua. Garis-garis melingkar sekitar umbo menunjukkan pertumbuhan cangkang. Mantel pada *pelecypoda* berbentuk jaringan yang tipis dan lebar, menutup seluruh tubuh dan terletak di bawah cangkang. Beberapa kerang ada yang memiliki banyak mata pada tepi mantelnya. Banyak diantaranya mempunyai banyak insang. Umumnya memiliki kelamin yang terpisah, tetapi diantaranya ada yang hermaprodit dan dapat berubah kelamin. Kakinya berbentuk seperti kapak pipih yang dapat dijulurkan keluar. Kaki kerang berfungsi untuk merayap dan menggali lumpur atau pasir. Kerang bernafas dengan dua buah insang dan bagian mantel. Insang ini berbentuk lembaran-lembaran (*lamela*) yang banyak mengandung batang insang. Antara tubuh dan mantel terdapat rongga mantel yang merupakan jalan keluar masuknya air (Retno :2009: 2)



Gambar 2.4 morfologi Kerang Darah

<http://ilmuharapanbangsa.blogspot.co.id/2014/06/ciri-ciri-pelecypoda-bivalvia.html>

3. Anatomi Kerang Darah

Hewan berkaki pipih, cangkok berjumlah dua (sepasang) ada di bagian anterior dan umbo (bagian yang membesar/menonjol) terdapat dibagian posterior (punggung). Cangkol tersusun dari zat kapur dan terdiri dari tiga lapisan, yaitu:

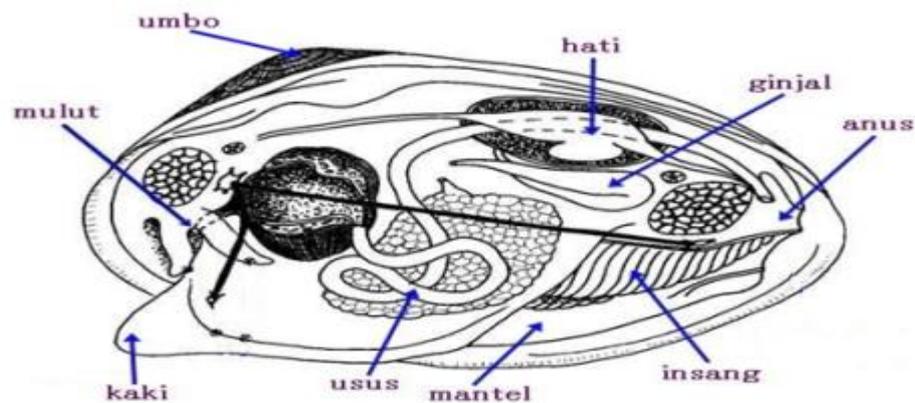
1. *Periostrakum* (luar)
2. *Prismatik* (tengah, tebal)
3. *Nakreas* (dalam, disebut pula sebagai lapisan mutiara)

Alat pernapasan kerang berupa insang dan bagian mantel. Insang kerang berbentuk W dengan banyak lamella yang mengandung banyak batang insang. Pertukaran O₂ dan CO₂ terjadi pada insang dan sebagian mantel. Mantel terdapat di bagian dorsal meliputi seluruh permukaan dari cangkang dan bagian tepi. Antara mantel dan cangkang terdapat rongga yang di dalamnya terdapat dua pasang keping insang, alat dalam dan kaki. Alat peredaran darah sudah agak lengkap dengan pembuluh darah terbuka. Sistem pencernaan dari mulut sampai anus. Sistem saraf kerang terdiri dari 3 pasang *ganglion* yang saling berhubungan:

1. *Ganglion anterior* terdapat di sebelah ventral lambung
2. *Ganglion pedal* terdapat pada kaki
3. *Ganglion posterior* terdapat disebelah ventral otot aduktor posterior.

Kerang berkulit ganda secara menyamping dimampatkan conchiferans tertutup dengan suatu kulit/kerang yang terdiri atas dua klep bersendi secara di belakang oleh suatu ikatan sendi. Rongga mantel melingkupi tubuh berisi suatu

pasang ctenidia yang diperbesar, dan mantel pantat sering diperluas ke dalam pipa pemindah. Mereka bersifat bentos, sering kali geronggang, atau mungkin epifit dan mereka menduduki suatu angkatan laut yang luas dan tempat kediaman air tawa (Pratt:1995: 25).



