

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan merupakan salah satu bahan makanan yang sangat penting secara global. Ikan mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan seperti protein, lemak omega 3, mineral dan vitamin (Larsen *et al*, 2011). Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa mengkonsumsi ikan dapat menurunkan penyakit diabetes, jantung koroner, kanker, dapat meningkatkan pembentukan otak pada anak-anak dll. (Larsen *et al*, 2011; Patel *et al*, 2009; Rosell *et al*, 2009). Bahkan saat ini ikan menjadi makanan yang sangat direkomendasikan untuk dikonsumsi di Indonesia. Namun saat ini banyak penelitian juga yang menunjukkan adanya kontaminasi *heavy metal* pada ikan seperti merkuri (Hg) (Handayani *et al*, 2019; Wanna *et al*, 2017), Lead (Pb) (Paundan *et al*, 2015, Takarina *et al*, 2012), kadmium (Cd) (Zulkarnain *et al*, 2013; Arifin *et al*, 2017), serta senyawa *organochlorine* (Edward, 2016; Rahmawati *et al*, 2015). Senyawa-senyawa tersebut berasal dari aktifitas manusia, industri, pertambangan dan pertanian (Suheryanto, 2018). Selain itu, beberapa penelitian juga menemukan bahwa senyawa-senyawa tersebut juga dapat ditemukan pada berbagai spesies kerang (Soegianto *et al*, 2008; Takarina *et al*, 2012). Kerang merupakan salah satu jenis *seafood* yang banyak digemari oleh masyarakat karena harganya yang murah dan mengandung banyak protein. Kerang merupakan biota laut yang bersifat *filter-feeding* yang artinya dapat menyerap berbagai tipe polutan pada air (Soegianto *et al*, 2008).

Keberadaan senyawa-senyawa *heavy metal* dan *organochlorin* dalam bahan pangan sangat berbahaya serta dapat mengancam keamanan pangan terutama pada ikan dan kerang yang banyak disukai oleh masyarakat. Keberadaan senyawa *heavy metal* serta *organochlorine* pada ikan dan kerang dapat membahayakan kesehatan masyarakat yang mengkonsumsinya jika konsentrasinya sudah melebihi ambang batas. Ambang batas aman untuk senyawa-senyawa berbahaya tersebut dalam *seafood* sudah diatur dan ditetapkan oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO). Ambang batas aman senyawa merkuri pada *seafood* berdasarkan FAO adalah 0,5 mg/kg. Ambang batas aman senyawa timbal (Pb) pada *seafood* berdasarkan FAO

adalah sebesar 0,2 mg/kg. Ambang batas senyawa kadmium (Cd) pada *seafood* berdasarkan WHO adalah sebesar 0,05 mg/kg (FAO, 2003). Ambang batas aman senyawa arsen (As) adalah sebesar 0,25 mg/kg (BPOM, 2018). Berdasarkan Permen Kelautan dan Perikanan, Nomor 39/Permen-KP/2015, Batas Maksimum Residu (BMR) untuk senyawa *organochlorine* dalam bentuk *Dichloro diphenyl trichloroethane* (DDT) adalah 1,0 mg/kg, BMR dalam bentuk Dieldrin dan Aldrin adalah 0,1 mg/kg, sedangkan MRL dalam bentuk BHC adalah 0,01 mg/kg sedangkan BMR dalam bentuk *Heptachlore* dan *Endrin* adalah 0,05 mg/kg. Masalah cemaran senyawa-senyawa berbahaya ini telah menjadi suatu permasalahan Internasional karena teknologi yang semakin maju serta meningkatnya penggunaan bahan-bahan kimia pada berbagai bidang seperti industri, pertanian, senyawa kimia hasil dari pertambangan bahkan juga berasal dari limbah rumah tangga. Senyawa-senyawa berbahaya tersebut bersifat bioakumulasi pada *food chain*, dimana top predator akan memiliki akumulasi paling tinggi (Rahayu, 2014). Indonesia merupakan negara dengan ekonomi yang sedang berkembang dengan adanya peningkatan kegiatan disektor pertanian, industri dan pertambangan. Peningkatan kegiatan disektor pertanian, industri dan juga pertambangan mengakibatkan pula peningkatan penggunaan berbagai bahan kimia, dimana jika limbah hasil dari kegiatan tersebut tidak diolah dengan baik maka akan menyebabkan pencemaran yang berbahaya bagi lingkungan (Ramu, 2007). Berdasarkan data yang diulas Kementerian Pertanian (2015) bahwa selama tahun 2010 hingga tahun 2014 Kementerian Pertanian Indonesia telah memperluas lahan pertanian baru seluas 347.984 hektar. Oleh sebab itu, cemaran-cemaran senyawa berbahaya pada lingkungan khususnya pada biota perairan terutama pada ikan dan kerang di Indonesia perlu terus dimonitoring dan dicarikan solusi untuk mengurangi level cemarannya sehingga kadar senyawa berbahaya pada ikan dan kerang tidak melebihi batas aman dan tidak mengancam keamanan pangan.

