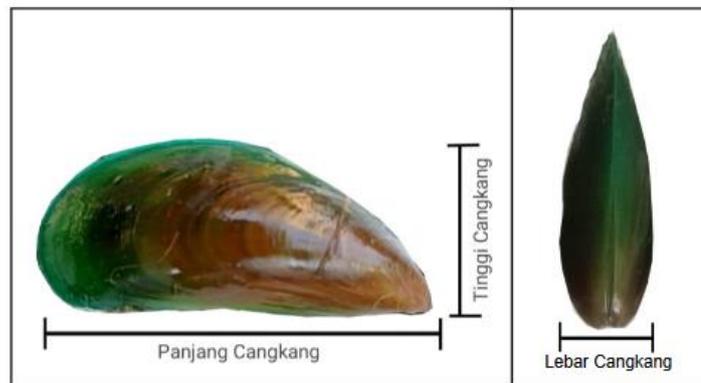


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah salah satu biota laut yang bernilai ekonomis dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena nutrisinya yang kaya, daging kerang hijau kaya akan protein dengan kadar yaitu sebesar 11,84%, kadar air 78,86%, abu 3,60%, kadar lemak yang rendah yaitu 0,70% dan juga karbohidrat 4,70% (Firdaus et al., 2023).



Gambar 2. 1 Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Sumber: (Fauzi & Safitri, 2021)

Kerang hijau atau dapat dikenal dengan sebutan *green mussel* merupakan *mollusca* (binatang lunak) yang termasuk dalam kelas *bivalvia* (binatang bercangkang dua) dan keluarga *Mytilidae* yang hidup di laut (Fauzi & Safitri, 2021). Kerang ini memiliki struktur tubuh yang panjangnya 6,5-8,5 cm dan diameternya 1,5 cm (Fitriah et al., 2018). Organ dalam tubuh kerang hijau antara lain insang yang berfungsi sebagai alat pernapasan dan menyaring makanan yang berada di perairan, hati sebagai alat pencernaan yang berfungsi detoksitas, serta ginjal yang berfungsi untuk ekskresi. Menurut Eshmat et al., (2014) logam berat yang ada pada tubuh kerang hijau akan tertimbun dalam jaringanya terutama hati dan ginjal. Kerang ini termasuk dalam kelas *pelecypoda* yang memiliki arti “kaki berbentuk kapak”, bila kerang akan bergerak kaki ini akan dijulurkan ke otot anterior (Sri & Nurhidayah, 2020). Kerang hijau hidup secara bergerombol pada substrat keras seperti bebatuan, kayu, dan substrat lainnya dengan menggunakan benang *byssus*

yang dapat membantu kerang untuk melekat kuat pada substrat tersebut (Rudy et al., 2023).

2.1.1 Habitat

Kerang hijau hidup pada perairan teluk, estuaria, perairan sekitar area mangrove, dan muara sungai yang memiliki kondisi lingkungan dengan dasar perairannya berlumpur campur pasir, dengan cahaya dan pergerakan air yang cukup, serta kadar garam yang tidak terlalu tinggi (Astuti et al., 2023). Menurut (Puryono et al., 2019) kerang juga menyukai lingkungan pantai berpasir dan berbatu karena memiliki substrat yang keras untuk penempelan. (Astuti et al., 2023) menjelaskan bahwa adanya pengaruh gerakan air, masukan bahan organik dan bahan kimia pada habitat yang disukai kerang hijau menyebabkan tingkat kesuksesan hidup kerang ini dapat menurun. Maka saat ini kerang hijau lebih banyak dibudidayakan menggunakan media bagan tancap yang merupakan rangkaian bambu di perairan sebagai media menempelnya kerang hijau. Pemasangan bagan tancap ini memperhatikan kualitas air yang sesuai dengan pertumbuhan kerang hijau seperti kedalaman, kecepatan arus, kandungan oksigen (DO), salinitas, pH, temperatur dan kekeruhan (Mahmudah, 2014).

