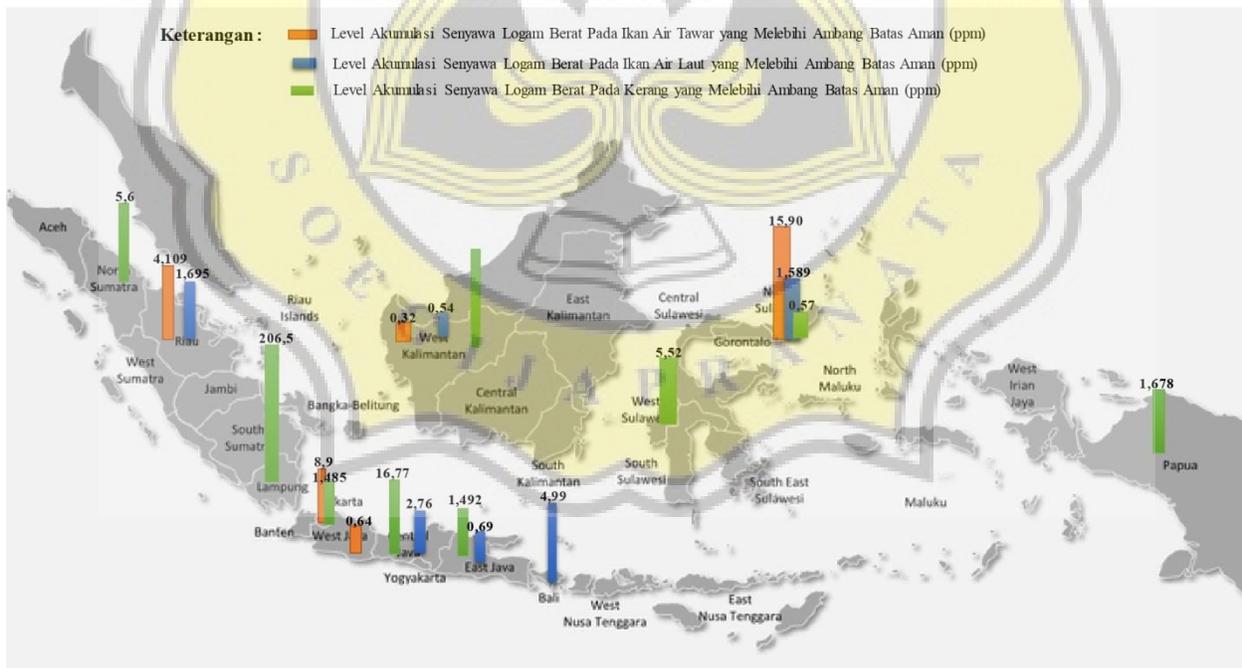


3. LEVEL AKUMULASI SENYAWA *HEAVY METAL* DAN *ORGANOCHLORINE* PADA IKAN DAN KERANG DI PERAIRAN INDONESIA

3.1. Level Akumulasi Senyawa *Heavy Metal* pada Ikan dan Kerang di Beberapa Perairan Indonesia

Level akumulasi senyawa logam berat (Hg, Cd, Pb dan As) pada ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan pada gambar 1, dapat diketahui bahwa pada ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia mengandung senyawa logam berat berupa merkuri, timbal, kadmium dan arsen. Ambang batas aman yang telah ditetapkan FAO untuk senyawa merkuri pada *seafood* adalah sebesar 0,5 ppm, ambang batas aman untuk senyawa timbal adalah 0,2 ppm, ambang batas aman untuk senyawa kadmium adalah 0,05 ppm (FAO, 2003) sedangkan ambang batas aman untuk senyawa arsen berdasarkan badan pengawasan obat dan makanan Indonesia adalah sebesar 0,25 ppm (BPOM, 2018). Data level akumulasi senyawa logam berat pada beberapa ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 7, tabel 8, dan tabel 9 pada lampiran.



Gambar 5. Level Akumulasi Senyawa Logam Berat pada Ikan dan Kerang di Beberapa Perairan Indonesia

Beberapa ikan dan kerang di perairan aceh (Sarong *et al*, 2013; Munandar *et al*, 2016), di beberapa perairan Sumatra Utara (Melisa *et al*, 2015), di beberapa Riau (Nurrachmi *et al*, 2011; Suheryanto *et al*, 2018), di beberapa perairan Jambi (Syahrizal *et al*, 2017), di beberapa perairan Bangka (Selpiani *et al*, 2015) dan di beberapa perairan Lampung (Rahmah *et al*, 2019) telah mengandung senyawa logam berat. Dilihat dari data pada gambar 5, dapat diketahui bahwa kandungan logam berat pada ikan air tawar dan ikan air laut di beberapa perairan Riau sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh FAO, dan ini artinya ikan air tawar dan ikan air laut pada di beberapa perairan Riau sudah tidak aman untuk dikonsumsi (Nurrachmi *et al*, 2011). Selain itu, kandungan logam berat pada kerang di beberapa perairan Lampung (Rahmah *et al*, 2019) dan Sumatra Utara (Melisa *et al*, 2015) juga sudah melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO, sehingga kerang pada beberapa perairan Lampung dan Sumatar Utara ini sudah tidak aman untuk dikonsumsi. Namun Munandar *et al* (2016) yang hanya melakukan penelitian kandungan senyawa merkuri pada kerang di beberapa perairan aceh, mendapatkan data bahwa kerang diperairan aceh ini masih berada dibawah ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO sehingga kerang di perairan aceh ini masih aman untuk di konsumsi.

Beberapa jenis ikan dan kerang di beberapa perairan Jakarta (Ernawati, 2014; Putri *et al*, 2012), di beberapa perairan Jawa Barat (Salami *et al*, 2008; Budiman *et al*, 2012), di beberapa perairan Jawa Tengah (Hidayah *et al*, 2014; Dewi *et al*, 2014; Hananingtyas *et al*, 2017; Wulandari *et al*, 2009), di beberapa perairan Jawa Timur (Priatna *et al*, 2016; Jakfar *et al*, 2014; Soegianto, 2008; Mahmudi *et al*, 2015), di beberapa perairan Bali (Mardani *et al*, 2018) dan beberapa perairan di Nusa Tenggara Barat (Rahayu *et al*, 2015) ditemukan telah mengandung senyawa logam berat. Dilihat dari data pada gambar 5, diketahui bahwa kandungan logam berat pada ikan air tawar di beberapa perairan Jakarta dan di beberapa perairan Jawa Barat ini sudah melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO sehingga ikan air tawar di beberapa perairan Jakarta dan beberapa perairan Jawa Barat ini sudah tidak aman untuk dikonsumsi. Selain itu, kandungan timbal pada ikan air laut di beberapa perairan Jawa Tengah (Hananingtyas *et al*, 2017), kandungan senyawa arsen, timbal dan kadmium pada ikan air laut di beberapa perairan Jawa Timur (Soegianto, 2008), serta kandungan senyawa timbal pada ikan air laut di beberapa perairan Bali (Mardani *et al*, 2018) sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh FAO sehingga ikan air laut pada beberapa perairan di Bali, Jawa Tengah dan Jawa Timur ini sudah tidak aman untuk di konsumsi. Kandungan logam berat pada kerang di beberapa perairan Jakarta

(Putri *et al*, 2012), beberapa perairan Jawa Tengah (Wulandari *et al*, 2009) dan beberapa perairan di Jawa Timur (Mahmudi *et al*, 2015) sudah melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO sehingga kerang pada beberapa perairan Jakarta, perairan Jawa Tengah dan beberapa perairan Jawa Timur ini sudah tidak aman untuk dikonsumsi.

Beberapa ikan dan kerang di beberapa perairan Kalimantan Barat (Arifin *et al*, 2007), di beberapa perairan Kalimantan Tengah (Elvince *et al*, 2008), di beberapa perairan Sulawesi Utara (Maddusa *et al*, 2017; Musfirah *et al*, 2016; Mabuut *et al*, 2017) di beberapa perairan Sulawesi Barat (Rahmawati *et al*, 2015), di beberapa perairan Sulawesi Selatan (Wanna *et al*, 2017; Narassiang *et al*, 2015) dan di beberapa perairan di Jayapura (Malongi, 2014) ditemukan telah mengandung senyawa logam berat. Kandungan senyawa kadmium pada ikan air tawar di beberapa perairan di Kalimantan Barat (Arifin *et al*, 2007) dan kandungan senyawa timbal pada ikan air tawar di beberapa perairan Sulawesi Utara (Maddusa *et al*, 2017) sudah melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO sehingga ikan air tawar pada beberapa perairan di Kalimantan Barat dan Sulawesi Utara sudah tidak aman untuk dikonsumsi. Kandungan senyawa kadmium pada ikan air laut di beberapa perairan Kalimantan Barat (Arifin *et al*, 2007) dan kandungan senyawa arsen pada ikan air laut di beberapa perairan Sulawesi Utara (Musfirah *et al*, 2016) sudah melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO dan BPOM sehingga ikan air laut di beberapa perairan Kalimantan Barat dan Sulawesi Utara tidak aman untuk dikonsumsi. Sedangkan, kandungan senyawa kadmium pada kerang di beberapa perairan Kalimantan Barat (Arifin *et al*, 2007), kandungan senyawa arsen pada kerang di beberapa perairan Sulawesi Utara (Mabuut *et al*, 2017), kandungan Timbal pada kerang di beberapa perairan Sulawesi Barat dan kandungan senyawa merkuri pada kerang di beberapa perairan Jayapura (Malongi, 2014) telah melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO dan BPOM sehingga beberapa kerang di beberapa perairan Kalimantan Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi Barat dan Jayapura sudah tidak lagi aman untuk dikonsumsi.

Dari data pada gambar 5 pula, dapat diketahui bahwa cemaran senyawa logam berat pada beberapa ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia masih berada dibawah ambang batas aman yang ditetapkan oleh FAO maupun BPOM. Namun, kondisi ini harus terus di monitoring karena cemaran senyawa logam berat ini sifatnya presisten dan bioakumulatif pada *food chain* terutama pada biota perairan (Argun *et al*, 2008).

Sumber cemaran senyawa logam berat pada ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia dapat dilihat pada berikut ini:

