

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Senyawa logam berat merupakan salah satu senyawa kontaminan pada makanan. Sumber kontaminasi logam antara lain limbah industri, limbah rumah tangga serta kegiatan pertanian. Kandungan logam baik yang terdapat di tanah maupun di air akan bermuara dan terakumulasi ke laut. Pencemaran air laut oleh logam berat akan menyebabkan terjadinya kontaminasi logam pada biota laut. Salah satu senyawa logam berat yang menjadi kontaminan pada biota laut adalah kadmium (Cd).

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah biota laut yang rentan tercemar oleh logam. Hal ini disebabkan karena kerang merupakan *filter feeder*. *Filter feeder* atau hewan penyaring merupakan hewan yang mengkonsumsi partikel organik atau makhluk hidup yang tersuspensi di dalam air dengan cara melewatkan air ke struktur penyaring dalam tubuh hewan tersebut (Suprapti *et al.*, 2016) sehingga memudahkan masuknya senyawa logam ke dalam tubuh kerang hijau. Selain itu, sifat kerang hijau yang hidupnya menetap meningkatkan akumulasi logam pada jaringan tubuh kerang. Tingkat pencemaran yang tinggi pada perairan menyebabkan kandungan logam pada kerang hijau akan meningkat.

Di Indonesia terdapat beberapa penelitian tentang pencemaran logam berat pada kerang hijau. Dikutip dari [Megapolitan.Kompas.com](http://Megapolitan.Kompas.com) (26 Februari 2019) kerang hijau yang berasal dari Teluk Jakarta sudah tidak layak dikonsumsi karena mengandung cemaran logam yang tinggi. Batasan konsumsi kerang hijau yang berasal dari perairan Teluk Jakarta berdasarkan kandungan kadmium adalah 0,024 kilogram/minggu. Konsumsi kerang dalam jumlah banyak dan pada jangka waktu yang lama akan menyebabkan akumulasi logam pada tubuh manusia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Gangguan kesehatan yang dapat terjadi akibat akumulasi logam berat di dalam tubuh seperti gagal ginjal, kanker, serta kerusakan sistem metabolisme (Moffat & Whittle, 1999).

Konsumsi kerang hijau di Indonesia terbilang cukup tinggi, karena harga kerang hijau yang terjangkau dan ketersediaan yang melimpah. Pada umumnya masyarakat mengkonsumsi kerang hijau dengan cara pengolahan digoreng dan direbus. Proses pengolahan kerang dapat mempengaruhi kandungan logam. Menurut Oke *et al.*, (2017) penggorengan merupakan proses pengolahan yang dapat menaikkan kadar mineral termasuk kandungan logam berat.

Untuk mengurangi risiko gangguan kesehatan akibat akumulasi logam berat dalam tubuh dibutuhkan senyawa yang mampu mengikat logam. Pektin adalah salah satu senyawa yang diketahui memiliki kemampuan dalam penyerapan logam berat. Penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu oleh Setiawan, (2015) menyebutkan senyawa pektin dapat digunakan sebagai pengikat logam jenis kadmium (Cd) dan tembaga (Pb). Pektin merupakan senyawa yang terdapat di dinding sel tumbuhan. Pektin banyak terdapat pada bahan-bahan alami seperti buah jeruk, apel, wortel dan pisang (Perina *et al.*, 2007).

Dalam penelitian ini digunakan ampas jeruk keprok yang akan diekstrak menjadi pektin. Menurut penelitian yang telah dilakukan pektin dari ampas jeruk keprok memiliki efektifitas yang baik sebagai pengikat logam. Selain itu, penggunaan ampas jeruk keprok dapat menjadi salah satu cara untuk pemanfaatan limbah industri. Pada penelitian ini akan dilakukan aplikasi pemanfaatan pektin dari ampas jeruk keprok sebagai senyawa yang efektif dalam pengikatan logam kadmium (Cd) pada kerang hijau sehingga dapat mengurangi risiko gangguan kesehatan pada konsumen kerang hijau akibat akumulasi logam berat pada tubuh.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1. Logam pada kerang hijau (*Perna viridis*)**

Logam merupakan salah satu senyawa kontaminan yang sering ditemui di bahan pangan. Logam tersebut dapat terdistribusi di alam baik dalam tanah, udara, maupun dalam air. Keberadaan logam di alam dapat terjadi secara alami contohnya yaitu logam arsen. Kadar logam di alam juga dapat bertambah karena adanya polusi yang disebabkan kegiatan industri dan aktivitas manusia seperti logam timbal (Pb),

serta hasil dari kegiatan pertanian seperti logam kadmium (Cd) yang berasal dari pupuk (Watson, 2001).