Gambar 2.5 Anatomi Kerang Darah

<http://belajarterusbologi.blogspot.co.id/2011/04/molusca.html>

4. Habitat Kerang Darah

Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Jenis kekerangan ini menghendaki kadar garam antara 13-28 g/kg, kecerahan 0,5-2,5 m, dan pH 7,5-8,4. Kerang darah terdapat di perairan laut yang berlumpur dan berpasir, Kerang merupakan makhluk “*filter feeder*” yang mengakumulasi bahan-bahan yang tersaring di dalam insangnya. Dalam prosesnya bakteri dan mikroorganisme lain yang ada di sekelilingnya dapat terakumulasi dan mencapai jumlah yang membahayakan untuk dikonsumsi (Kasry :2013: 29).

F. Tinjauan Analisis Penelitian Dengan Pendidikan

Uji kandungan logam berat Plumbum pada tanaman dapat memberikan pengetahuan kepada siswa tentang bagaimana peran hewan dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan memberikan alternatif cara mengetahui hewan dalam menjaga keseimbangan lingkungan pada kegiatan pembelajaran, dalam bidang pendidikan terutama untuk jenjang SMA (Sekolah Menengah Atas) kelas X, Semester dua dalam materi ekosistem dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar sebagai berikut:

1. Kompetensi Inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang

kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

2. Kompetensi Dasar

3.1 Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan.

a. Sifat materi

Sifat materi pada uji kandungan logam berat Plumbum pada hewan ini adalah termasuk kedalam materi konseptual, sedangkan arti dari konseptual adalah satuan arti yang mewakili sejumlah objek yang mempunyai ciri yang sama. Orang yang memiliki konsep mampu mengadakan abstraksi terhadap objek- objek yang dihadapi, sehingga objek-objek ditempatkan dalam golongan tertentu. Objek-objek dihadirkan dalam kesadaran orang dalam bentuk representasi mental tak berperaga. Konsep sendiri pun dapat dilambangkan dalam bentuk suatu kata (Bahri: 2008: 30).

b. Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran merupakan suatu serangkaian rencana kegiatan yang termasuk didalamnya penggunaan metode dan pemanfaatan berbagai sumber daya atau kekuatan dalam suatu pembelajaran. Strategi pembelajaran disusun untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Strategi pembelajaran didalamnya mencakup

pendekatan, model, metode dan teknik pembelajaran secara spesifik. Strategi pembelajaran merupakan perpaduan dari urutan kegiatan, cara mengorganisasikan materi pelajaran peserta didik, peralatan dan bahan, dan waktu yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan (Suparman: 1997: 157).

Strategi pembelajaran yang digunakan adalah menggunakan model pembelajaran *Problem Best Learning* (PBL). *Problem Best Learning* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang dimulai dengan menyelesaikan suatu masalah tetapi untuk menyelesaikan masalah itu peserta didik memerlukan pengetahuan baru untuk dapat menyelesaikannya, pembelajaran berbasis masalah (PBL) merupakan salah satu model pembelajaran inovatif yang dapat memberikan kondisi belajar aktif kepada peserta didik (Syahputra: 2012: 7).

Secara umum langkah- langkah model pembelajaran PBL adalah sebagai berikut:

- 1. Menyadari Masalah.** Dimulai dengan kesadaran akan masalah yang harus dipecahkan. Kemampuan yang harus dicapai peserta didik adalah peserta didik dapat menentukan atau menangkap kesenjangan yang dirasakan oleh manusia dan lingkungan.
- 2. Merumuskan Masalah.** Rumusan masalah berhubungan dengan kejelasan dan kesamaan persepsi tentang masalah dan berkaitan dengan data- data yang harus dikumpulkan.

3. **Merumuskan Hipotesis.** Peserta didik diharapkan dapat menentukan sebab akibat dari masalah yang ingin diselesaikan dan dapat menentukan berbagai kemungkinan penyelesaian masalah.
4. **Mengumpulkan Data.** Peserta didik didorong untuk mengumpulkan data yang relevan. Kemampuan yang diharapkan adalah peserta didik dapat mengumpulkan data dan memetakan serta menyajikan dalam berbagai tampilan sehingga mudah di pahami.
5. **Menguji Hipotesis.** Peserta didik diharapkan memiliki kecakapan menelaah dan membahas untuk melihat hubungan dengan masalah yang diuji.

c. Bahan dan Materi Pembelajaran

Menurut Widodo dan Jasmadi dalam Ika Lestari (2013: 1) menyatakan bahwa bahan ajar adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi dan subkompetensi dengan segala kompleksitasnya.