2.1.2 Cara Makan

Kerang hijau merupakan biota laut memiliki sifat *filter feeder*, untuk mendapatkan makanan mereka menyaring air, partikel organik, plankton nabati dan jasad renik yang ada di dalam air (Yaqin, 2018). Dengan bantuan silia di insang, makanan tersebut akan masuk ke rongga mantel melalui sifon inhalan. Insang dari kerang akan mengekskresikan mukosa oral yang akan membantu proses pencernaan. Transportasi makanan yang terjadi pada kerang hijau, menggunakan silia khusus yang terdapat di antara filamen insang dan langit-langit rongga mulut. Silia juga membantu mengeluarkan partikel yang tidak diperlukan dari rongga mantel melalui saluran *sifon ekshalan* (Muhammad Rizki et al., 2023). Berdasarkan kebiasaan makannya yang bersifat *filter feeder*, maka kerang hijau memiliki potensi yang besar untuk dapat terkontaminasi cemaran seperti logam berat apabila zat makanan sudah terakumulasi logam berat sebelumnya.

2.2 Logam Berat Kadmium (Cd)

2.2.1 Definisi Logam Berat

Logam berat didefinisikan sebagai logam dengan kepadatan, berat molekul, atau nomor atom yang relatif tinggi (Das & Poater, 2021). Kepadatan yang dimiliki oleh logam berat lebih dari $4,5 \text{ g/cm}^3$ (Chen et al., 2022). Logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup melalui makanan, air minum, dan udara, apabila logam berat sudah terakumulasi dalam tubuh tidak dapat didegradasi (*Non-degradable*) ataupun dihancurkan (Irianti & Dkk, 2017). Logam berat dibutuhkan oleh makhluk hidup pada kadar rendah untuk mengatur fungsi kimia dan fisiologi tubuh. Elemen kimia yang sangat kecil (kurang dari 0,1% dari volume) yang dibutuhkan oleh setiap tubuh makhluk hidup disebut *trace element*. Logam berat esensial yang termasuk dalam *trace element* seperti selenium (Se), tembaga (Cu), besi (Fe) dan zink (Zn) diperlukan untuk metabolisme tubuh manusia, tetapi jika dalam kadar yang berlebihan akan membahayakan dan beracun bagi tubuh. Sebaliknya logam berat yang non-esensial (elemen mikro) seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan kadmium (Cd) tidak memiliki fungsi bagi tubuh makhluk hidup dan bahkan sangat berbahaya hingga menyebabkan keracunan (toksik) (Irianti & Dkk, 2017).

2.2.2 Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan bahan alami di dalam kerak bumi yang berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, dan mudah bereaksi, serta ketika dipanaskan akan menghasilkan Kadmium Oksida. Kadmium umumnya ditemukan sebagai mineral yang terikat dengan unsur lain seperti Oksigen (*Cadmium Oxide*), klorin (*Cadmium Chloride*) atau belerang (*Cadmium Sulfide*). Kadmium biasanya merupakan hasil sampingan dari pengecoran seng, timah atau tembaga kadmium yang banyak digunakan dalam berbagai industri (Patang, 2018). Logam kadmium (Cd) pertama kali digunakan pada perang dunia ke-1 sebagai pengganti timah dan sebagai pigmen di industri zat warna. Saat ini logam kadmium (Cd) banyak digunakan dalam aplikasi sepuhan listrik (*electroplating*) di industri elektroplating, kadmium (Cd) juga digunakan sebagai komponen elektroda di baterai alkalin, serta digunakan pada penyalutan, pigmen, pelapisan dan sebagai penstabil plastik (Jaishankar et al., 2014).

2.2.3 Mekanisme Pencemaran Kadmium (Cd) pada Biota Laut

Aktivitas dari berbagai industri yang menggunakan bahan kadmium (Cd) untuk kebutuhan produksinya akan menghasilkan limbah yang mengandung logam kadmium (Cd), dan biasanya limbah industri tersebut akan dibuang ke laut, maka tidak menutup kemungkinan logam berat kadmium (Cd) dapat masuk ke perairan dan mencemari organisme di dalamnya. Kadmium (Cd) mempunyai sifat bioakumulatif dan biomagnifikasi yang memungkinkan logam berat ini dapat terakumulasi pada jaringan tubuh makhluk hidup yang berada di lingkungan tersebut seperti hewan, tumbuhan, maupun manusia (Sasongko et al., 2017). Logam berat kadmium (Cd) yang masuk ke dalam perairan, nantinya akan turun dan mengendap didasar perairan lalu membentuk sedimentasi. Biota laut yang mencari makanan di dasar perairan (udang, kerang, kepiting) memiliki kemungkinan besar terkontaminasi logam berat tersebut (Setiawan, 2014).

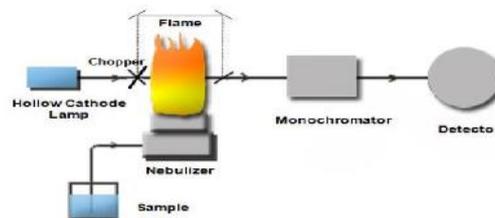
2.2.4 Toksisitas Kadmium

Tubuh manusia pada dasarnya tidak membutuhkan kadmium, karena kadmium dalam jumlah sekecil apapun dapat berbahaya bagi kesehatan (Legiarsi et al., 2022). Tubuh manusia tidak memiliki mekanisme pada tubuhnya untuk mencegah proses penyerapan kadmium, sehingga saat manusia terpapar, kadmium akan dengan mudah diadsorpsi oleh tubuh (Adhani & Husaini, 2017). Kadmium yang masuk ke dalam tubuh manusia akan terikat pada sel darah, *metallothionein* dan *albumin* di jaringan hati dan ginjal. Jika kadmium masuk melalui oral, maka dapat menyebabkan luka pada tubulus proksimal ginjal. Gejala keracunan akut kadmium adalah muntah dan diare. Sedangkan gejala keracunan kronis adalah nefrotoksisitas (Sudir et al., 2017).

2.3 SSA (Spektrofotometri Serapan Atom)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada bagaimana atom-atom menyerap radiasi saat berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Atom-atom menyerap radiasi tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Proses penyerapan radiasi oleh atom akan mengeksitasi elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi (Nasir, 2020).

Jenis SSA yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spektrofotometri serapan atom dengan nyala atau biasa dikenal dengan nama *Flame Atomic Absorption Spectrophotometry* (FAAS). Sumber nyala pada FAAS umumnya menggunakan udara/asetilen. Sistem kerja pada FAAS yaitu, pelarut akan diuapkan dan setelah itu sampel dipecahkan oleh *chopper* menjadi kabut yang berbentuk butiran, kemudian butiran kabut tersebut berubah menjadi aerosol. Setelah itu, campuran gas masuk ke burner (nyala) untuk proses pengatoman. Pada saat cahaya dari lampu katoda berongga melewati awan atom, atom akan menyerap sinar lampu, kemudian diukur dengan detektor yang setara kadar zat. Gambar berikut ini menunjukkan ilustrasi teknik AAS nyala:



Gambar 2. 2 Ilustrasi Teknik SSA Nyala

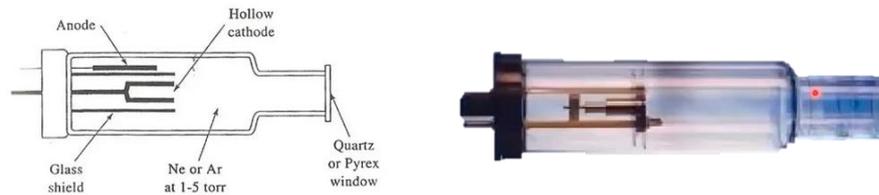
Sumber: (Isnaeni, 2020)

Menurut (Nasir, 2020) instrumentasi pada Spektrofotometer Serapan Atom terdiri dari:

1. Sumber Cahaya

SSA menggunakan lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*) sebagai sumber cahaya. Lampu ini terdiri dari katoda dan anoda yang ada di dalam suatu silinder gelas berongga yang terbuat dari kuarsa. Katoda dilapisi oleh logam yang akan dianalisis, tabung lampu dan jendela (*window*) terbuat dari silika atau kuarsa yang berisi gas pengisi yang dapat menyebabkan proses ionisasi. Gas pengisi biasanya berupa Ne, Ar, atau He. Apabila katoda dan anoda diberi tegangan, lampu akan memancarkan radiasi. Arus listrik yang ada akan menyebabkan gas-gas pengisi mengalami proses ionisasi, kemudian ion-ion gas pengisi tertarik ke katoda (yang bermuatan negatif) dan akan menembaki atom-atom yang terdapat pada katoda sehingga atom-atom tersebut mengalami eksitasi. Atom-atom yang mengalami eksitasi tidak bersifat stabil, jadi atom-atom tersebut akan kembali ke tingkat dasar dengan menghasilkan energi eksitasinya dalam bentuk radiasi, proses

ini dikenal sebagai emisi. Radiasi yang dihasilkan akan melewati atom yang berada dalam nyala.



Gambar 2. 3 Lampu Katoda

Sumber: (Bululenty, 2015), (Sentra Kalibrasi Industri, 2022)

2. Tabung Gas

Tabung gas pada SSA yang digunakan untuk menampung gas pembakar, gas pembakar yang digunakan biasanya bercampur dalam suatu gas pengoksidasi berupa udara atau nitrogen oksida (N_2O). Proses pembakaran dari berbagai campuran gas pembakar dan gas pengoksidasi yang ada di dalam tabung gas menghasilkan suhu maksimum, pada gas pembakar asetilen memiliki suhu maksimum sekitar $\pm 20000K$ dan pada gas pembakar N_2O memiliki suhu maksimum sekitar $\pm 30000K$. Penggunaan gas pengoksidasi yang berbeda akan menghasilkan pembakaran yang berbeda dan jumlah atom yang dihasilkan dari sampel yang sama akan berbeda. Akibatnya, dapat mempengaruhi jumlah serapan sinar yang dipancarkan *hollow cathode lamp* (HCL) (Asminar, Deni Mustika, 2017).

3. Atomizer

Atomizer terdiri dari beberapa bagian, antara lain *nebulizer* (sistem pengabut), *spray chamber*, dan *burner* (sistem pembakar). *Nebulizer* berfungsi untuk mengubah larutan menjadi aerosol (butiran kabut yang memiliki ukuran partikel $15 - 20 \mu m$), sistem kerjanya yaitu larutan akan ditarik melalui kapiler (akibat efek dari aliran udara) dengan penghisapan gas pembakar dan gas pengoksidasi, kemudian akan disemprotkan ke ruang pengabut. Setelah itu aliran gas pembakar membawa partikel-partikel kabut yang halus ke dalam nyala, sedangkan titik kabut yang berukuran besar dialirkan melalui saluran pembuangan. Sebelum memasuki *burner* partikel-partikel kabut akan melewati *spray chamber* yang berfungsi untuk menggabungkan gas oksidan, bahan bakar, dan aerosol menjadi

campuran yang homogen, dan campuran ini mengandung sampel. Pada *burner* akan terjadi atomisasi yaitu kabut/uap unsur yang akan dianalisis diubah menjadi atom-atom normal di dalam nyala. Kemudian, ketika radiasi dipancarkan dari lampu katoda berongga terdapat *Chopper* yang berfungsi untuk membedakan radiasi yang terbentuk dari sumber radiasi dan radiasi yang terbentuk dari nyala api.

4. Monokromator

Lampu katoda berongga akan memancarkan radiasi resonansi, dan radiasi tersebut akan melewati atom-atom di dalam nyala. Sebagian radiasi yang dipancarkan akan diserap oleh atom-atom dan sebagian lagi diteruskan. Setelah itu, monokromator akan memisahkan fraksi radiasi yang diteruskan dengan radiasi lainnya.

5. Detektor

Detektor dapat mengukur radiasi yang ditransmisikan oleh sampel dan intensitas radiasi tersebut dalam bentuk energi. Biasanya detektor yang digunakan yaitu berupa tabung pengganda foton (*photomultiplier tube*).

2.4 Penelitian Lain Tentang Analisis Kadmium (Cd) Menggunakan SSA

Menurut (Asra et al., 2019) spektrofotometer serapan atom tepat untuk digunakan analisis kandungan logam berat yang terkandung dalam kerang hijau yang cenderung sedikit, karena metode ini memiliki kepekaan yang tinggi yaitu kurang dari 1 ppm. Metode ini dapat menganalisis unsur-unsur logam yang jumlah kadarnya sedikit (*trace*) dan sangat sedikit (*ultratrace*) serta dapat memberikan jumlah kadar total dari unsur logam yang dianalisis dalam suatu sampel.

Sebelum menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom, hal yang harus dilakukan yaitu optimasi alat dengan mencari kondisi optimum dari alat, supaya menghasilkan respon yang paling baik. Optimasi alat dilakukan dengan cara mengukur serapan maksimum dari unsur logam yang dianalisis pada setiap perubahan parameter panjang gelombang, lebar celah, laju alir, dan tinggi burner. Adapun tujuan dari optimasi laju alir gas pembakar dan gas pengoksidasi yaitu untuk memperoleh suhu pengatoman yang tepat, karena apabila gas pembakar untuk energi pengatoman kurang maka pengatoman kurang sempurna. Sedangkan

optimasi tinggi burner bertujuan untuk memperoleh populasi atom yang terbanyak, sehingga *burner* berada tepat di lintasan energinya (Ramdanawati et al., 2017).

Penentuan kondisi optimum alat yang dilakukan (Ramdanawati et al., 2017) pada penelitiannya tentang analisis kandungan cemaran logam kadmium (Cd) pada sampel ikan air tawar dengan metode SSA yaitu diatur pada panjang gelombang 228,8 nm, gas pembakar yaitu asetilen dengan laju alir 2,5 L/menit, gas pengoksida yaitu udara dengan laju alir 10 L/menit, tinggi *burner* 2,7 mm, dan lampu yang digunakan yaitu EDL. Penentuan kondisi optimum alat juga dilakukan oleh (Sari et al., 2017) pada penelitiannya tentang kajian kandungan logam berat kadmium (Cd) pada rumput laut (*Sargassum sp.*) di pesisir Teluk Lampung dengan metode SSA, kondisi optimum alat diatur pada panjang gelombang 228,8 nm, gas pembakar yaitu asetilen, kecepatan alir 1,8 L/menit, gas pengoksida yaitu udara, tinggi *burner* 7,0 mm, dan lebar celah 0,7 mm, dan arus lampu 8 mA. Penentuan kondisi optimum alat juga dilakukan (Sasongko et al., 2017) pada penelitiannya tentang verifikasi metode penentuan logam kadmium (Cd) dalam air limbah domestik dengan metode SSA yaitu diatur pada panjang gelombang 228,8 nm, gas pembakar yaitu asetilen dengan laju alir 1,8 L/menit, gas pengoksida yaitu udara dengan laju alir 15,0 L/menit, tinggi *burner* 5,0 mm.

Pada penelitian (Mayholida et al., 2020) dalam analisis logam kadmium (Cd) pada sampel kerang hijau di perairan Tambak Lorok dan Morosari dengan menggunakan SSA panjang gelombang yang dipakai adalah 228,8 nm. Panjang gelombang tersebut merupakan panjang gelombang optimum untuk logam kadmium, kadmium akan mengabsorpsi pada panjang gelombang 228,8 nm, karena panjang gelombang ini paling kuat dalam mengabsorpsi garis resonansi untuk eksitasi elektron. Radiasi dari panjang gelombang ini mempunyai energi yang cukup untuk mengubah tingkat elektronik atom kadmium (Cd), sehingga bisa menghasilkan garis spektrum yang tajam dengan intensitas maksimum (Djunaidi, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh (Ersan Noviansyah et al., 2021) tentang analisis kandungan logam kadmium (Cd) pada kerang hijau di perairan Tambak Lorok dan Morosari menggunakan panjang gelombang 228,72 nm untuk mendeteksi logam kadmium (Cd). Penggunaan panjang gelombang 228,72 nm untuk mendeteksi logam kadmium (Cd) juga dilakukan oleh (Sanjayasari et al., 2023)

dalam penelitiannya tentang analisis kandungan logam kadmium pada kerang hijau di perairan Sawojajar, Brebes.

Dalam penggunaan SSA, sampel yang akan dianalisis kandungannya harus berbentuk larutan, maka sebelum dianalisis menggunakan SSA sampel terlebih dahulu melalui proses destruksi. Destruksi ini bertujuan untuk memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis (Hidayati et al., 2014). Larutan sampel yang diperoleh dari hasil destruksi juga harus berupa larutan jernih, karena larutan jernih menunjukkan bahwa semua zat yang ada telah terlarut sempurna atau proses perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik (Faisa et al., 2021).