Logam kadmium (Cd) adalah salah satu senyawa logam berat yang menjadi kontaminan dalam bahan makanan. Logam Cd dapat dihasilkan dari pertambangan zink dan timbal serta pembakaran pada mesin kendaraan. Kadmium juga terkandung di dalam tanah karena pemakaian pupuk yang mengandung logam kadmium. Hal tersebut menjadikan kadmium terdapat di semua bahan makanan baik nabati maupun hewani, sehingga makanan merupakan sumber utama paparan kadmium pada manusia (Moffat & Whittle, 1999).

Nilai PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) dari logam kadmium (Cd) yaitu sebesar 7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  berat badan/minggu (SNI, 2009). Konsentrasi kadmium yang cukup tinggi ditemukan pada moluska, crustasea, serta ginjal dari hewan. Batas residu maksimal untuk logam kadmium pada kelompok bivalvia dan moluska adalah sebesar 2 mg/kg (FAO, 1995). Menurut SNI (2009) batas maksimum cemaran logam berat kadmium pada bivalvia dalam pangan adalah 1,0 mg/kg. Konsumsi kadmium dalam jangka panjang dapat menyebabkan beberapa penyakit pada manusia diantaranya *chronic obstructive pulmonary disease*, *emphysema*, serta *chronic renal tubular disease* (Moffat & Whittle, 1999). Akumulasi kadmium dapat terjadi di ginjal yang dapat menyebabkan proteinuria. Penyakit kardiovaskular dan kerusakan tulang juga merupakan efek dari akumulasi logam Cd dalam tubuh (Schrenk, 2012).

Kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan salah satu biota laut yang rentan terhadap kontaminasi termasuk kontaminasi logam berat. Habitat dari kerang hijau adalah di perairan estuari, teluk, dan daerah bakau (mangrove) dengan substrat pasir lumpuran dan memiliki salinitas yang tidak terlalu tinggi. Kerang hijau umumnya hidup menempel dan bergerombol pada substrat yang keras seperti batu karang, kayu, bambu, atau lumpur keras di kedalaman 2,45 – 3,96 meter (Cappenberg, 2008). Klasifikasi dari kerang hijau menurut Cappenberg, (2008) adalah sebagai berikut :

Kerajaan (Kingdom)	: Animalia
Filum (Phylum)	: Moluska
Kelas (Class)	: Bivalvia
Sub klas (Sub Class)	: Lamellibranchiata
Bangsa (Ordo)	: Anisomyria
Induk suku(Superfamily)	: Mytilacea
Suku (Family)	: Mytilidae
Anak suku (Sub family)	: Mytilinae
Marga (Genus)	: <i>Perna</i>
Jenis (species)	: <i>Perna viridis</i>

Kerang hijau merupakan anggota dari kelas *bivalvia*. Hewan yang termasuk dalam kelas *bivalvia* merupakan *filter feeder* yaitu hewan yang mengkonsumsi zooplankton, pitoplankton, dan materi organik lainnya dengan cara menyerap dan menyaring air laut (Suprapti *et al.*, 2016). Menurut Putri *et al* (2012) hewan *filter feeder* dapat mengakumulasi senyawa logam dalam jaringan tubuh dengan kadar yang tinggi. Peningkatan kadar logam berat di air laut akan menyebabkan peningkatan kadar logam pada kerang hijau. Sifat tersebut menyebabkan kerang hijau sering dijadikan sebagai biomonitor kadar logam di perairan habitat kerang hijau (Putri *et al.*, 2012).

Kerang hijau terdiri dari dua bagian besar yaitu daging dan cangkang. Daging kerang hijau memiliki berat yaitu sekitar 30% dari berat keseluruhan kerang (daging dan cangkang). Kandungan gizi dari daging kerang hijau antara lain kadar protein 11,84 % , kadar lemak 0,70 % , kadar air 78,86 % , abu 3,60 % , serta karbohidrat 4,70 % (Feri, 2010 dalam Suryani & Hikmawati, 2016). Senyawa logam dapat masuk ke dalam sel organisme disebabkan logam berat terikat oleh metalotionein (MTN) yang menghasilkan ikatan protein dan logam berat dalam bentuk Cu-MTN, Cd-MTN, dan Hg-MTN (Amiard *et al*, 2006 dalam Ahyar, 2017).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa kadar logam pada kerang hijau mengalami peningkatan karena polusi pada air laut akibat kegiatan industri dan pertanian. Peningkatan kadar logam ini dapat berdampak pada kesehatan manusia sebagai konsumen dari kerang. Logam yang terkandung di dalam kerang hijau dalam jumlah yang tinggi antara lain timbal (Pb) dan kadmium (Cd) (Putri *et al.*, 2012). Kadar logam Cd pada kerang hijau berbeda-beda, tergantung tingkat polusi yang terjadi pada perairan asal kerang hijau. Kadar Cd pada kerang hijau yang berasal dari perairan Cilincing, DKI Jakarta berkisar antara 0,03 mg/kg – 0,53 mg/kg (Simbolon, 2018). Sedangkan logam Cd pada kerang hijau yang berasal dari perairan Tanjung Mas, Semarang Utara adalah <0,01 mg/kg (Purba *et al.*, 2014).