Bahan ajar dalam pembelajaran tentang pencemaran lingkungan ini adalah menggunakan LKS (Lembar kerja siswa) dan Handout berbentuk jurnal penelitian. LKS merupakan suatu bahan ajar cetak berupa lembaran berisi tugas yang di dalamnya berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas LKS dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen dan demonstras. Sedangkan handour jurnal penelitian adalah sebuah

laporan peneliti tentang hasil penelitian yang telah dilakukan secara ilmiah. Pada dasarnya, sebagian besar jurnal penelitian dapat di pertanggung jawabkan keilmiahannya tergantung dari metode yang dipakai dalam pembuatan dan penyusunan laporan jurnal penelitian. Biasanya laporan jurnal penelitian dimasukkan dalam terbitan kumpulan jurnal bersama-sama dengan laporan Peneliti lain.

1. Materi Pembelajaran

PERUBAHAN/PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN DAUR ULANG LIMBAH

a. Perubahan / pencemaran lingkungan

Kegiatan manusia dalam mengeksploitasi alam ternyata menimbulkan masalah karena dapat merusak dan mencemari lingkungan. Segala kegiatan manusia yang dapat mengurangi keanekaragaman hayati merupakan kegiatan yang berpotensi menimbulkan masalah lingkungan, seperti:

1.) Penebangan hutan (Deforestasi)

Hutan ditebangi dan dibuka untuk beragam kepentingan, misalnya lahan pertanian, pemukiman, industry dan pembuatan jalan. Kayu hutan juga bernilai ekonomi karena bermanfaat sebagai bahan bangunan, bahan pembuatan kertas atau tekstil dan alat rumah tangga. Kegiatan deforestasi yang tidak diikuti dengan upaya pelestarian dapat mengakibatkan kesuburan tanah berkurang, erosi, banjir, hilangnya habitat hewan, punahnya spesies tumbuhan dan hewan serta terbentuknya gurun.

2) Eksploitasi berlebihan terhadap Sumber Daya Alam

Eksploitasi sumber daya abiotik (misalnya air atau bahan tambang) secara besar-besaran tanpa memperhatikan kondisi lingkungan dapat mempengaruhi ekosistem secara keseluruhan. Eksploitasi air yang berlebihan dapat menyebabkan kekeringan. Kerusakan lingkungan akibat kegiatan pertambangan terbuka antara lain kerusakan pada hutan dan area kegiatan pertambangan.

3) Pencemaran lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya bahan polutan berbahaya kedalam lingkungan. Pencemaran lingkungan menimbulkan permasalahan kesehatan dan kesejahteraan manusia. Macam-macam pencemaran diantaranya:

(1.) Pencemaran tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (illegal dumping).

(2) Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan

manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global.

(3) Pencemaran air

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia.

(4) Pencemaran Pb di lingkungan

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 gr/cm³, antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup. Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria – kriteria yang sama dengan logam – logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme.

Secara umum logam berat telah digunakan secara luas terutama dalam bidang kimia dan industri, secara umum logam berat memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Memiliki kemampuan yang baik sebagai penghantar daya listrik (konduktor)
- b. Memiliki rapat massa yang tinggi
- c. Dapat membentuk alloy dengan logam lainnya
- d. Untuk logam yang padat dapat ditempa dan dibentuk

Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut akan dipindahkan dari air melalui beberapa proses yaitu: pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme perairan. 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.

2. Penggolongan Logam Berat

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis, yaitu:

- a. Jenis pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya.

b. Jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.

Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Menurut Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (2013) sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, yaitu:

- a. Bersifat toksik tinggi yang terdiri dari atas unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn.
- b. Bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co.
- c. Bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe.

Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam, yaitu:

- a. Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
- b. Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut.
- c. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi

karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

3. Dampak Logam Berat

a. Timbal (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum. Dahulu digunakan sebagai konstituen di dalam cat, baterai, dan saat ini banyak digunakan dalam bensin. Pb organik (TEL = Tetra Ethyl Lead) sengaja ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan.

Pb adalah racun sitemik yang dikenal dengan cara pemasukannya setiap hari dapat melalui makanan, air, udara dan penghirupan asap tembakau. Efek dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak dan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak, antara lain epilepsi, kerusakan pada otak besar.