Table 4. Sumber Cemaran Senyawa Logam Berat

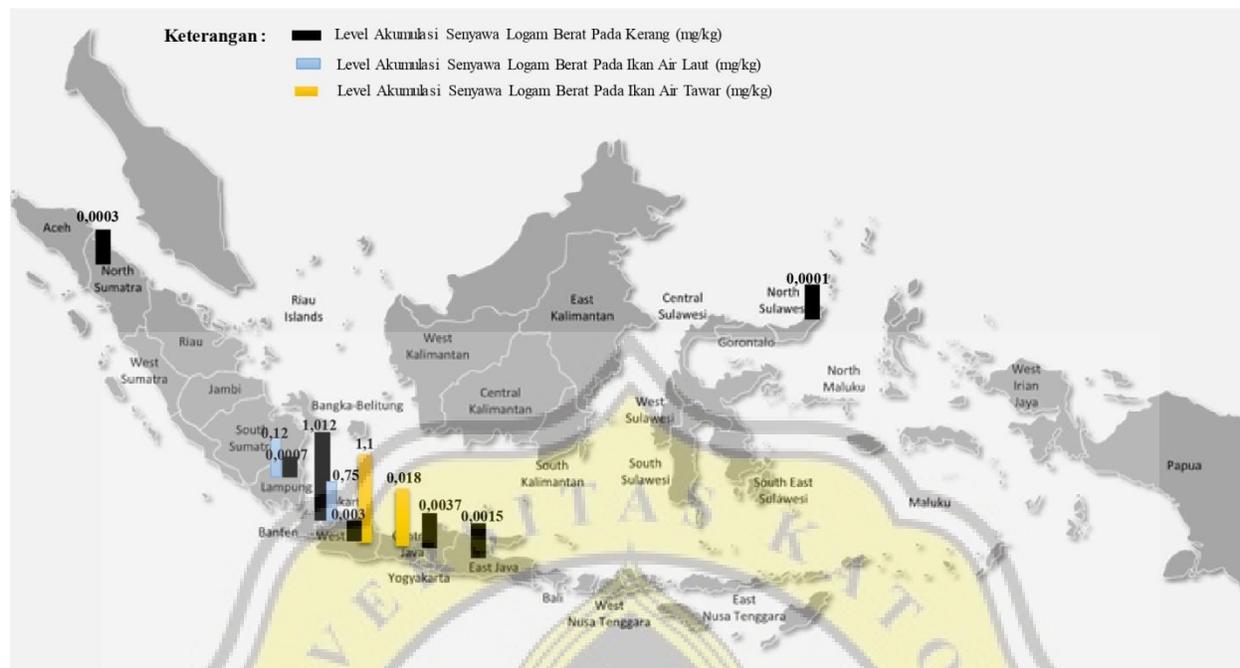
| Lokasi | Sumber Cemaran | Referensi |
|--------------------------|--|---|
| Perairan Aceh | Limbah aktivitas kegiatan pengolahan tambang emas dan pertambangan batu bara. | Munandar <i>et al</i> , 2016; Sarong <i>et al</i> , 2013 |
| Perairan Sumatra Utara | Limbah bahan bakar kapal, pipa industri pertamina | Umbara <i>et al</i> , 2006; Melisa <i>et al</i> , 2015 |
| Perairan Riau | Limbah dari lahan pertanian, industri besi dan baja, industri minuman, pabrik LPG, dermaga pengiriman, dan aktivitas manusia. | Nurrachmi <i>et al</i> , 2011; Suheryanto <i>et al</i> , 2018 |
| Perairan Jambi | Limbah rumah sakit, hotel dan rumah tangga | Syahrizal <i>et al</i> , 2017 |
| Perairan Bangka Belitung | Aktivitas penambangan timah secara apung oleh masyarakat. | Selpiani <i>et al</i> , 2015 |
| Perairan Lampung | Limbah aktivitas transportasi laut yang menyisakan tumpahan bahan bakar bensin dan buangan limbah oli di sungai serta adanya buangan limbah organik oleh penduduk, zat tambahan untuk anti <i>knocking</i> , pencegahan korosi, anti pengembunan dan zat warna pada kapal. | Rahmah <i>et al</i> , 2019 |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Perairan Jakarta | Aktivitas perkotaan seperti debu kendaraan, limbah cat, penyembelihan ternak, industri tekstil, baterai dan limbah bahan bakar kapal yang digunakan untuk memancing | Ernawati, 2014; Putri <i>et al</i> , 2012 |
| Perairan Jawa Barat | Turbin pembangkit listrik tenaga air, limbah industri tekstil | Salami <i>et al</i> , 2008; Budiman <i>et al</i> , 2012 |
| Perairan Jawa Tengah | Limbah pertanian, peternakan, aktivitas penduduk, limbah industri, limbah industri garment, ban mobil, pembangkit listrik, kerajinan kuningan, perakitan sepeda motor, industri tekstil, plastik, percetakan, farmasi dan bengkel las | Hidayah <i>et al</i> , 2014; Dewi <i>et al</i> , 2014; Haningtyas, <i>et al</i> , 2017; Wulandari <i>et al</i> , 2009 |
| Perairan Jawa Timur | Limbah industri, polusi kendaraan, limbah aktivitas kapal nelayan maupun tanker di laut | Priatna <i>et al</i> , 2016; Jakfar <i>et al</i> , 2014; Soegianto, 2008; Mahmudi <i>et al</i> , 2015 |
| Perairan Bali | Aktivitas pelabuhan, limbah bahan bakar pada aktivitas <i>water sport</i> , kontaminasi air sungai yang tercemar. | Mardani <i>et al</i> , 2018 |
| Perairan NTB | Aktivitas pertambangan emas | Rahayu <i>et al</i> , 2015 |
| Perairan Kalimantan Barat | Limbah pestisida oleh industri minyak kelapa sawit, aktivitas transportasi kapal dan aktivitas pertambangan emas ilegal | Arifin <i>et al</i> , 2017 |
| Perairan Kalimantan Tengah | Limbah proses <i>almagamation</i> pada pertambangan emas. | Elvince <i>et al</i> , 2008 |

| | | |
|---------------------------|--|--|
| Perairan Sulawesi Utara | Pembuangan limbah rumah tangga yang merupakan tempat penyepuhan dan pembakaran emas, limbah industri, limbah pestisida dari kegiatan pertanian, pakan ternak yang mengandung senyawa kimia serta limbah domestik seperti batu baterai dan sisa cat | Medusa <i>et al</i> , 2017; Narrasiang <i>et al</i> , 2015; Mabaat <i>et al</i> , 2017 |
| Perairan Sulawesi Barat | Limbah bahan bakar pada pelabuhan dan limbah industri minyak sawit | Rahmawati <i>et al</i> , 2015 |
| Perairan Sulawesi Selatan | Limbah pertanian, limbah labolatorium kimia perguruan tinggi keperawatan dan polusi kendaraan, limbah pestisida dan pupuk yang digunakan para petani yang mengandung arsen | Wanna <i>et al</i> , 2017; Musafirah <i>et al</i> , 2016 |
| Perairan Jayapura | Limbah dari aktivitas pertambangan | Malongi <i>et al</i> , 2014 |

3.2. Level Akumulasi Senyawa *Organochlorine* pada Ikan dan Kerang di Beberapa Perairan Indonesia

Level akumulasi senyawa organoklorin pada ikan dan kerang di perairan Indonesia dapat dilihat pada gambar 6. Berdasarkan gambar 6, beberapa jenis ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia terkontaminasi oleh senyawa organoklorin khususnya *Dichlorodiphenyl trichloroethane* (DDT), *Aldrin*, *Endrin*, *Endosulfan*, *Heptachlor* dan *Benzene hexachloride* (BHC). Berdasarkan Permen Kelautan dan Perikanan, Nomor 39/Permen-KP/2015 batas maksimum residu (BMR) untuk senyawa organoklorin dalam bentuk DDT adalah 1,0 mg/kg, BML dalam bentuk Dieldrin dan Aldrin adalah 0,1 mg/kg, sedangkan BMR dalam bentuk BHC adalah 0,01 mg/kg, BMR dalam bentuk *Heptachlore* dan *Endrin* adalah 0,05 mg/kg. Berikut akan diulas lebih lanjut level akumulasi senyawa organoklorin pada ikan air laut serta sumber cemarannya. Data level akumulasi senyawa organoklorin pada beberapa ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 10 pada lampiran.



Gambar 6. Level Akumulasi Senyawa Organoklorin pada Ikan dan Kerang di Berbagai Perairan Indonesia

Berdasarkan data pada gambar 6, dapat dilihat bahwa pada beberapa jenis ikan air tawar, ikan air laut dan kerang di beberapa perairan Sumatra Utara (Sudaryanto *et al*, 2005), di beberapa perairan Lampung (Sudaryanto *et al*, 2005; Sudaryanto *et al*, 2007), di beberapa perairan Jakarta (Edward, 2016; Sudaryanto *et al*, 2007; Sudaryanto *et al*, 2005; Ramu *et al*, 2007), di beberapa perairan Jawa Barat (Sudaryanto *et al*, 2007; Sudaryanto *et al*, 2005; Panelin, 2016; Taufik, 2011), di beberapa perairan Jawa Tengah (Suryono *et al*, 2017; Rahmawati *et al*, 2013), di beberapa perairan Jawa Timur (Sudaryanto *et al*, 2005) dan di beberapa perairan Sulawesi Utara (Sudaryanto *et al*, 2005) ditemukan telah mengandung senyawa organoklorin.