Table 1. Kandungan logam berat dan Organoklorin pada Ikan dan Kerang di Perairan Indonesia

Lokasi	Species	Jenis Polutan	Referensi
Talawang River, Sulawesi Utara	Kerang	Mercury (Hg)	Zuleica <i>et al</i> , 2006
Batam, Kepulauan Riau	Ikan	Lead (Pb)	Suheryanto <i>et al</i> , 2018

	Ikan	Cadmium (Cd)	Arifin <i>et al</i> , 2017
Kalimantan barat			
Teluk Jakarta	Kerang	Organoclorin	Edward, 2016
Citarum, Jawa Tengah	Ikan	Organoclorin	Rahmawati <i>et al</i> , 2012
Morodemak		Mercury (Hg) dan cadmium	
Banjir Kanal Timur	Kerang	(Cd)	Wulandari <i>et al</i> , 2009
Mangkang			
Danau Sentani, Papua	Kerang dan Ikan	Merkury (Hg)	Malongi, 2014
Jakarta	Ikan	Mercury (Hg)	
Benoa, Bali			Handayani <i>et al</i> , 2019
Kanal Hestaning, Makasar	Ikan	Mercury (Hg) dan Cadmium (Cd)	Wanna <i>et al</i> , 2017

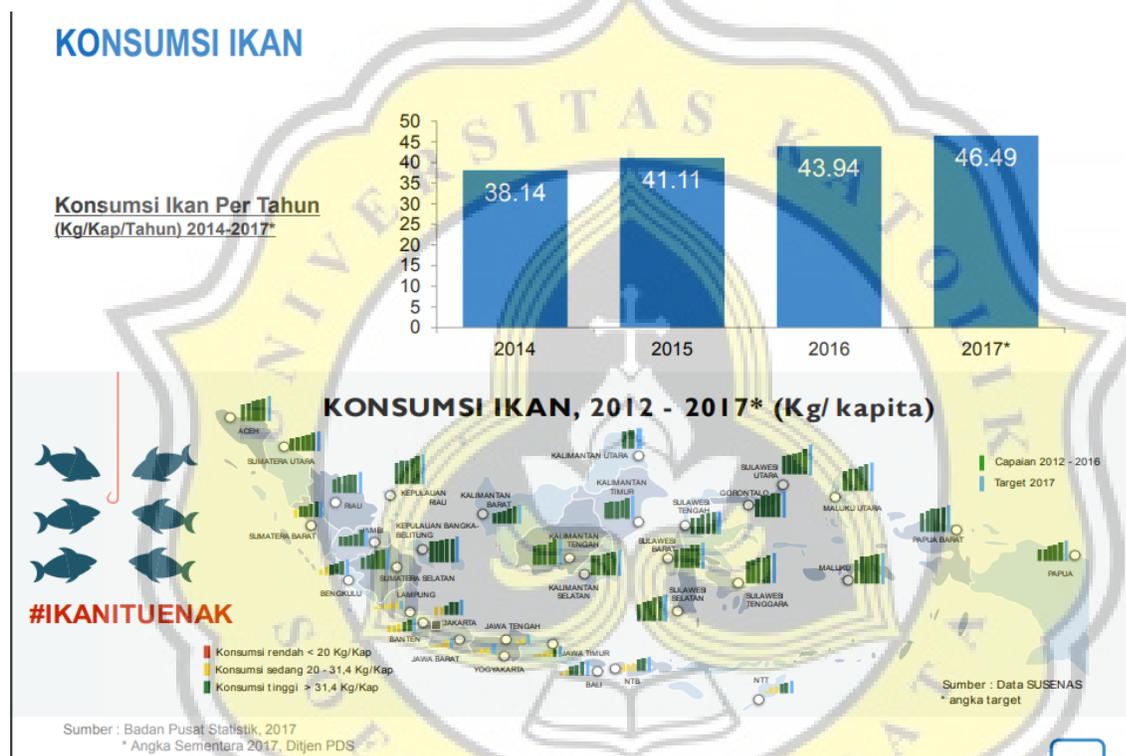
Berdasarkan data pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa ikan dan kerang beberapa wilayah perairan di Indonesia telah terkontaminasi senyawa *heavy metal* dan *organoclorin*. Berdasarkan beberapa beberapa temuan masalah tersebut, penulis tertarik untuk mengulas level kontaminasi senyawa *heavy metal* dan *organoclorin* pada ikan dan kerang di wilayah perairan Indonesia serta dampaknya bagi kesehatan manusia.

Topik tentang kontaminasi senyawa *heavy metal* pada *seafood* sudah direview oleh (Beckvar *et al*, 2003; Li *et al*, 2010; Naser *et al*, 2013). *Review* tentang kontaminasi senyawa *organoclorin* sudah dilakukan oleh (Domingo *et al*, 2007; Oost *et al*, 2003). Namun pada beberapa *review* tersebut lebih fokus membahas level cemaran pada *seafood* dan bahayanya pada beberapa negara