Timbal dalam industri digunakan sebagai bahan pelapis untuk bahan kerajinan dari tanah karena pada temperatur yang rendah bahan pelapis dapat digunakan. Sekarang banyak juga digunakan sebagai pelapis pita-pita, karena mempunyai sikap resisten terhadap bahan korosif dan bahan baterai

b. **Etika Lingkungan**

Aktivitas manusia mempengaruhi kondisi serta kualitas lingkungan. Untuk menjaga agar kondisi alam tidak semakin parah, sudah selayaknya kita mengubah

pola pemanfaatan alam yang cenderung merusak. Etika lingkungan berkaitan dengan sikap serta perilaku yang bersifat objektif terhadap kelestarian lingkungan.

- (1) Manusia merupakan bagian dari lingkungan.
- (2) Lingkungan diperlukan bagi semua makhluk hidup.
- (3) Sumberdaya alam perlu dipelihara dan pemakaiannya pertimbangkan kesediaannya.
- (4) Perbaikan kualitas kehidupan disesuaikan dengan produksi alam.
- (5) Aktivitas manusia berpengaruh terhadap alam sehingga hubungan antara manusia dengan alam saling menguntungkan.

Dalam kondisi alami, lingkungan dengan segala keragaman interaksi yang ada sehingga mampu menjaga keseimbangan alam. Akan tetapi, sering kali kondisi kemudian dapat berubah oleh campurtangan manusia. Di sisi lain, pemenuhan kebutuhan hidup manusia semakin beragam seiring dengan kebutuhan manusia di jaman modernisasi, sehingga aktivitas manusia yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan, baik yang bersifat lokal ataupun global.

c. Pengelolaan Lingkungan

Pemanfaatan sumberdaya alam harus memperhatikan tatacara pengelolaan lingkungan.

Pengelolaan lingkungan adalah upaya terpadu dalam pemanfaatan, pengawasan, pengendalian, pemulihan dan pengembangan lingkungan.

Pengelolaan lingkungan mempunyai tujuan yaitu:

- (1) Mencapai keselarasan hubungan antara manusia dengan lingkungan.
- (2) Mengendalikan pemanfaatan sumber daya alam secara bijak.
- (3) Mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan.
- (4) Melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang.
- (5) Melindungi negara terhadap dampak kegiatan diluar wilayah negara yang menyebabkan kerusakan lingkungan.

Melalui penerapan pengelolaan lingkungan, akan terwujud kedinamisan dan keharmonisan antar manusia dan lingkungan, untuk mencegah dan menghindari tindakan manusia yang bersifat kontradiktif dengan hal-hal tersebut, pemerintah telah menetapkan undang- undang lingkungan hidup.

d. **Limbah**

Limbah merupakan suatu barang (benda) sisa dari sebuah kegiatan produksi yang tidak bermanfaat/bernilai ekonomi lagi. Limbah sendiri dari tempat asalnya bisa beraneka ragam, ada yang limbah dari rumah tangga, limbah dari pabrik-pabrik besar dan ada juga limbah dari suatu kegiatan tertentu. Dalam dunia masyarakat yang semakin maju dan modern, peningkatan akan jumlah limbah semakin meningkat.

Limbah sendiri dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1). Berdasarkan Wujudnya

Pada pengelompokan limbah berdasarkan wujud lebih cenderung di lihat dari fisik limbha tersebut.

- (a) Limbah padat, disebut limbah padat karena memang fisiknya berupa padat, contohnya: Bungkus jajanan, plastik, ban bekas, daun, dan lain-lain.
- (b) Limbah Gas, merupakan jenis limbah yang berbentuk gas, contoh limbah dalam bentuk Gas antara lain: Karbon Dioksida (CO_2), Karbon Monoksida (CO), SO_2 , HCL , NO_2 (asap industri)
- (c) Limbah cair, adalah jenis limbah yang memiliki fisik berupa zat cair misalnya: Rembesan AC, Air cucian, air sabun, minyak goreng buangan, dan lain-lain.