Dilihat dari data pada gambar 6, konsentrasi senyawa organoklorin pada beberapa jenis ikan air tawar di beberapa perairan Jawa Barat (Sudaryanto *et al*, 2007) dan Jawa Tengah (Rahmawati *et al*, 2013) sudah melebihi BMR yang ditetapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia sehingga beberapa ikan di beberapa perairan Jawa Barat dan Jawa Tengah ini sudah tidak aman untuk di konsumsi. Selain itu, konsentrasi senyawa organoklorin pada beberapa jenis

kerang di beberapa perairan Jakarta (Edward, 2016) dan Jawa Tengah (Suryono *et al*, 2017) sudah melebihi BMR yang ditetapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia.

Kandungan senyawa organoklorin pada beberapa jenis ikan dan kerang di beberapa perairan Indonesia ini sebagian berasal dari limbah pestisida yang digunakan dalam pertanian (Edward, 2016; Suryono *et al*, 2017; Sudaryanto *et al*, 2005; Sudaryanto *et al*, 2007; Ramu *et al*, 2007; Panelin, 2016; Taufik, 2011; Rahmawati *et al*, 2013) maupun industri (Edward, 2016). Berdasarkan data yang didapatkan, dapat diketahui pula bahwa sebagian besar cemaran senyawa organoklorin pada ikan air tawar dan kerang berada di daerah perairan Jawa. Hal ini dikarenakan pulau Jawa merupakan daerah yang memiliki banyak aktivitas pertanian khususnya sawah. Aktivitas pertanian inilah yang menjadi sumber utama residu senyawa organoklorin yang berasal dari limbah pestisida (Sudaryanto *et al*, 2007). Seberanya, penggunaan beberapa senyawa organoklorin pada pestisida (Tabel 5) sudah dilarang oleh pemerintah Indonesia sejak tahun 2007 dengan dikeluarkannya Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 01/Permentan/OT. 140/1/2007 tentang bahan aktif pestisida yang dilarang dan pestisida terbatas. Namun, berdasarkan penelitian yang ada, residu beberapa senyawa organoklorin yang telah dilarang masih ditemukan pada beberapa jenis ikan dan kerang di perairan Indonesia, hal ini dikarenakan senyawa organoklorin bersifat *presistance* yang artinya 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). Selain itu, senyawa organoklorin juga memiliki sifat *presistance* pada *food chain* dan dapat terakumulasi pada jaringan hewan (Akan *et al*, 2014).

Table 5. Senyawa Organoklorin yang Dilarang Pemerintah Sejak Tahun 2007

| No | Bahan Aktif |
|----|---|
| 1 | 2,4,5-Triklorofenol |
| 2 | 2,4,5-Triklorofenol |
| 3 | Natrium 4-brom-2,5-diklorofenol |
| 4 | 1,2-Dibromo-3-kloropropan (DBCP) |
| 5 | Dikloro difenil trikloroetan (DDT) |
| 6 | Dieldrin |
| 7 | 2,3-Diklorofenol |
| 8 | 2,4-Diklorofenol |
| 9 | 2,5-Diklorofenol |
| 10 | Ethil p-nitrophenyl Benzenethiophosnate (EPN) |
| 11 | Endrin |
| 12 | Etilen Dibromida (EDB) |
| 13 | Fosfor kuning (Yellow Phosphorus) |
| 14 | Heptaklor |
| 15 | Kaptafol |
| 16 | Klordan |
| 17 | Klordimefon |
| 18 | Leptopos |
| 19 | Lindan |
| 20 | Metoksiklor |
| 21 | Mevinfos |
| 22 | Natrium Klorat |
| 23 | Arsen |
| 24 | Merkuri |