saja. Sedangkan untuk *review* yang secara khusus membahas tentang level cemaran *heavy metal* dan *organoclorin* pada ikan dan kerang di perairan Indonesia belum dilakukan. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan mengulas level kontaminasi pada ikan dan kerang di perairan Indonesia, sumber cemarannya serta dampaknya bagi kesehatan manusia.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Ikan



Gambar 1. Data Rata-Rata Konsumsi Ikan Masyarakat Indonesia

Ikan merupakan salah satu bahan makanan yang sangat penting secara global. Rata-rata konsumsi ikan oleh masyarakat Indonesia sebesar > 31,4 kg/ kapita. Ikan memiliki kandungan berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan seperti protein, lemak omega 3, mineral dan vitamin (Larsen *et al.*, 2011). Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa mengkonsumsi ikan dapat menurunkan penyakit diabetes, jantung koroner, kanker, dapat meningkatkan pembentukan otak pada anak-anak dll. (Larsen *et al.*, 2011; Patel *et al.*, 2009; Rosell *et al.*, 2009).

Ikan mengandung *polysaturated fatty acid* (PUFA) yang sangat tinggi terutama omega-3 seperti *eicosapentaenoic acid* (EPA) serta *docosahexaenoic acid* (DHA). EPA dan DHA merupakan senyawa yang dapat mengurangi resiko penyakit *cardiovascular*, *coronary heart disease*, stroke serta dapat membantu pembentukan sistem saraf (otak) pada anak-anak (Patel *et al*, 2009). Ikan laut memiliki kandungan omega-3 yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar. Kandungan protein pada ikan sangat tinggi yaitu sekitar 17-22%. Kandungan protein pada ikan ini dapat membantu pembentukan struktur utama sel, sumber energi serta sumber amoni yang berfungsi sebagai pertumbuhan dan perbaikan sel (Mahaffey, 2011). Ikan juga mengandung vitamin A, D dan E yang tinggi. Vitamin A pada ikan dapat ditemukan pada hati minya ikan (Mahaffey, 2011).

1.2.2. Kerang

Kerang merupakan salah satu jenis *seafood* yang banyak digemari oleh masyarakat karena harganya yang murah dan mengandung banyak protein. Sebagai bahan makanan yang mengandung banyak nutrisi dan harga yang murah, permintaan pasar akan kerang juga semakin meningkat. Diperkirakan terdapat 100 jenis kerang yang hidup diperairan Indonesia (Nirmalasari, 2017) seperti *Andara granosa*, *Perna viridis* L, *Codakia punctata*, *Calista erycina*, *Donax trunculus*, *Mitylus edulis*, *Pitar manila*, *Pinctada radiata*, *Saccostrea echinata*, *Sunetta truncate*, *Sangainolaria cruenta*, *Tellina scobinata*, *Tellina listeri*, *Tellina radiata*, *Trachycardium subrugosum* dll (Soegianto, 2008).



Andara granosa

Sumber: <https://id.wikipedia.org/>



Perna Viridis

Sumber: <https://en.wikipedia.org/>

Gambar 2. Kerang di Perairan Indonesia

Kerang memiliki kandungan nutrisi yang tidak jauh berbeda dengan biota perairan lainnya yaitu protein, lemak *essential fatty acid* (EFA), mineral dan vitamin (Nirmalasari, 2017). Kerang memiliki kandungan protein dengan asam amino esensial yang sangat tinggi yaitu sekitar 85-95%. Selain itu kerang juga kaya akan kandungan lemak esensial yaitu omega 3 dan omega 6 (Wulandari *et al*, 2009). Kerang bersifat *feeding filter* yang artinya dapat menyerap segala hal dalam perairan termasuk polutan (Soegianto, 2008) serta *sessil* yang artinya menetap dalam waktu yang lama menyebabkan banyaknya senyawa polutan banyak terserap dan terakumulasi sehingga konsentrasi senyawa polutan pada kerang jauh lebih tinggi (Wulandari *et al*, 2009).

1.2.3. Heavy Metal

Heavy metal merupakan bagian dari logam yang memiliki berat atom lebih dari 40 gram (Morais *et al*, 2012). *Heavy metal* di lingkungan disebabkan oleh adanya erosi pada tanah, aktivitas pertambangan, industri, pertanian serta aktivitas perkotaan (Morais *et al*, 2012). Berdasarkan fungsinya dalam tubuh *heavy metal* dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu *heavy metal essential* dan *heavy metal non essential*. *Heavy metal essential* merupakan golongan *heavy metal* yang memiliki manfaat dalam tubuh namun dalam konsentrasi yang tinggi akan menjadi sangat toksik. Senyawa *heavy metal* yang tergolong *essential* adalah *iron*, *copper*, *zinc* and *manganese*. Sedangkan, *heavy metal non essential* merupakan jenis *heavy metal* yang tidak diketahui manfaatnya dalam tubuh dan bersifat toksik. Senyawa *heavy metal* yang termasuk dalam *heavy metal non essential* adalah timbal, merkuri, arsen dan kadmium (Sivaperumal, 2007).

Rantai kontaminasi *heavy metal* selalu berdasarkan urutan siklik yaitu; berawal dari industri kemudian ke atmosfer, lalu akan mengkontaminasi tanah, air, bahan pangan dan akhirnya masuk dalam tubuh manusia (Morais *et al*, 2012). *Lead (Pb)*, *cadmium (Cd)*, *mercury (Hg)* dan *arsenic (Ar)* merupakan jenis *heavy metal* yang tidak diketahui manfaatnya dalam tubuh dan bersifat toksik. *Lead (Pb)*, *cadmium (Cd)*, *mercury (Hg)* dan *arsenic (Ar)* akan berdampak negatif bagi kesehatan manusia walaupun terpapar dalam konsentrasi yang rendah. *Lead (Pb)*, *cadmium (Cd)*, *mercury (Hg)* dan *arsenic (Ar)* bersifat *neurotoxin* dan *carcinogenic* bagi manusia (Jomova & Valko, 2011; Tokar *et al*, 2011).



Sumber : <http://syx-gf.blogspot.com/>

Gambar 3. Rantai Kontaminasi Logam Berat

1.2.3.1. Merkuri

Merkuri merupakan jenis logam berat yang berada dalam seri elemen transisi pada tabel periodik. Merkuri merupakan cairan yang berwarna putih-perak, tidak berbau, ketika dipanaskan akan berubah menjadi gas yang tidak berwarna dan tidak berbau (Jaishankar *et al*, 2014). Senyawa ini sangat toksik bila terakumulasi dalam tubuh dalam waktu yang lama dan dalam konsentrasi yang tinggi. Senyawa ini berasal dari aktivitas industri, pertanian, pertambangan serta cat bangunan (Tchounwou *et al*, 2012). Merkuri merupakan senyawa yang sangat unik karena dapat ditemukan dalam 3 bentuk yaitu *vapor*, organik dan inorganik, dimanapun ketiga bentuk ini memiliki toksisitas yang berbeda-beda (Clarkson *et al*, 2003). Merkuri dalam bentuk uap dapat masuk dalam tubuh manusia melalui pernafasan dan target organnya adalah ginjal dan sistem saraf pusat. Merkuri dalam bentuk inorganik dapat masuk dalam tubuh manusia

melalui saluran makanan dan target organnya adalah ginjal. Sedangkan merkuri dalam bentuk organik dapat masuk dalam tubuh manusia melalui saluran makanan dan target organnya adalah sistem saraf pusat. Merkuri dalam bentuk organik biasanya banyak ditemukan dalam *seafood* (Clarkson *et al.*, 2003). Berdasarkan FAO/WHO ambang batas aman merkuri dalam produk seafood adalah 0,5 mg/kg (FAO, 2003) dan PTWI untuk senyawa ini adalah 1.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ *body weight/week* (JECFA, 2004). Konsumsi merkuri dengan konsentrasi yang melebihi ambang batas akan menyebabkan kerusakan sistem saraf, *cardiovascular*, penurunan imun tubuh, serta berpengaruh pada sistem reproduksi (Zahir *et al.*, 2005).

1.2.3.2. Timbal

Timbal secara alami terdapat di lingkungan dalam konsentrasi yang kecil. Peningkatan konsentrasi timbal di lingkungan diakibatkan dari aktivitas manusia seperti pembakaran fosil dan sampah, pertambangan dan industri dan aktivitas perkotaan seperti debu kendaraan (Tiwari *et al.* 2013, Jaishankar *et al.* 2014). Timbal merupakan logam berat yang berwarna perak kebiruan, termasuk dalam golongan IV-A, memiliki berat molekul 207,2 dan nomor atom 82, memiliki titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C dan tahan terhadap korosi (Morais *et al.*, 2014).

Masuknya timbal dalam tubuh manusia dapat melalui kulit, pernafasan dan saluran makanan. Timbal di udara akan terserap oleh sistem pernafasan kemudian timbal akan masuk dalam paru-paru dan berikatan dengan darah kemudian akan diedarkan keseluruh jaringan dan organ tubuh. Masuknya timbal dalam tubuh dapat melalui kulit dikarenakan timbal memiliki sifat larut dalam minyak dan lemak (Tiwari *et al.* 2013). Selain itu, kontaminasi timbal banyak ditemukan pada bahan pangan seperti *seafood*, buah dan sayur serta bahan pangan hewani lainnya. Bahan pangan yang terkontaminasi ini akan menjadi salah satu faktor utama masuknya senyawa dalam tubuh (Morais *et al.*, 2014).

Dalam tubuh, senyawa timbal akan terakumulasi dalam tulang, hati, ginjal, pankreas dan paru-paru (Naria, 2005). Akumulasi timbal dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut ditandai dengan gejala adanya rasa terbakar pada mulut, adanya rangsangan pada sistem gastrointestinal yang disertai dengan diare. Keracunan kronis ditandai dengan gejala mual, anemia, sakit di sekitar mulut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Naria, 2005). Selain itu, akumulasi timbal yang berlebihan dalam tubuh dapat menyebabkan

dekomposisi tulang (Ahmad *et al.*, 2015), ganggua sistem saraf, kerusakan ginjal dan reproduksi (Chaudhary *et al.*, 2018). Berdasarkan FAO/WHO amabang batas aman senyawa *lead (Pb)* pada seafood adalah sebesar 0,2 mg/kg (FAO, 2003) dan PTWI untuk senyawa ini adalah 0.025 mg/kg *body weight/week* (JECFA, 2004).

1.2.3.3. Kadmium

Kadmium merupakan logam berat yang memiliki berat atom 112,41 titik cair 321⁰C dan massa jenis 8,65 gr/ml dan memiliki sifat tahan panas dan korosi (Tchounwou *et al.*, 2012). Kadmium secara alami terdapat diudara, air, sendimen dan laut dalam konsentrasi yang rendah. Kadmium banyak digunakan oleh industri produksi cat dan pigmen, pelapisan baja, pengawetan kayu dan idustri pembuatan kertas, tambang dan peleburan logam serta asap rokok (Morais *et al.* 2014, Jaishankar *et al.* 2014). Proses masuknya kadmium dalam tubuh manusia dapat berawal dari limbah industri yang menggunakan senyawa kadmium yang mengkontaminasi tanah maupun perairan. Senyawa kadmium yang mengkontaminasi tanah dan perairan akan mengkontaminasi tanaman dan berbagai biota perairan seperti ikan, kerang dan aneka *seafood* lainnya. Terpaparnya manusia oleh senyawa kadmium terjadi ketika manusia mengkonsumsi bahan pangan yang terkontaminasi senyawa kadmium (Morais *et al.* 2014).

Senyawa kadmium dalam tubuh manusia akan terakumulasi pada hati, ginjal, paru-paru, tulang dan sistem saraf pusat (Gozalez *et al.* 2008). Keracunan senyawa kadmium akan menimbulkan gejala sakit perut, mual, muntah, kram otot, vertigo, syok, kehilangan kesadaran dan kejang yang biasanya muncul dalam 15 hingga 30 menit. Akumulasi kadmium dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan pencernaan, paru-paru, fungsi hati dan ginjal (Tchounwou et al, 2012). Berdasarkan FAO/WHO amabang batas aman senyawa *lead (Pb)* pada *seafood* adalah sebesar 0,05 mg/kg (FAO, 2003) dan PTWI untuk senyawa ini adalah 0.007 mg/kg *bw /week* (JECFA, 2004).

1.2.3.4. Arsen

konsentrasi yang rendah. Arsenik memiliki sifat semi logam yang *presistence* dan tersedia secara luas dalam bentuk oksida atau sulfida, natrium, kalsium, tembaga, dll. Arsenik dapat ditemukan dalam 2 bentuk yaitu organik dan inorganik. Meningkatnya konsentrasi arsenik pada lingkungan

berasal dari aktifitas industri pertanian seperti penggunaan insektisida, herbisida, fungisida, algisida (Morais *et al.* 2014, Jaishankar *et al.* 2014, Tchounwou *et al.*, 2012). Paparan arsenik pada manusia dapat melalui sistem oral (*ingestion*), inhalasi dan kulit. Paparan senyawa arsenik pada manusia melalui sistem oral dapat terjadi ketika mengkonsumsi bahan pangan yang telah terkontaminasi oleh senyawa arsenik (Morais *et al.* 2014).

Paparan arsenik mempengaruhi hampir semua sistem organ termasuk sistem kardiovaskular, dermatologis, saraf, ginjal, gastrointestinal, dan pernapasan. Beberapa penelitian juga menunjukkan tingginya angka kematian untuk kanker kandung kemih, ginjal, kulit, dan hati akibat polusi senyawa arsenik yang tinggi (Tchounwou *et al.*, 2003; Tchounwou *et al.*, 2002). Berdasarkan FAO/WHO ambang batas aman senyawa arsenik (Ar) pada *seafood* adalah sebesar 0,25 ppm (BPOM, 2018) dan PTWI untuk senyawa ini adalah 0.015 mg/kg *body weight* /week (JECFA, 2004).

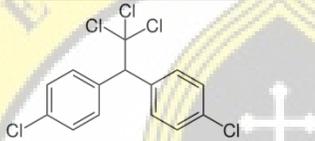
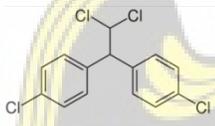
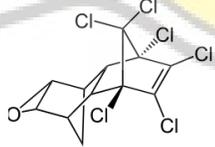
1.2.4. *Organochlorin*

Organochlorine merupakan kelompok senyawa klorin yang banyak diaplikasikan dalam pestisida. Senyawa ini termasuk dalam kelas *persistence organic pollutants* (POPs) yang memiliki sifat stabil terhadap dekomposisi secara fisik maupun biokimia dan memiliki solubilitas dalam air yang rendah namun memiliki solubilitas dalam jaringan dan lemak yang tinggi (Jayaraj *et al.*, 2016; Kleanthi *et al.*, 2008). Saat ini terdapat sekitar 1.500 jenis senyawa kimia *organochlorine* yang diproduksi dan digunakan dalam berbagai industri sebagai pelumas, solvent, cairan dielektrik dan pestisida. Secara alami senyawa *organochlorine* terdapat di lingkungan dalam konsentrasi yang sangat rendah (Kleanthi *et al.*, 2008).

Terpapar senyawa *organochlorine* dalam konsentrasi yang rendah namun dalam waktu yang lama akan menyebabkan efek buruk bagi kesehatan. Akumulasi senyawa *organochlorine* dalam tubuh dapat menyebabkan kanker, *neurotoxin*, penurunan imun dalam tubuh, gangguan sistem reproduksi, gangguan tiroid dan masih banyak lagi (Jayaraj *et al.* 2016). Mekanisme paparan senyawa *organochlorine* pada manusia biasanya melalui makanan. Senyawa *organochlorine* yang berasal dari pestisida akan mengkontaminasi permukaan perairan, tanah, *ground water*, tanaman dan bahkan hewan. Banyak studi yang mengatakan bahwa sebagian besar paparan senyawa

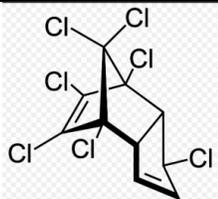
organochlorine pada manusia berasal dari konsumsi bahan pangan hewani seperti daging, produk susu dan *seafood* (Bradman *et al*, 2007). Berdasarkan Permen Kelautan dan Perikanan, Nomor 39/Permen-KP/2015 Batas Maksimum Residu (BMR) untuk senyawa *organochlorine* dalam bentuk DDT adalah 1,0 mg/kg, BMR dalam bentuk Dieldrin dan Aldrin adalah 0,1 mg/kg, sedangkan MRL dalam bentuk BHC adalah 0,01 mg/kg sedangkan BMR dalam bentuk *Heptachlore* dan *Endrin* adalah 0,05 mg/kg. Berikut adalah tabel beberapa senyawa *organochlorine* serta dampaknya bagi kesehatan manusia (Jayaraj *et al*, 2016):

Table 2. Aplikasi dan Dampak Senyawa Organoklorin Pada Manusia

Nama	Struktur	Aplikasi	Dampak bagi kesehatan
<i>Dichlorodiphenyl trichloroethane</i> (DDT) C ₁₄ H ₉ Cl ₅ 1,1-dichloro-2,2-bis (<i>p</i> -chlorophenyl) ethane (DDD)	 https://id.wikipedia.org/wiki/DDT	Insektisida	<i>Liver tumors</i>
<i>Dichlorodiphenyl dichloroethane</i> (DDE)	 https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:P,p%27-dichlorodiphenyldichloroethane.svg	Insektisida	<i>Liver tumors, kanker</i>
<i>Dieldrin</i> C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Dieldrin.svg	Insektisida	<i>Neurotoxic, reproductive, developmental, immunological, tumorigenic effects.</i>

Heptachlor

$C_{10}H_5Cl_7$



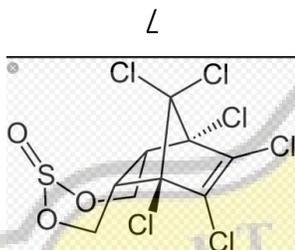
Insektisida

Kanker

<http://pcbfreeindonesia.menlhk.go.id/pops>

Endosulfan

$C_9H_6Cl_6O_3S$



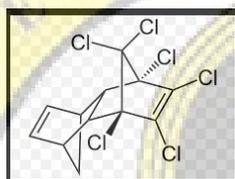
Insektisida

Peningkatan sel darah putih, mempengaruhi sistem reproduksi dan mutagen

<https://en.wikipedia.org/wiki/Endosulfan>

Aldrin

$C_{12}H_8Cl_6$



Insektisida

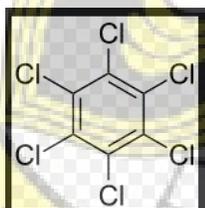
Neurotoxic, reproductive, developmental, immunological, tumorigenic effects.

<http://www.kelair.bppt.go.id/sib3popv25/P>

[OPs/Aldrin/aldrin.htm](http://www.kelair.bppt.go.id/sib3popv25/P)

Benzene hexachloride

(BHC) $C_6H_6Cl_6$



Insektisida,

Rodentisida

leucoderma, ruam pada kulit

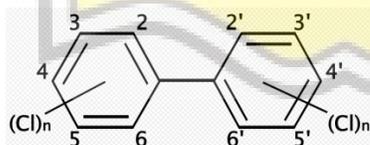
<http://www.kelair.bppt.go.id/sib3popv25/P>

[OPs/HCB/hcb.htm](http://www.kelair.bppt.go.id/sib3popv25/P)

Polychlorinated

Biphenyls

(PCB)



Pestisida

Kanker

https://en.wikipedia.org/wiki/Polychlorinated_biphenyl

[ed biphenyl](https://en.wikipedia.org/wiki/Polychlorinated_biphenyl)

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dilakukannya *review* literatur ini adalah untuk memetakan level akumulasi pada ikan dan kerang diberbagai wilayah perairan Indonesia, mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan akumulasi senyawa polutan pada setiap jenis biota, sumber polutan dan dampaknya bagi manusia yang mengkonsumsi serta diharapkan studi ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan atau referensi dalam pembuatan kebijakan terkait dengan pengelolaan lingkungan yang lebih baik sehingga tidak ada lagi polutan yang mengkontaminasi ikan dan kerang di perairan Indonesia yang berdampak pada keamanan pangan dan kesehatan masyarakat.