2). Berdasarkan sumbernya

Pada pengelompokan limbah menurut sumbernya ini lebih difokuskan kepada dari mana limbah tersebut dihasilkan. Berdasarkan sumbernya limbah bisa berasal dari:

- (a) Limbah industri, limbah yang dihasilkan oleh pembuangan kegiatan industri. Sampah ini berasal dari seluruh rangkaian proses produksi (bahan-bahan kimia serpihan / potongan bahan), perlakuan dan pengemasan produk (kertas, kayu, plastik). Sampah industri yang berupa

bahan kimia dan beracun memerlukan perlakuan khusus sebelum dibuang. Misalnya: limbah industri tekstil.

(b) Limbah Pertanian, limbah yang ditimbulkan karena kegiatan pertanian dan perkebunan. Misalnya: Senyawa organik dari bahan kimia yang digunakan untuk kegiatan pertanian (pupuk dan pestisida), limbah organik yang dihasilkan dari sisa – sisa tumbuhan sayur.

(c) Limbah pertambangan adalah limbah yang asalnya dari kegiatan pertambangan. Misalnya: Material tambang seperti logam dan batuan.

(d) Limbah domestik, limbah yang berasal dari rumah tangga, pasar, rumah sakit, restoran dan pemukiman-pemukiman penduduk yang lain. Contohnya: kertas, kardus, dan sisa-sisa obat.

e. **Penanganan Limbah**

(1) Penanganan Limbah Cair

Sistem penanganan limbah cair industri, salah satunya dengan penanganan sistem setempat yaitu industri membuat instalasi pengolahan limbah sendiri. Limbah yang dihasilkan di usahakan sedikit mungkin dan dapat dimanfaatkan kembali.

(2) Penanganan Limbah Padat

Minimalisasi limbah padat yang berpedoman pada konsep pelaksanaan pembangunan berkelanjutan yang menghemat penggunaan sumber daya alam dapat dilakukan melalui cara antara lain:

- (a) Reuse (memanfaatkan kembali barang bekas tanpa harus memprosesnya terlebih dahulu), misalnya menggunakan gelas air mineral bekas untuk tempat pembibitan tanaman.
- (b) Reduce (mengurangi limbah), misalnya dengan membawa tas belanja dari rumah saat berbelanja di pasar sehingga mengurangi penggunaan kantong plastik.
- (c) Recycle (mendaur ulang limbah), misalnya mendaur ulang kertas bekas.

f. Macam-macam limbah yang dapat didaur ulang

Berikut adalah beberapa jenis limbah atau material yang dapat dimanfaatkan melalui daur ulang.

- (1) Kertas, semua jenis kertas dapat didaur ulang seperti kertas koran dan kardus.

Limbah gelas / piring pecah dapat digunakan untuk membuat botol, gelas, atau piring yang baru.

- (2) Baja, baja sisa konstruksi bangunan akan berguna sebagai bahan baku pembuatan baja baru.
- (3) Plastik, limbah plastik dapat diproses lagi menjadi bahan pembungkus (pengepakan) untuk berbagai keperluan. Misalnya dijadikan tas, sandal, topi, botol minyak pelumas, dll.

d. Instrumen Penilaian

Instrumen yang di gunakan dalam pembelajaran tentang pencemaran lingkungan ini adalah menggunakan penilaian yang meliputi *Kognitif*, *Afektif* dan

Psikomotor. kognitif adalah ranah yang mencakup kegiatan mental (otak). Segala upaya yang menyangkut aktivitas otak adalah termasuk dalam ranah kognitif. Ranah *Kognitif* memiliki enam jenjang atau aspek, yaitu: Pengetahuan/hafalan/ingatan (*knowledge*), Pemahaman (*comprehension*), Penerapan (*application*), Analisis (*analysis*), Sintesis (*syntesis*) Penilaian/penghargaan/evaluasi (*evaluation*). Ranah *Afektif* adalah ranah yang berkaitan dengan sikap dan nilai. Ranah afektif mencakup watak perilaku seperti perasaan, minat, sikap, emosi, dan nilai. Beberapa pakar mengatakan bahwa sikap seseorang dapat diramalkan perubahannya bila seseorang telah memiliki kekuasaan kognitif tingkat tinggi. Ranah *Psikomotor* merupakan ranah yang berkaitan dengan keterampilan (skill) tau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Hasil belajar psikomotor ini sebenarnya merupakan kelanjutan dari hasil belajar kognitif (memahami sesuatu) dan dan hasil belajar afektif (yang baru tampak dalam bentuk kecenderungan-kecenderungan berperilaku).

e. Bahan dan Media

Bahan dan media yang digunakan dalam proses kegiatan pembelajaran adalah sebagai berikut:

1. Media

a. Pertemuan ke-1

Video pencemaran, LKS, Power Point, jurnal, buku paket biologi.

b. Pertemuan ke-2

Gambar-gambar/Foto tentang Limbah, LKS, Power Point, buku paket biologi.

