

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

2.1.1 Morfologi dan Taksonomi KerangBulu (*Anadara antiquata*)

Kedudukan kerang bulu dalam sistematika hewan diklasifikasikan sebagai berikut (Olsson, 1961 *dalam* Yusefi, 2011):

Kerajaan	Animalia
Filum	Mollusca
Kelas	Bivalvia
Bangsa	Taxodonta
Suku	Arcidae
Marga	Anadara
Jenis	<i>Anadara antiquata</i>



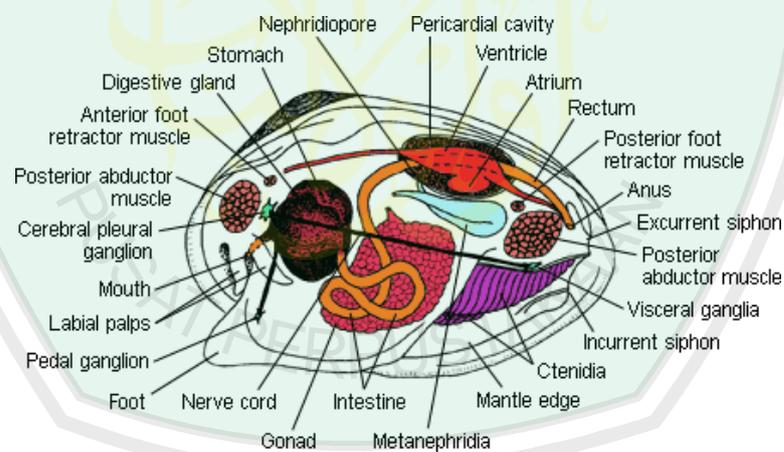
Gambar 2.1 Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

2.1.2 Karakteristik Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Ciri kerang bulu (*Anadara antiquata*) sebagaimana pada gambar 2.1 adalah cangkang terdiri dari 2 keping yang saling menutup dan berwarna coklat kehitaman. Bentuk secara keseluruhan hampir bulat, dan pada mulut cangkang

banyak ditemukan bulu-bulu kecil. Kerang bulu (*Anadara antiquata*) hidup pada habitat tanah berlumpur pada perairan dangkal.

Secara umum bagian tubuh kerang-kerangan dibagi menjadi lima, yaitu (1) kaki (*foot, byssus*), (2) kepala (*head*), (3) bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), (4) selaput (*mantle*), dan (5) cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Bagian kaki merupakan otot yang mudah berkontraksi, dan bagian ini merupakan bagian utama alat gerak. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi, tergantung pada jenis, habitat dan makanannya (Setyono, 2006). Berikut ini adalah gambar anatomi kerang (Bunje, 2001 *dalam* Daluningrum, 2009)



Gambar 2.2 Anatomi Kerang

Allah menciptakan lautan beserta isinya agar dapat dimanfaatkan oleh manusia. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam QS. An-Nahl/16: 14 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى
 الْفُلُوكَ مَوَاحِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

Artinya: “Dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu) agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur.” (QS. An-Nahl / 16: 14).

Ayat di atas menjelaskan mengenai kekuasaan Allah terhadap alam dan seisinya. Allah menciptakan seluruh yang ada di alam ini untuk manusia, sebagaimana arti kata لَحْمًا yang berarti makanan (daging). Manusia dapat memanfaatkan apa yang telah Allah ciptakan untuk kebutuhan hidupnya. Satu di antara beberapa ciptaan Allah tersebut adalah penciptaan laut (الْبَحْرَ) beserta isinya seperti ikan-ikan, kerang-kerangan dan lainnya. Sedangkan kata تَسْتَخْرِجُونَ berarti mengajak manusia untuk memaksimalkan potensi alam yang telah Allah ciptakan.

2.1.3 Indikator Biologi

Penelitian toksikologi memerlukan hewan uji, pemilihan hewan uji dalam penelitian toksisitas dilakukan berdasarkan tingkat trofis masing-masing hewan uji pada piramida rantai makanan. Sesuai dengan kebutuhannya maka penelitian toksisitas ini dapat dilakukan dengan menggunakan organisme akuatik air asin

atau tawar, organisme teresterial atau organisme perairan (Soemirat, 2005). Allah menciptakan segala jenis hewan di bumi ini dengan segala keunikan dan kelebihan, sebagaimana firman Allah dalam QS. An-Nuur/24: 45 sebagai berikut:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ ۖ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ ۖ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ ۗ خَلَقَ اللَّهُ مَا يَشَاءُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya: “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendakinya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.” (QS. An-Nuur/24: 45).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menciptakan segala ciptaannya dengan sebaik-baiknya, termasuk pula dengan penciptaan hewan. Beberapa hewan tersebut tidak memiliki kaki (أَرْجُلٌ), sehingga untuk berjalan menggunakan perut. Hal ini merupakan rahmat dari Allah untuk mendukung segala bentuk kehidupan dari hewan tersebut. Begitu juga dengan bentuk kehidupan kerang. Kelompok kerang-kerangan hidup dengan dilengkapi kaki, tetapi dengan kaki yang dimilikinya dia tidak dapat berpindah tempat dengan cepat. Sehingga apabila suatu lingkungan tercemar, maka kelompok kerang-kerangan ini akan lebih banyak mendapatkan dampak dari pencemaran tersebut.

Menurut Wardhana (2001), apabila pencemaran lingkungan diperkirakan melalui jalur air maka indikator biologisnya dapat ditentukan melalui hewan atau tanaman yang hidup atau tumbuh di air, baik air sungai, air danau maupun air laut. Indikator biologis yang ada pada jalur air dan mungkin akan sampai kepada

manusia adalah (1) *phytoplankton*, jenis *plankton* tanaman; (2) *zooplankton*, jenis *plankton* hewan; (3) *mollusca*, jenis kerang-kerangan; (4) *crustacea*, jenis udang-udangan; (5) ikan dan sejenisnya.

Kerang-kerangan sebagai satu di antara beberapa biota air dapat dijadikan sebagai indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan dengan menentukan kandungan logam berat di dalamnya. Kandungan logam berat dalam kerang erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri dan rumah tangga di sekitar tempat hidup kerang-kerangan tersebut, seperti sungai, danau, dan perairan. Logam berat diakumulasi dalam lingkungan sungai dan ditransfer ke organisme sungai misalnya kerang. Ketika konsentrasi logam berat dalam kerang-kerangan melebihi ambang batas normal, kerang-kerangan menjadi beracun dan menyebabkan beberapa masalah kesehatan.

Khususnya untuk jenis-jenis kerang (*bivalvia*) yang cara makannya dengan sistem menyaring (*filter feeder*) dan beberapa jenis siput (*gastropoda*) yang memakan *mikro-algae* (*bentik diatom*), bahan kimia dan bahan beracun (termasuk logam berat) yang terlarut di dalam air maupun yang terkandung di dalam *mikro-algae* akan diserap dan dicerna serta diakumulasi bersama protein di dalam tubuh. Bahan kimia dan bahan beracun yang sudah terakumulasi di dalam tubuh kerang akan pindah ke manusia (*konsumer*). Oleh karena itu, kerang-kerangan untuk dikonsumsi sebaiknya tidak dipelihara dan dipanen dari perairan yang sudah tercemar oleh bahan kimia berbahaya maupun bahan beracun (Setyono, 2006).

2.2 Pencemaran Perairan oleh Logam Berat

2.2.1 Logam Berat

Istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair. Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaan terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup (Palar, 1994).

Karakteristik dari kelompok logam berat adalah (1) memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4); (2) mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida; (3) mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup (Palar, 1994). Terdapat sebanyak 80 jenis dari sejumlah 109 unsur kimia yang telah teridentifikasi di muka bumi ini termasuk ke dalam jenis logam berat, dengan demikian sifat kimiawi logam berat dapat dikatakan mewakili sebagian besar golongan kimia anorganik (Handajani, 2010).

Logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb) dan krom (Cr) (Palar, 1994).

2.2.2 Kondisi Umum Perairan Lekok Kabupaten Pasuruan

Perairan Lekok berada di kawasan Desa Jatirejo, Kecamatan Lekok, Kabupaten Pasuruan. Perairan Lekok merupakan muara dari beberapa sungai di

sekitar kawasan Lekok tersebut, seperti sungai Rejoso dan sungai-sungai lainnya. Berikut ini diperlihatkan petadi sekitar kawasan Perairan Lekok Kabupaten Pasuruan pada gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kawasan Perairan Lekok Kabupaten Pasuruan

Pencemaran yang terjadi di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan diduga disebabkan oleh aliran sungai-sungai yang mengandung bahan pencemar logam berat dan bermuara di Perairan Lekok Kabupaten Pasuruan. Satu di antarasungai-sungai yang bermuara di perairan Lekok Kabupaten Pasuruan adalah sungai Rejoso yang berada di Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan (Fitriyah, 2007). Pencemaran yang terjadi di kawasan sekitar Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan karena di daerah tersebut banyak ditemukan berbagai macam industri seperti industri yang memproduksi MSG dan produk-produk lainnya. Industri tersebut diduga membuang limbah hasil olahannya ke sungai sekitar Perairan Lekok seperti sungai Rejoso.

Allah melarang manusia untuk merusak alam ini. Hal ini sebagaimana firman Allah dalam QS. Al-A'raf/7: 56 sebagai berikut:

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

Artinya: “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 sangat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik” (QS. Al-A'raf/7: 56).

Al-Qurthubi (2009) menjelaskan beberapa pendapat bahwa makna **الْفَسَادُ** (kerusakan) adalah kekeringan dan hilangnya berkah. Diriwayatkan dari Ibnu Abbas RA juga, bahwa maksud kerusakan di laut adalah habisnya hasil tangkapan ikan disebabkan dosa-dosa anak Adam. Ada pula yang berpendapat bahwa maksud kerusakan adalah kemaksiatan.

Ayat di atas menerangkan seruan bagi manusia untuk menjaga lingkungan dan menghindarkan segala jenis perbuatan yang dapat menyebabkan kerusakan. Hal ini karena Allah menciptakan bumi dan seluruh isinya dengan sebaik-baiknya, sehingga sebagai umatnya manusia wajib menjaga apa yang telah Allah ciptakan dengan sewajarnya. Kerusakan yang terjadi seperti adanya pencemaran limbah karena pembuangan limbah tersebut ke perairan dan akhirnya akan menuju laut, sehingga menyebabkan biota laut ikut tercemar. Apabila kadar bahan pencemar tersebut telah melebihi ambang batas yang telah ditentukan, maka biota laut tersebut tidak dapat dikonsumsi. Akibat bagi biota itu sendiri adalah kematian.

2.3 Logam Berat Timbal (Pb)

2.3.1 Sumber Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb)

Menurut Sastrawijaya (2000), pencemaran lingkungan adalah perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan, sebagian karena tindakan manusia, disebabkan karena pola penggunaan energi dan materi, tindakan radiasi, bahan-bahan fisika dan kimia, dan jumlah organisme. Perbuatan ini dapat mempengaruhi langsung manusia, atau tidak langsung melalui air, hasil pertanian, peternakan dan lainnya.

Apabila ion-ion logam yang terdapat di dalam air berasal dari logam berat bersifat racun seperti timbal (Pb), arsen (As), dan merkuri (Hg), maka sangat berbahaya bagi manusia. Akibatnya air tersebut tidak dapat digunakan sebagai air minum (Gunawan dan Chairil, 2008). Logam berat timbal (Pb) merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis. Sumber utama logam berat timbal (Pb) adalah makanan dan minuman. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan (Widaningrumet *al.*, 2007).

Logam berat timbal (Pb) memiliki nomor atom 82 dan merupakan suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327°C. Pada suhu 550-600°C, logam berat timbal (Pb) menguap dan bereaksi dengan oksigendalam udara membentuk timbal oksida. Walaupun bersifat lunak danlentur, logam berat timbal (Pb) sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas, dan air asam serta dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat, dan asam sulfat pekat (Ardyanto, 2005).

Logam berat timbal (Pb) tidak termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup, bahkan unsur ini bersifat toksik bagi hewan dan manusia. Logam berat timbal (Pb) banyak digunakan pada industri-industri seperti industri cat, industri bahan bakar untuk ditambahkan ke dalam mesin dan pada pembangkit listrik tenaga panas (Mallapiang, 2009). Pencemaran logam berat timbal (Pb) dapat pula berasal dari bidang pertanian karena di daerah sekitar perairan Lekok Kabupaten Pasuruan masih relatif banyak ditemukan lahan pertanian yang menggunakan pestisida. Pestisida yang digunakan diduga mengandung logam berat timbal (Pb). Hal ini sebagaimana yang dikemukakan Hartini (2011) bahwa pestisida yang digunakan dalam pertanian berisi logam berat timbal (Pb) dan akan meninggalkan residu dalam tanah, air, dan tanaman.

Umumnya logam digunakan oleh manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Beberapa logam dapat membahayakan kesehatan walaupun kadarnya sedikit dalam tubuh, seperti logam berat timbal (Pb). Tetapi beberapa logam lainnya dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk menjalankan metabolisme tubuh. Contoh dari logam yang dibutuhkan oleh tubuh tersebut adalah besi. Logam yang dibutuhkan oleh tubuh hanya dalam jumlah sedikit. Hal ini sebagaimana firman Allah dalam QS. Saba'/34: 10-11:

﴿ وَلَقَدْ ءَاتَيْنَا دَاوُدَ مِنَّا فَضْلًا ۖ يَجِبَالٌ ؕ اُوْبٰى مَعَهُ ۖ وَالطَّيْرَ ۗ وَالنَّا لَهُ الْحَدِيدَ ﴿١٠﴾ اَنْ اَعْمَلْ سَبِغْتِ وَقَدَّرِ فِي السَّرْدِ ۗ وَاَعْمَلُوْا صٰلِحًا ۗ اِنِّيْ بِمَا تَعْمَلُوْنَ بَصِيْرٌ ﴿١١﴾

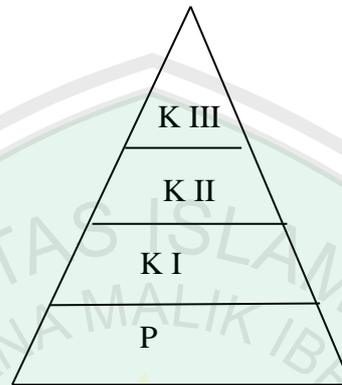
Artinya: “Dan Kami telah melunakkan besi untuknya. (Yaitu) buatlah baju besiyang besar-besar dan ukurlah anyamannya; dan kerjakanlah amalanyang saleh. Sesungguhnya Aku melihat apa yang kamu kerjakan”. (QS. Saba'/34: 10 – 11).

Ayat di atas menjelaskan tentang keberadaan logam (الْحَدِيدَ), yang dalam Al-Qur'an menyebutnya dengan besi. Allah menciptakan logam tersebut untuk dimanfaatkan oleh manusia. Tetapi logam tersebut akan menjadi berbahaya apabila dalam pengolahannya tidak sesuai ketentuan. Hal ini seperti penggunaan logam berat timbal (Pb) dalam bidang industri. Logam berat timbal (Pb) tersebut menjadi berbahaya apabila terlepas ke lingkungan dalam ukuran yang sangat kecil sehingga mudah masuk ke dalam tubuh makhluk hidup melalui berbagai proses. Oleh karena itu sebaiknya dalam menggunakan logam, benar-benar memperhatikan proses dan dampak dari pengerjaan tersebut.

2.3.2 Akumulasi dan Dampak Logam Berat Timbal (Pb)

Logam-logam berat umumnya memiliki daya racun yang mematikan terhadap organisme pada kondisi yang berbeda-beda. Secara sederhana, logam-logam berat ini mengakibatkan kematian terhadap beberapa jenis biota perairan. Keadaan ini akan terjadi bila konsentrasi kelarutan dari logam berat pada badan perairan tersebut cukup tinggi. Tingkat kelarutan tersebut dapat dikatakan tinggi bila jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi jumlah kelarutan normalnya atau telah melebihi nilai ambang batas. Selain itu, dengan cara yang rumit dan sangat panjang, dalam jumlah yang sedikit logam berat juga dapat membunuh organisme hidup. Proses itu diawali dengan peristiwa penumpukan (akumulasi) dari logam berat dalam tubuh biota. Lama-kelamaan penumpukan 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).



Keterangan:

- P : Produsen (tumbuh-tumbuhan hijau)
- K I : Konsumen 1 (herbivora)
- K II : Konsumen 2
- K III : Konsumen 3

Gambar 2.4 Piramida Makanan dan Gambaran Tingkat Transfer Energi

Susunan yang terbentuk pada piramida makanan merupakan bentuk dari keseimbangan tatanan lingkungan. Selama tidak ada masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan ke dalam tatanan lingkungan tersebut, maka tatanan lingkungan itu disinyalir akan terus berada dalam keseimbangan. Tetapi bila polutan yang merupakan senyawa-senyawa toksik masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan hidup, maka akan terjadi perubahan dalam tatanan lingkungan hidup itu sendiri. Hal kecil tersebut dapat saja sangat sederhana sehingga diabaikan keberadaannya. Tetapi pada tingkat lanjutnya, perubahan itu dapat menjadi suatu malapetaka besar dengan diawalinya kemusnahan pada satu di antara mata rantai atau tingkatan trofik dari komponen-komponen penyusun tatanan lingkungan (Palar, 1994).

Akumulasi logam berat timbal (Pb) dalam tubuh manusia mengakibatkan gangguan pada organ tubuh. Logam berat timbal (Pb) tidak termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup, bahkan unsur ini bersifat toksik bagi hewan dan manusia. Toksisitas logam berat timbal (Pb) terhadap tumbuhan relatif lebih rendah dibandingkan dengan unsur renik yang lain (Handjani, 2010). Proses masuknya logam berat timbal (Pb) ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 1994). Makanan dan minuman yang terkena kontaminasi tersebut dapat menyebabkan keracunan fatal pada manusia (Gunawan dan Chairil, 2008).

Bahan beracun yang tidak bisa dinetralisir oleh tubuh akan bereaksi dengan senyawa-senyawa hasil dari proses biosintesa seperti enzim, lemak dan lain-lain. Hasil dari reaksi yang terjadi antara bahan beracun dengan produk biosintesa ini bersifat merusak terhadap proses-proses biomolekul dalam tubuh. Ion-ion logam yang dapat larut dalam lemak itu mampu untuk melakukan penetrasi pada membran sel, sehingga akhirnya ion-ion logam tersebut akan menumpuk di dalam sel dan organ-organ yang lainnya (Palar, 1994).

Sejumlah logam berat timbal (Pb) yang masuk melalui saluran pencernaan, hanya 8-12% yang akan diabsorpsi. Sebagian besar absorpsi terjadi di usus halus dan sedikit di usus besar. Diketahui pula bahwa penyerapan logam berat timbal (Pb) melalui saluran pernafasan mencapai 30-50% dengan waktu lebih cepat dari pada penyerapan melalui saluran pencernaan. Logam berat timbal (Pb) yang masuk dan ditahan dalam tubuh akan terakumulasi di hati, ginjal dan tulang.

Logam berat timbal (Pb) diekskresikan terutama melalui urin dan feses serta sedikit melalui keringat (Sunaryadi, 2006).

Islam mengajarkan umatnya agar selalu menjaga lingkungannya. Allah juga membenci orang-orang yang berbuat kerusakan di bumi karena hal itu akan merugikan diri sendiri maupun semua makhluk hidup yang berada di lingkungan tersebut. Allah melarang umatnya untuk berbuat kerusakan melalui beberapa firman-Nya dalam Al-qur'an, sebagaimana yang tercantum dalam QS. Al-Qashash/28: 77 sebagai berikut:

وَأَتَّبِعْ فِي مَآءِ آتِنَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۖ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۗ وَأَحْسِنَ كَمَا
أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۖ وَلَا تَتَّبِعِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya: “Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan” (QS. Al-Qashash/28: 77).

Allah melalui ayat di atas menyerukan kepada umatnya untuk berbuatbaik kepada siapapun, tidak terkecuali terhadap lingkungan sekitar. Hal ini tercantum jelas pada potongan ayat وَلَا تَتَّبِعِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ yang menjelaskan bahwa kita dilarang untuk berbuat kerusakan apapun, karena dampak kerusakan tersebut akan merugikan makhluk hidup lainnya dalam suatu lingkungan.

Allah juga berfirman mengenai larangan untuk berbuat kerusakan melalui QS. Al-Syuara'/26: 183:

وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ

Artinya: *“Dan janganlah kamu merugikan manusia pada hak-haknya dan janganlah kamu merajalela di muka bumi dengan membuat kerusakan”* (QS. Al-Syuara' / 26: 183).

QS. Al-Syuara' / 26: 183 tersebut merupakan lanjutan dari penjelasan QS.

Al-Qashash / 28: 77. Potongan ayat لَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ merupakan seruan Allah untuk manusia agar memperhatikan hak-hak orang lain, karena Allah menciptakan umatnya (manusia) sebagai khalifah di bumi dengan kewajiban dan hak yang sama. Perbuatan manusia yang dapat menyebabkan kerusakan, terutama pada lingkungan akan berdampak pula terhadap orang lain. Sebagai contoh adalah pencemaran (kerusakan) yang terjadi di perairan pada suatu tempat yang akan menyebabkan pencemaran pada perairan di tempat lainnya. Hal ini karena bumi dan seisinya merupakan suatu sistem satu-kesatuan, sehingga apabila terdapat kerusakan di suatu daerah maka dampaknya akan dirasakan pula di tempat lainnya.

Ayat-ayat di atas menjelaskan mengenai larangan dalam Islam untuk berbuat kerusakan di bumi. Larangan itu sangat jelas karena tercantum dalam banyak ayat Al-Qur'an. Hal ini dikarenakan kerusakan yang diperbuat akan berdampak pada orang, hewan, tumbuhan maupun makhluk hidup lainnya. Kerusakan di lingkungan juga akan mengganggu keseimbangan tatanan kehidupan yang terkait satu sama lain. Oleh karena itu Allah membenci orang-

orang yang berbuat kerusakan. Sedangkan penelitian ini berusaha untuk mencari cara untuk mengurangi dampak dari kerusakan yang telah terjadi di lingkungan.

2.3.3 Reaksi Tubuh Terhadap Logam

Biokonsentrasi adalah kasus spesifik dari bioakumulasi, dimana suatu zat yang terlarut secara selektif masuk ke dalam jaringan organisme dan terkonsentrasi melalui rute bahan makanan. Contohnya akumulasi zat xenobiotik (racun) yang ada di air pada organisme ikan, karena ikan memang hidup dalam air. Konsep dari biokonsentrasi mengikuti kondisi (1) zat masuk dan dikeluarkan melalui proses pasif transpor; (2) zat dimetabolisme secara lambat; (3) zat mempunyai kelarutan dalam air yang relatif rendah; (4) zat mempunyai kelarutan dalam lipid/lemak yang cukup tinggi; (5) xenobiotik yang dapat mengalami biokonsentrasi bersifat hidrofobik dan cenderung untuk masuk dari air ke jaringan lemak pada ikan (Soemirat, 2005).

Menurut Palar (1994), logam berat timbal (Pb) termasuk dalam golongan logam yang memiliki daya racun besar (atau ion logam sangat beracun) karena (1) paling efektif untuk berikatan dengan gugus sulfhidril (-SH) seperti dalam sistein, dengan struktur molekul yang memiliki gugus nitrogen (N) seperti yang terdapat dalam lisin dan histidin. Gugus sulfur dan nitrogen merupakan gugus-gugus aktif dari enzim-enzim tersebut; (2) dapat menggantikan posisi dari ion-ion logam kelas antara, seperti ion seng (Zn^{++}) dari enzim logam (*metalloenzim*); (3) bersama-sama dengan ion-ion logam kelas antara, akan dapat membentuk ion-ion logam yang dapat larut dalam lemak (*lipid soluble*). Ion-ion logam yang dapat larut

dalam lemak itu mampu untuk melakukan penetrasi pada membran sel, sehingga akhirnya ion-ion logam tersebut akan menumpuk (terakumulasi) di dalam sel dan organ-organ lain; (4) dalam *metallo-protein* menunjukkan kemampuan oksidasi reduksi.

Secara biokimiawi, kerusakan molekuler yang terjadi akibat keracunan logam berat didasari dengan terjadinya peristiwa denaturasi protein oleh logam berat tersebut, sehingga sifat-sifat fisik, kimia, biologi dan fungsi protein tersebut akan berubah. Protein merupakan suatu makromolekul yang sangat penting dalam kehidupan, antara lain karena peranannya sebagai enzim, transporter, bagian membran sel ataupun antibodi. Kerusakan akibat keracunan logam berat tersebut relatif dapat terjadi pada seluruh organ tubuh, menyebabkan berbagai macam penyakit dan hal ini sangat membahayakan (Santosa, 2003).

Metallothionein(MT) merupakan sistem utama yang dimiliki oleh tubuh dalam mendetoksifikasi logam berat merkuri (Hg), timbal (Pb) dan logam berat lain. Setiap logam berat memiliki afinitas yang berbeda terhadap *metallothionein*. Bila *metallothionein* berfungsi dengan baik dan/atau jumlah logam berat yang masuk tubuh tidak melebihi kemampuan MT untuk mengikat logam berat tersebut, maka seharusnya tidak akan menimbulkan gangguan akibat keracunan logam berat (Santosa, 2003).

2.3.4 Dampak Logam Berat Timbal (Pb) Bagi Kesehatan

Keracunan logam berat timbal (Pb) merupakan satu di antara beberapa masalah kesehatan yang bisa dijumpai dimana saja di dunia. Sejak logam berat

timbal (Pb) digunakan dalam berbagai macam produk, perlu kiranyakesadaran masyarakat tentang bahaya logam berat timbal (Pb) bagi kesehatan. Sebagai satu di antara beberapa negara berkembang, Indonesia mungkin saja berada pada resiko terkena dampak logam berat timbal (Pb) dikarenakan kurangnya informasi dan kesadaran tentang keracunan logam berat timbal (Pb) (Suheni, 2010).

Logam berat timbal (Pb) yang diangkut oleh darah menuju organ-organ tubuh, dan sebanyak 95% logam berat timbal (Pb) dalam darah diikat oleheritrosit. Efek hematotoksisitas logam berat timbal (Pb) adalah menghambat aktifitas enzim δ -aminolevulinat dehydrogenase (δ -aminolevulinic acid dehydrogenase= δ -ALAD) dalam eritroblas sumsum tulang dan eritrosit pada sintesis *heme*. Gejala klinik yang sering dijumpai adalah *anemia*. Selain *inhibisi* pada sintesa *heme*, anemia pada keracunan logam berat timbal (Pb) disebabkan pula oleh *hemolisis eritrosit* akibat dari berubahnya stabilitas membran sel eritrosit karena defisiensi enzim *pyrimidine -5' nucleotidase* (Ardyanto, 2005).

Abnormalitas yang terjadi yaitu karena adanya hambatan sintesis hemoglobin dan pemendekan masa hidup dari sirkulasi *erythrocytes* (jaringan sel darah merah) yang dihasilkan dalam stimulasi *erythropoiesis* (pembentukan eritrosit). *Amino Leuvulinic Acid* (ALA) dan *corprophyrin III* meningkat dalam keracunan logam berat timbal (Pb) (Kurniawan, 2008). Keracunan logam berat timbal (Pb) juga dapat menimbulkan kerusakan pada ginjal. Menurut Sari (2010), bahwa setiap zat larut dalam air, termasuk logam berat timbal (Pb) yang dieksresikan melalui ginjal memiliki potensi untuk mengganggu kenormalan

epitel tubulus, dan logam berat berupa timbal (Pb) yang sudah diketahui bersifat nefrotoksik dapat memberikan efek terhadap gambaran tubulus kontortus proksimal yang ditandai dengan pembengkakan epitel tubulus sehingga terjadi penyempitan tubulus. Penyempitan tubulus ini mengakibatkan asam amino dan glukosa yang dibutuhkan oleh tubuh ikut di ekskresikan keluar bersama urin. Sedangkan dalam urin tidak boleh terdapat adanya asam amino dan molekul berukuran besar lainnya. Apabila dalam urin ditemukan molekul berukuran besar, seperti asam amino dan glukosa, hal ini diduga terjadi kerusakan pada proses filtrasi dalam ginjal.

2.4 Bahan Alam untuk Menurunkan Logam Berat Timbal (Pb)

Allah menciptakan tumbuhan-tumbuhan dengan segala manfaatnya. Sebagaimana hadist Rasurullah SAW bahwa setiap penyakit ada obatnya. Hadits riwayat Muslim, bahwa Rasulullah SAW bersabda:

عَنْ جَابِرِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ (لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ)

Artinya: *“Dari sahabat jabir Radiyallahu anhu, dari Rasurullah Shallallahu’alaihi wa sallam, beliau bersabda, ‘Setiap penyakit ada obatnya, dan bila telah ditemukan dengan tepat obat suatu penyakit, niscaya akan sembuh dengan izin Allah Azza wa Jalla.’ (HR. Muslim).*

Hadist di atas menjelaskan bahwa Allah menciptakan penyakit dengan disertai obatnya. Manusia sebagai khalifah di bumi selayaknya terus berusaha untuk mencari dan menemukan obat-obat tersebut sehingga dengan hal ini akan lebih mengetahui kekuasaan dan kebesaran-Nya. Beberapa tumbuhan atau bahan

alam yang dapat digunakan sebagai obat adalah buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) dan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Hal ini karena buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) dan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki kandungan senyawa tertentu dalam tubuhnya. Al-Qur'an juga menjelaskan mengenai buah-buahan ini dalam QS. An-Nahl/16: 11 sebagai berikut:

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَبَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (QS. An-Nahl / 16: 11).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menumbuhkan tanaman dan buah-buahan untuk manusia. Segala macam tanaman dan buah-buahan (الثَّمَرَاتِ) tersebut Allah ciptakan dengan manfaat yang sebaik-baiknya. Sehingga pada dasarnya semua tanaman dan buah-buahan yang Allah ciptakan memiliki manfaat khusus. Manusialah yang masih belum mengetahui manfaat-manfaat dari tanaman dan buah-buahan tersebut. Sebagai contoh adalah buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) dan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang ternyata dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar logam berat, terutama pada makanan.

2.4.1 Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.)

2.4.1.1 Botani Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.)

Menurut Rukmana (2003) botani jeruk nipis adalah sebagai berikut:

Pohon	perdu, rindang (rimbun), tinggi berkisar antara 150-350 cm.
Batang	banyak percabangan, cabang dan ranting berduri, dahannya bulat berwarna hijau tua penuh dengan bintil-bintil kecil dan berkelenjar-kelenjar, durinya pendek-pendek dan berjauhan, runcing.
Daun	bulat panjang dan tumpul pada bagian ujung, permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua mengkilat, sedangkan bagian bawah berwarna hijau tua. Kedudukan daun pada ranting pada umumnya mendatar.
Tangkai daun	agak bersayap.
Bunga	muncul pada ketiak atau pucuk ranting dan tersusun dalam karangan. Setiap karangan bunga terdiri atas satu atau beberapa kuntum bunga yang berwarna putih kekuning-kuningan. Setiap kuntum bunga terdiri atas lima lembar daun mahkota yang terlepas satu sama lain. Benang sari berbentuk berkas.
Bakal buah	berbentuk bulat, berwarna kuning hijau, mengkilat.
Buah	bundar seperti bola atau bulat lonjong. Buah berukuran antara 3,5-5 cm dan diameter antara 3,5-5 cm. Buah muda berwarna hijau, sedangkan buah yang sudah masak

berwarna kuning kehijauan dengan permukaan kulit yang bercelah halus.

2.4.1.2 Taksonomi Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.)

Kedudukan tanaman jeruk nipis dalam sistematika tumbuh-tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Rukmana, 2003):

Kerajaan	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Kelas	Dicotyledonae
Bangsa	Rutales
Suku	Rutaceae
Marga	Citrus
Jenis	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle.



Gambar 2.5 Buah Jeruk Nipis(*Citrusaurantifolia* Swingle.)

2.4.1.3 Kandungan Kimia Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.)

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) termasuk satu di antara jenis genus Citrus. Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) termasuk jenis tumbuhan perdu yang banyak memiliki dahan dan ranting. Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) mengandung unsur-unsur senyawa kimia yang bermanfaat, misalnya

limonen, linalin asetat, geranil asetat, felandren dan sitral. Selain itu jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) mengandung asam sitrat (Arisandi dan Yovita, 2008). Hasil penelitian Haq *et al.*, (2010) bahwa buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) mengandung asam sitrat sebanyak 0,25424 g/ml sari buah.

2.4.2 Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

2.4.2.1 Botani Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Menurut Hidayati (2007) botani belimbing wuluh adalah sebagai berikut:

Pohon	memanjang keatas, bisa sampai 10 m.
Batang	kasar berbenjol-benjol, percabangan sedikit dan arahnya condong ke atas. Cabang muda berambut halus seperti beludru dan berwarna coklat muda..
Daun	majemuk menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur sampai jorong, ujung runcing, pangkal membulat, tepi rata dan mempunyai panjang 2-10 cm, lebar 1-3 cm, warnanya hijau, permukaan bawah hijau muda.
Buah	bulat lonjong bersegi, panjang 4 sampai dengan 6,5 cm, warnanya hijau kekuningan, bila masak berair banyak, rasanya asam

2.4.2.2 Taksonomi Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Kedudukan tanaman belimbing wuluh dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Hidayati, 2007):

Kerajaan	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Kelas	Dicotyledonae
Bangsa	Oxalidales
Suku	Oxalidaceae
Marga	<i>Averrhoa</i>
Jenis	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.



Gambar 2.6 Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

2.4.2.3 Kandungan Kimia Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Kandungan zat aktif pada belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) diantaranya saponin, tanin, flavonoid, glukosida, asam formiat, asam sitrat, dan beberapa mineral terutama kalsium dan kalium (Mursito, 2005 *dalam* Yuskha, 2008). Menurut Arisandi dan Yovita (2008), kandungan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terdiri dari kalium sitrat, saponin, tanin dan beberapa kandungan lainnya. Menurut Lathifah (2008) kandungan asam sitrat belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) adalah 92,6-133,8 mEq asam/100 g total padatan.

2.5 Pengikatan Logam oleh Asam Sitrat Larutan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus *Citrus* (jeruk – jerukan). Senyawa ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami, selain digunakan sebagai penambah rasa asam pada makanan dan minuman. Secara biokimia, asam sitrat dikenal sebagai senyawa antara dalam siklus asam sitrat yang penting dalam metabolisme makhluk hidup, sehingga ditemukan pada hampir semua makhluk hidup.

Kecenderungan buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) yang mampu menurunkan kadar logam berat, menjadi bukti bahwa semua ciptaan Allah yang beraneka ragam bermanfaat bagi manusia ataupun makhluk hidup lainnya. Hal ini merupakan rahmat dari Allah yang tak ternilai harganya. Sebagaimana firman Allah dalam QS. Ali-Imran/3:191 sebagai berikut:

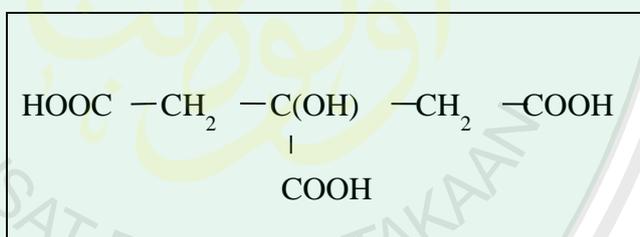
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا
مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “ (Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.” (QS. Ali-Imran / 3:191).

Ayat di atas menunjukkan bahwa ciptaan Allah memiliki beraneka ragam manfaat. Bahkan banyak di antaranya belum diketahui sama sekali oleh manusia, hal ini tercantum dalam kata sia-sia (بَطْلًا). Secara tidak langsung ilmu pengetahuan dan teknologi membuka pintu pemahaman lebih luas akan makna

ayat-ayat Al-Qur'an yang sebelumnya tidak dipahami secara mendalam. Begitu pula mengenai pemanfaatan bahan alam untuk mengurangi dampak kerusakan yang diakibatkan oleh ulah manusia sendiri. Bahan alam yang pada awalnya dianggap hanya memiliki sedikit manfaat ataupun tidak memiliki manfaat sama sekali, ternyata memiliki manfaat besar bagi manusia. Hal ini merupakan satu di antara banyak contoh bahwasanya Allah tidak menciptakan sesuatu dengan sia-sia. Selayaknya manusia sebagai makhluk Tuhan yang dikaruniai akal terus menerus menggali kekuasaan Allah sehingga dapat lebih dekat dan mengetahui kebesaran-Nya.

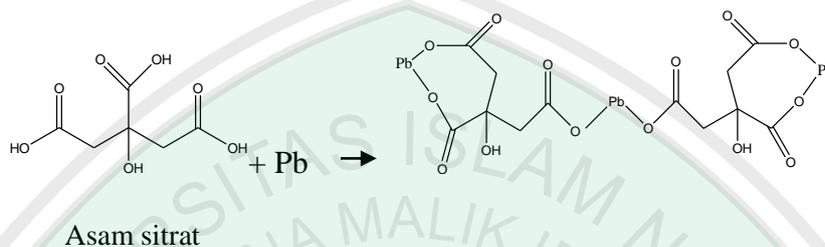
Kandungan bahan alam yang digunakan adalah asam sitrat. Asam sitrat termasuk satu di antara asam organik dengan nama kimia *2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid* memiliki rumus bangun seperti berikut :



Gambar 2.7 Struktur Kimia Asam Sitrat

Sifat toksik logam berat terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidrosil, dan fosfatil dari protein dan purin, menyebabkan toksisitas dan sifat letal logam berat. Logam berat timbal (Pb) pada tubuh biota air dapat dihilangkan dengan penambahan asam sitrat. Hal ini dikarenakan logam berat dapat berikatan dengan atom yang memiliki ion bebas, sedangkan asam sitrat memiliki empat elektron bebas pada gugus karboksilat sehingga terbentuk ikatan kompleks (pengikat logam). Terjadinya

reaksi antara zat pengikat logam dengan ion logam melalui ikatan koordinat menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Setiawan *et al.*, 2012). Berikut ini adalah struktur kimia ikatan antara asam sitrat dengan logam berat timbal (Pb):



Gambar 2.8 Struktur Kimia Ikatan Asam Sitrat-Pb

2.6 Penggunaan Bahan Alam untuk Menurunkan Kadar Logam Berat

Hasil penelitian Hudaya (2010) menunjukkan bahwa kerang hijau (*Perna viridis*) yang berasal dari perairan Belawan telah tercemar oleh logam berat kadmium (Cd). Rata-rata kadar kadmium (Cd) pada kerang hijau (*Perna viridis*) sebesar 0,247 ppm, kerang darah (*Anadara granosa*) sebesar 0,249 ppm dan kerang bulu (*Anadara antiquata*) sebesar 0,380 ppm. Hasil Analisis Ragam menunjukkan bahwa pemberian larutan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang paling berpengaruh untuk menurunkan kadar logam berat kadmium (Cd) pada kerang hijau (*Perna viridis*) yaitu konsentrasi 15% selama 60 menit dengan penurunan sebesar 94,73%, kerang darah (*Anadara granosa*) pada konsentrasi 5% selama 60 menit dengan penurunan sebesar 88,76% dan kerang bulu (*Anadara antiquata*) pada konsentrasi 15% selama 60 menit dengan penurunan sebesar 71,58%.

Hasil penelitian Prabowo (2010) menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata perlakuan perendaman dengan larutan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan perebusan terhadap penurunan kadar logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada sampel paha ayam broiler. Debora (2010) melakukan penelitian terhadap cumi-cumi yang ditangkap dari perairan Belawan dan hasil penelitian menunjukkan bahwa cumi-cumi yang ditangkap dari perairan Belawan mengandung logam berat timbal (Pb). Setelah dilakukan perendaman dengan menggunakan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) selama 30 menit dan 60 menit, kadar logam timbal (Pb) mengalami penurunan masing-masing sebesar 72,06% dan 70,61% untuk metode destruksi basah dan 74,47% dan 74,04% untuk metode destruksi kering, dengan asam cuka selama 30 menit dan 60 menit mengalami penurunan masing-masing sebesar 75,00% dan 75,06% untuk metode destruksi basah dan 76,99% dan 77,31% untuk metode destruksi kering, dan dengan asam jawa selama 30 menit dan 60 menit mengalami penurunan masing-masing sebesar 71,92 % dan 72,47 % untuk metode destruksi basah dan 74,71 % dan 74,47 % untuk metode destruksi kering. Sedangkan hasil penelitian Setiawan *et al.*, (2012) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan larutan jenis jeruk (nipis dan lemon), konsentrasi perasan jenis jeruk (50% dan 100%), dan interaksi antara jenis jeruk (jeruk nipis dan jeruk lemon) dengan konsentrasi (50% dan 100%) terhadap penurunan kadar logam berat pada tubuh udang putih (*Panaeus marginatus*).

Asam asetat dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat timbal (Pb). Hal ini berdasarkan hasil penelitian Nuraini dan Lilis (2006) yang

menunjukkan bahwa kupang awung (*Mytilus viridis*) mengalami penurunan kadar logam berat timbal (Pb) setelah direndam dalam asam asetat 25% selama 1 jam sebesar 0,00675 mg/kg (18,49%), 0,01275 mg/kg (34,93%) setelah perendaman 2 jam dan 0,0170 mg/kg (46,57%) setelah perendaman 3 jam. Adanya variasi waktu perendaman memberikan pengaruh pada penurunan kadar logam timbal (Pb) pada kupang awung (*Mytilus viridis*). Hal ini ditunjukkan dengan semakin lama waktu perendaman, penurunan kadar logam berat timbal (Pb) semakin besar. Berdasarkan ketiga perlakuan waktu tersebut yang paling efektif menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) adalah perendaman dalam waktu 3 jam. Penggunaan media perendaman asam asetat 25% efektif dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada kupang awung (*Mytilus viridis*).

Hasil penelitian Septi (2011) menunjukkan pengaruh lama waktu perendaman dengan larutan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) dalam menurunkan kadar logam berat tembaga (Cu) pada kerang hijau (*Perna viridis*) dengan berbagai variasi waktu perendaman. Lama waktu perendaman yang paling efektif dalam menurunkan kadar logam berat tembaga (Cu) adalah perendaman 30 menit. Sedangkan hasil penelitian Haryani (2011) menunjukkan waktu perendaman yang paling efektif dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada daging kerang hijau (*Perna viridis*) adalah perendaman selama 75 menit yang mampu menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) sebesar 98,26%.

2.7 Penilaian Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan dapat juga berarti reaksi mental (*sensation*) jika alat indra mendapat rangsangan (*stimulus*). Reaksi atau kesan yang ditimbulkan karena adanya rangsangan dapat berupa sikap untuk mendekati atau menjauhi, menyukai atau tidak menyukai akan benda penyebab rangsangan. Menurut Soekarto (1985), pengujian organoleptik mempunyai macam-macam cara. Cara-cara pengujian ini dapat digolongkan dalam beberapa kelompok. Cara pengujian yang paling populer adalah kelompok pengujian perbedaan (*difference tests*) dan kelompok pengujian pemilihan (*preference tests*).

Satu di antara contoh pengujian organoleptik adalah melalui uji kesukaan. Uji kesukaan juga disebut uji hedonik dengan panelis diminta tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya ketidaksukaan. Tingkat-tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik. Skala hedonik dapat direntangkan atau dicituk menurut rentangan skala yang dikehendakinya (Soekarto, 1985).

Menurut Soekarto (1985), contoh skala hedonik dari uji kesukaan adalah sebagai berikut:

Skala Hedonik

Amat sangat senang
Sangat senang
Senang
Agak senang
Netral
Agak tidak senang
Tidak senang
Sangat tidak senang
Amat sangat tidak senang

Selain itu, penilaian organoleptik memerlukan panel yang dikenal dengan beberapa macam panel. Penggunaan panel-panel ini dapat berbeda tergantung dari tujuan. Ada 6 macam panel yang biasa digunakan dalam penilaian organoleptik yaitu: (1) panel pencicip perorangan (*individual expert*); (2) panel pencicip terbatas (*small expert panel*); (3) panel terlatih (*trained panel*); (4) panel tak terlatih (*untrained panel*); (5) panel agak terlatih (*semi-trained panel*); dan (6) panel konsumen (*consumer panel*) (Soekarto, 1985).

Antara panel terlatih dan panel tidak terlatih terdapat suatu panel yang disebut panel agak terlatih. Panel ini tidak dipilih menurut prosedur pemilihan panel terlatih, tetapi juga tidak diambil dari orang-orang awam yang

tidak mengenal sifat-sifat sensorik dan penilaian organoleptik. Panelis dalam kategori ini mengetahui sifat-sifat sensorik dari contoh yang dinilai karena mendapat penjelasan atau sekedar latihan. Tetapi latihan-latihan yang diterima tidak cukup intensif dan tidak teratur, karena itu belum mencapai tingkat sebagai panel terlatih. Panelis untuk panel agak terlatih jumlahnya terletak di antara panelis terlatih dan panelis tidak terlatih. Jumlah itu berkisar antara 15-25 orang (Soekarto, 1985). Syarat utama orang yang dapat dijadikan panelis pada uji organoleptik adalah orang yang menyukai kerang pada umumnya.

Sampel yang dijadikan pengujian organoleptik harus tetap dapat mempertahankan bentuk aslinya, sehingga sangat penting diperhatikan proses pengolahannya. Kumalaningsih (1996) dalam Amertaningtyas *et al.*, (2010) menyatakan bahwa bentuk rasa suatu bahan pangan dapat berasal dari bahan pangan itu sendiri dan apabila telah mendapat perlakuan atau pengolahan, maka rasanya dapat dipengaruhi bahan-bahan yang ditambahkan selama proses pengolahan.