Selain dipengaruhi oleh tingkat polusi pada perairan, kandungan logam pada kerang juga dipengaruhi oleh cara pengolahan. Cara pengolahan yang sering digunakan oleh konsumen sebelum mengonsumsi kerang hijau adalah dengan digoreng dan direbus. Dari penelitian yang dilakukan oleh Devesa *et al.*, (2001) menyatakan bahwa proses pengolahan pada *seafood* dapat meningkatkan ataupun menurunkan kandungan logam arsen. Peningkatan konsentrasi disebabkan karena hilangnya kadar air selama proses pengolahan. Sedangkan penurunan konsentrasi dapat disebabkan karena adanya peristiwa volatilisasi dan solubilisasi (Devesa *et al.*, 2001). Menurut Oke *et al.*, (2017) proses penggorengan dapat meningkatkan kandungan makroelemen dan mikroelemen termasuk kandungan logam berat (Na, Mg, Ca, Cu, Fe, Zn, Pb, Cd, dan Hg) dalam kerang dan udang.

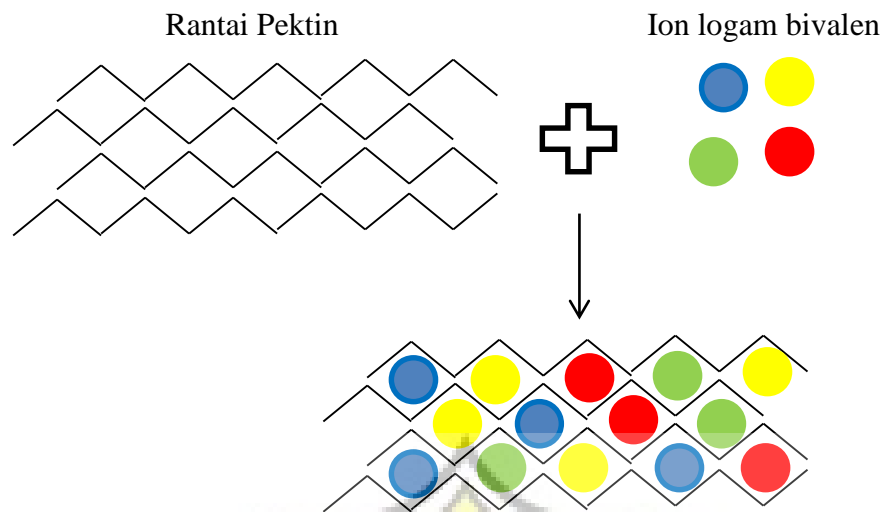
### **1.2.2. Pektin sebagai senyawa pengkelat logam**

Pektin merupakan salah satu jenis polisakarida yang terdapat dalam sel tumbuhan, baik tumbuhan monokotil maupun tumbuhan dikotil yang berperan membentuk struktur dari jaringan tumbuhan (Walter, 1991). Bagian tumbuhan yang banyak mengandung pektin yaitu bagian dinding sel tumbuhan yaitu sekitar sepertiga dari berat kering dinding sel (Jarvis *et al* dalam Imeson, 2010).

Dalam bidang industri, pektin dapat berfungsi sebagai *gelling agent* dan *thickening agent* (Walter, 1991). Pektin banyak terdapat di dalam ampas ataupun kulit buah seperti jeruk dan apel (Seymour & Knox, 2002). Pektin memiliki fungsi meningkatkan kesehatan karena pektin merupakan serat pangan dalam tubuh yang dapat berperan untuk menurunkan kolesterol darah, membantu metabolisme glukosa, menyembuhkan diare, serta memiliki fungsi melindungi kesehatan pencernaan dengan memberikan simultan pada sistem imun (Seymour & Knox, 2002).

Pektin diketahui dapat mengurangi keracunan logam berat pada makhluk hidup (Walter, 1991). Pektin adalah polimer yang tersusun dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosidik. Di dalam polimer pektin terdapat gugus-gugus dengan pasangan elektron bebas seperti gugus karboksilat dan hidroksi, sehingga kation logam dapat berikatan dengan gugus dari polimer pektin membentuk kompleks pektin dan logam (Maulidiyah *et al.*, 2014). Penyerapan senyawa logam berat yang masuk melalui makanan terjadi di usus (Eliaz *et al.*, 2007). Senyawa pektin yang melewati sistem pencernaan akan menyerap logam yang masuk ke dalam tubuh melalui sistem pencernaan dan dikeluarkan melalui sistem ekskresi berupa urin atau feses (Eliaz *et al.*, 2007).

Berdasarkan kadar metoksilnya pektin dibagi menjadi dua golongan yaitu pektin berkadar metoksil tinggi (*High Methoxyl Pectin*) dan pektin berkadar metoksil rendah (*Low Methoxyl Pectin*). Kadar metoksil merupakan jumlah metanol yang ada pada pektin. HMP mempunyai kadar metoksil minimal 7 %, sedangkan LMP mempunyai kadar metoksil maksimal 7% (Goycoolea dan Adriana, 2003 dalam Maulidiyah, 2014). Pektin dengan kadar metoksil rendah dapat membentuk gel saat berikatan dengan ion logam bivalen, sifat ini menyebabkan LMP dapat menjadi senyawa pengikat logam. Gugus karboksil ( $\text{COOH}^-$ ) pada LMP yang bermuatan negatif akan berikatan dengan ion logam yang bermuatan positif. Ikatan ini berlangsung dengan mekanisme *egg-box* (Brejnholt, 2010). Mekanisme *egg-box* penyerapan logam oleh pektin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme *Egg-Box* Pengikatan Logam oleh Pektin (Brejnholt, 2010)

LMP Pektin dari ampas jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*) yang dihasilkan melalui metode ekstraksi asam masuk ke dalam LMP karena memiliki kadar metoksil sebesar 4,87-6,95 % (Hariyati, 2006). LMP dapat dihasilkan dari HMP melalui proses demetilasi. Demetilasi merupakan proses penurunan kadar metoksil pektin melalui demetilasi dengan asam, basa, enzim, dan menggunakan ammonia dalam alkohol (Kurniasari *et al.*, 2012).

Kemampuan penyerapan logam oleh pektin dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan sifat pektin yang tergantung dari sumbernya serta perbedaan sifat logam yang akan diserap. Pektin dari kulit buah kakao dapat menyerap logam Cu sebanyak 90,71% serta logam Zn sebanyak 87,55% (Maulidiyah *et al.*, 2014). Penelitian lain menyebutkan persentase penyerapan logam kadmium oleh pektin jeruk dan pektin kulit durian sebesar 38,43% dan 10,52% (Wong *et al.*, 2008).

Jeruk keprok (*Citrus nobilis* Lour.) merupakan salah satu jenis jeruk yang termasuk kedalam divisi Spermatophyta, marga Citrus, dan kelas Dicotyledone (Hariyati, 2006). Jeruk keprok dan buah yang termasuk kedalam marga *Citrus* mengandung 80% air dan 20% fraksi padatan yang terdiri dari pektin, gula terlarut, selulosa, protein, dan senyawa fenol (Razafsha *et al.*, 2016). Proses ekstraksi pektin dilakukan dengan pengendapan

pektin menggunakan alkohol dilanjutkan dengan pencucian untuk menghilangkan senyawa kontaminan seperti asam, gula, polyphenol, dan senyawa larut alkohol lainnya (Seymour & Knox, 2002). Berdasarkan penelitian terdahulu diketahui bahwa ampas jeruk keprok (*Citrus nobilis Lour*) dapat menghasilkan rendemen pektin sebesar 41,15 % (*db*) (Setiawan, 2015). Pektin dari ampas jeruk keprok diketahui dapat menyerap logam kadmium dengan konsentrasi 400 ppm dan menghasilkan persentase *recovery* sebesar 59,572% (Setiawan, 2015).

### 1.3. Tujuan Penelitian

Mengetahui efektivitas pektin dari ampas jeruk keprok (*Citrus nobilis Lour*) sebagai senyawa pengikat logam pada kerang hijau (*Perna viridis*) setelah pengolahan.