2. Alat/Bahan

a. Pertemuan ke-1

LCD, Laptop, buku paket biologi, LKS, jurnal.

b. Pertemuan ke-2

LCD dan Laptop, Barang Bekas (Limbah plastik/kertas),

3. Sumber Pembelajaran

a. Buku-buku

Yusa, Maniam MBS. (2014) Biology 1A. Bandung; Grafindo Media Pratama.

b. Internet

Download video pencemaran, download gambar pencemaran dan contoh daur ulang limbah, download jurnal.

f. Keterkaitan Metode PBL (Problem Best Learning) dengan pencemaran lingkungan (Pb).

Pada pencemaran lingkungan khususnya pada pencemaran air didapatkan banyaknya kandungan. salah satunya kandungan Pb yang bisa berbahaya bagi kesehatan, karena Pb dapat mengakibatkan keracunan, kerusakan pada otak, epilepsi dan bisa juga mengakibatkan kematian.

Dalam materi pembelajaran ini siswa dianjurkan untuk mengetahui kandungan Pb yang sangat berbahaya bagi kesehatan, maka dari itu metode PBL dapat berkorelasi dengan materi pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air yang mengandung Pb, karena metode PBL mempunyai tahapan-tahapan yang bisa memberikan wawasan yang luas mengenai kandungan Pb, seperti pada tahapan *Menguji hipotesis*. Siswa di anjurkan untuk menelaah dan membahas permasalahan yang didapatkan kemudian diujikan (Syahputra: 2012: 7). Pada tahapan ini siswa bisa lebih mengetahui bahayanya kandungan Pb bagi kesehatan dan siswa dapat memberikan informasi kepada lingkungan sekitar mengenai bahayanya kandungan Pb.

g. Sistem evaluasi

Sistem evaluasi atau penilaian yang digunakan adalah otentik. Pendekatan penilaian itu disebut penilaian yang sebenarnya atau penilaian otentik (authentic assesment) (Nurhadi, 2004: 168).

Penilaian otentik adalah proses pengumpulan informasi oleh guru tentang perkembangan dan pencapaian pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik melalui berbagai teknik yang mampu mengungkapkan, membuktikan atau menunjukkan secara tepat bahwa pembelajaran telah benar-benar dikuasai dan dicapai (Nurhadi, 2004: 172).

G. Hasil Penelitian Terdahulu

No	Judul	Pendekatan dan Analisis	Hasil Penelitian
1.	AKUMULASI LOGAM BERAT DAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP SPERMATOGENESIS KERANG HIJAU (perna viridis)	metode survei dengan RAL (rancangan acak lengkap)	Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa: (1) Perairan Teluk Jakarta mengalami pencemaran logam berat. (2) Kandungan logam berat Cd, dan Hg secara individu Mempunyai korelasi terhadap perkembangan sel-sel kelamin jantan, sehingga logam berat tersebut mempengaruhi proses spermatogenesis.
2.	ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN CADMIUM (Cd) PADA KERANG HIJAU (Perna viridis L.) DI PERAIRAN NGEMBOH KABUPATEN GRESIK JAWA TIMUR.	Metode yang digunakan adalah deskriptif	Berdasarkan hasil penelitian tentang analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kerang hijau (Perna viridis L.) di perairan Ngemboh Kabupaten Gresik Jawa Timur, dapat disimpulkan bahwa: nilai kandungan logam berat pada kerang

			hijau di Ngembah Gresik tersebut tidak melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah.
3.	KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cu, Cd, DAN Hg PADA KERANG DARAH <i>Anadara granosa</i> (Linnaeus, 1758) DI PERAIRAN PESISIR KABUPATEN TANGERANG	Metode Deksriftif dengan bantuan jelajah.	Kerang darah yang terdapat di Perairan Kronjo dan Cituis mengandung logam berat Pb,Cu,Cd danHg. Logam beratPb tertinggi terdapat di Perairan Kronjo dan logam berat Cu tertinggi diPerairanCituis, sedangkan kandungan logam berat lainnya seperti logam Cd dan Hg memiliki nilai yang rendah di kedua daerah.

Tabel 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu.