

**KANDUNGAN METIL MERKURI PADA BEBERAPA JENIS IKAN SEBAGAI
UPAYA MENDUKUNG PENGEMBANGAN STANDAR CODEX**
*The Content of Methyl Mercury in Some Species of Fish as an Effort to Support the
Development of Codex Standard*

Reza Lukiawan dan Suminto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Standardisasi, Badan Standardisasi Nasional
Gedung 1 BPPT, Lantai 12, Jl. M.H.Thamrin no 8, Kebon Sirih, Jakarta Pusat 10340, DKI Jakarta, Indonesia
e-mail: lukiawan@bsn.go.id

Diterima: 7 Desember 2017, Direvisi: 23 Desember 2017, Disetujui: 27 Desember 2017

Abstrak

Kandungan metil merkuri dalam ikan terkait dengan *food safety* yang sangat mempengaruhi kesehatan manusia telah menjadi fokus pembahasan pada sidang *Codex Alimentarius Commission* (CAC). Pada sidang CCCF ke-10 tahun 2016 komite Codex menyetujui untuk menyusun *maximum level* metil merkuri untuk ikan tuna. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *maximum level* (ML) kandungan metil merkuri pada ikan di Indonesia. Pengambilan sampel ikan dilakukan melalui survei lapangan ke daerah yang terdapat pelabuhan dan tempat pelelangan ikan. Adapun lokasi pengambilan sampel dilaksanakan di 4 (empat) kota yaitu Banda Aceh, Bitung-Manado, Cilacap dan Jakarta. Jumlah total sampel dalam penelitian ini sebanyak 24 sampel ikan yang terdiri dari jenis ikan tuna bagian ekor, tuna bagian punggung, tuna seluruhnya tidak terdeteksi kandungan metil merkuri di bagian punggung, ekor, perut dan kulit, kakap merah dan kerapu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada 16 sampel ikan tuna dari 4 kota terlihat bahwa seluruh sampel baik bagian daging (punggung, ekor, perut) dan kulit tidak terdeteksi kandungan metil merkuri. Kemudian hasil pengujian untuk 4 sampel ikan kerapu terlihat bahwa seluruh sampel tidak terdeteksi kandungan metil merkuri. Sedangkan hasil pengujian untuk untuk jenis ikan kakap merah, yang berasal dari 4 (empat) lokus pengambilan sampel, terlihat bahwa 3 (tiga) sampel tidak terdeteksi kandungan metil merkuri dan hanya 1 (satu) yang mengandung metil merkuri sebesar 0,66 mg/kg.

Kata kunci: ikan, metil merkuri, standar Codex.

Abstract

The content of methyl mercury in fish associated with food safety that greatly affects human health has become the focus of discussion on the trial of Codex Alimentarius Commission (CAC). At the 10th CCCF session of 2016 the Codex committee agreed to establish a maximum level of methyl mercury for tuna. This study aims to obtain the maximum level (ML) of methyl mercury in fish in Indonesia. Fish sampling is done through field surveying to areas where there are harbors and fish auctions. The sampling location was conducted in 4 (four) cities namely Banda Aceh, Bitung-Manado, Cilacap and Jakarta. The total number of samples in this study were 24 fish samples consisting of tailed tuna, back tuna, leather tuna, stomach tuna, red snapper and grouper. The results showed that in 16 samples of tuna from 4 cities showed that all samples of meat (back, tail, stomach) and skin were not detected by methyl mercury. Then the test result for 4 sample of grouper fish showed that all samples were not detected methyl mercury content. While the results of the test for red snapper species, derived from 4 (four) sampling loci, showed that 3 (three) samples were not detected mercury methyl content and only 1 (one) containing methyl mercury of 0.66 mg / kg.

Keywords: fish, methyl mercury, Codex standard.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan merupakan salah satu bahan makanan yang digemari masyarakat karena didalamnya terkandung sumber protein tinggi, memiliki kandungan lemak jenuh yang sedikit serta kaya akan omega 3 yang bermanfaat bagi manusia. Kandungan protein ikan lebih tinggi dari protein

sereal pada kacang-kacangan, setara dengan daging, dan sedikit dibawah telur.

Namun demikian, beberapa spesies ikan diduga mengandung kadar metil merkuri yang tinggi karena adanya pencemaran lingkungan. Menurut Ridhowati (2013) proses pencemaran lingkungan dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, yaitu bahan pencemar langsung berdampak meracuni sehingga mengganggu kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan atau mengganggu

keseimbangan ekologis air, udara, maupun tanah. Proses tidak langsung, yaitu beberapa zat kimia bereaksi di udara, air, maupun tanah, sehingga menyebabkan pencemaran.

Berdasarkan sifat kimia dan fisik, tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air secara berurutan adalah merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co). Apabila merkuri masuk ke lingkungan perairan akan berikatan dengan klor yang ada dalam air laut membentuk ikatan HgCl. Dalam bentuk tersebut Hg mudah masuk ke dalam plankton dan berpindah ke biota lain (Widowati dkk, 2008).

Kandungan logam berat pada ikan bersumber dari lingkungan perairan yang sudah terkontaminasi oleh logam berat. Kontaminasi lingkungan perairan tidak terlepas dari daratan aktifitas manusia di darat maupun pada perairan (Suyanto, 2010). Pada umumnya, potensi akumulasi menunjukkan bahwa semakin tinggi rantai makanan maka akumulasi organisme tersebut terhadap logam berat semakin tinggi yang dihasilkan dengan semakin tinggi konsentrasi logam yang terkandung di dalam tubuh organisme tersebut.

Hal tersebut dapat saja terjadi karena bertambahnya waktu, Menurut (Palar, 2008) proses transformasi ion metil merkuri dalam sistem rantai makanan mengalami pelipat-gandaan. Konsentrasi dari ion metil merkuri yang masuk dan terakumulasi dalam jaringan biota terus meningkat seiring dengan sistem rantai makanan. Sehingga biota seperti ikan-ikan besar yang telah memakan ikan-ikan yang lebih kecil yang telah terkontaminasi oleh metil merkuri, disinyalir mempunyai kandungan merkuri dalam jaringan biota perairan sesuai pula dengan proses biomagnifikasi yang terjadi dalam lingkungan perairan.

Akumulasi merkuri pada ikan karnivora secara bioakumulasi melalui rantai makanan dapat terjadi di lingkungan perairan dari kelompok organisme produsen ke kelompok konsumen tingkat yang lebih tinggi. Bioakumulasi merkuri pada ikan merupakan proses yang rumit dan belum dipahami sepenuhnya (Paarvita, 1991 dalam Lasut, 2009). Logam berat yang dikonsumsi oleh biota termasuk ikan konsumsi akan mengalami bioakumulasi di dalam tubuhnya. Jika biota atau ikan tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka akumulasi logam tersebut cukup tinggi, yang dapat menyebabkan berbagai jenis penyakit dan kematian (Hutagalung 1984).

Menurut data *General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed*

(GSCTFF) batas aman kandungan metil merkuri untuk jenis ikan predator sebesar 1 mg/kg, sedangkan untuk selain ikan predator sebesar 0,5 mg/kg.

Jenis ikan yang tercemar kandungan merkuri tinggi antara lain ikan hiu, ikan todak, ikan marlin, ikan tuna, ikan kerapu dan lainnya. Ikan tuna dan jenis ikan pelagis lainnya banyak dikonsumsi manusia sebagai sumber protein. Tingkat konsumsi akan ikan tersebut menjadi perhatian lebih mengingat adanya kandungan merkuri dalam tubuh ikan. Berdasarkan data dari FAO, konsumsi ikan pelagis masyarakat Indonesia dari tahun 2010 – 2013 seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konsumsi ikan pelagis masyarakat Indonesia tahun 2010 – 2013.

Data Konsumsi	Tahun			
	2010	2011	2012	2013
Ikan pelagis (kg/kapita/tahun)	11,41	11,88	11,73	11,59

Sumber: FAO

Kandungan metil merkuri dalam ikan terkait dengan *food safety* yang sangat mempengaruhi kesehatan manusia telah menjadi fokus dalam pembahasan *Codex Alimentarius Commission* (CAC). Untuk itu, dalam rangka melindungi kesehatan masyarakat dan memfasilitasi perdagangan internasional, CAC menyepakati perlunya penentuan *Maximum Level* (ML) kadar metil merkuri untuk berbagai spesies ikan. Kandungan merkuri yang terdapat dalam ikan perlu diketahui jumlahnya. Apalagi untuk ikan yang banyak dikonsumsi, kandungan logam tersebut penting ditentukan batasannya. Berdasarkan latar belakang tersebut, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa *maximum level* (ML) kandungan metil merkuri dan total merkuri pada ikan di Indonesia.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *maximum level* (ML) kandungan metil merkuri pada beberapa jenis ikan di Indonesia dalam rangka mendukung pengembangan standar Codex.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Perikanan

Perikanan merupakan semua kegiatan yang berkaitan dengan ikan, termasuk memproduksi ikan, baik melalui penangkapan (perikanan tangkap) maupun budidaya (perikanan

budidaya), atau mengolahnya untuk memenuhi kebutuhan manusia akan pangan sebagai sumber protein dan non pangan (pariwisata dan ikan hias). Ruang lingkup kegiatan usaha perikanan tidak hanya memproduksi ikan saja (*on farm*), tetapi juga mencakup kegiatan *off farm*, seperti pengadaan sarana dan prasarana produksi, pengolahan, pemasaran, pemodal, riset dan pengembangan, perundang-undangan, serta faktor usaha pendukung lainnya. Jenis usaha perikanan dibagi menjadi tiga antara lain usaha melalui penangkapan, usaha melalui budidaya, dan usaha pengolahan ikan (Wiadnya, 2012).

2.2 Perikanan Tangkap

Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 menyebutkan definisi penangkapan ikan ialah kegiatan memperoleh ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau dengan cara apapun, melainkan kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan mengawetkan. Perikanan tangkap merupakan kegiatan ekonomi dalam penangkapan atau pengumpulan binatang dan tanaman air, baik di laut maupun perairan umum secara bebas.

Klasifikasi perikanan tangkap di Indonesia dapat digolongkan menjadi empat kategori sebagai berikut.

1. Berdasarkan spesies target: perikanan cakalang, perikanan udang, cumi-cumi, dan perikanan kekerangan.
2. Berdasarkan tingkat teknologi: tradisional dan modern.
3. Berdasarkan skala usaha: komersial (industri dan artisanal) dan subsistem.
4. Berdasarkan habitatnya: perikanan demersal, perikanan karang, dan perikanan pelagis (Sihombing, 2015)

2.3 Perikanan Pelagis

Ikan pelagis adalah kelompok ikan yang berada pada lapisan permukaan hingga kolom air dan mempunyai ciri khas utama, yaitu dalam beraktivitas selalu membentuk gerombolan (*schooling*) dan melakukan migrasi untuk berbagai kebutuhan hidupnya.

Perbedaan ikan pelagis dengan ikan demersal adalah ikan-ikan yang berada pada lapisan yang lebih dalam hingga dasar perairan, dimana umumnya hidup secara soliter dalam lingkungan spesiesnya.

Pada umumnya ikan pelagis berenang mendekati permukaan perairan hingga

kedalaman 200m. Ikan pelagis umumnya berenang berkelompok dalam jumlah yang sangat besar. Ikan pelagis berdasarkan ukurannya dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu ikan pelagis besar seperti kelompok Tuna (*Thunidae*), kelompok Marlin (*Makaira sp*), dan Tenggiri (*Scomberomorus spp*). Jenis ikan pelagis kecil seperti Cakalang (*Katsuwonus pelamis*), kelompok Tongkol (*Euthynnus spp*), Ikan Bandeng (*Chanos chanos*), Ikan Teri (*Thryssa setirostris*), Ikan Kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*), Ikan Bawal hitam (*Parastromateus niger*), Ikan Ekor kuning (*Caesio cuning*), Ikan Japuh (*Dussumieria acuta*), Ikan Kwee (*Caranx melampygus*), Ikan Layang (*Decapterus russelli*), Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*), dan Ikan Selanget (*Anodontostoma chacunda*). Penggolongan ini lebih dimaksudkan untuk memudahkan dalam pemanfaatan dan pengelolaan, karena karakter aktivitas yang berbeda kedua kelompok jenis ikan tersebut (Nelwan, 2004).

2.4 Merkuri

Merkuri adalah salah satu logam yang paling berbahaya dalam lingkungan. Merkuri yang terdapat di lingkungan secara kimia terdiri tiga bentuk di antaranya adalah unsur merkuri (Hg_0), merkuri anorganik (Hg^{+} dan Hg^{2+}), metil merkuri organik (CH_3Hg) dan senyawa dimetil merkuri (CH_3HgCH_3) (Clarkson, 2006).

Merkuri merupakan logam beracun dan non-esensial dalam tubuh manusia. Banyak pencemaran lingkungan diakibatkan oleh paparan senyawa merkuri organik. Merkuri anorganik dapat dikonversi menjadi merkuri organik melalui proses penguraian bakteri sulfat, kemudian menghasilkan metil merkuri yang merupakan salah satu senyawa merkuri yang sangat beracun dan mudah diserap melalui membran sel. Metil merkuri merupakan salah satu senyawa kimia yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem syaraf. Hal ini menyebabkan sistem syaraf pusat tidak normal.

Toksitas kronis yang ditimbulkan diantaranya adalah parestesia, neuropati perifer, cerebular ataksia, akatisia, spastisitas, kehilangan memori, demensia, penglihatan terbatas, disartria, gangguan pendengaran, penciuman dan penurunan nilai rasa, tremor, dan depresi. Selain karena metilmerkuri, neuropati juga disebabkan oleh berbagai hal seperti bawaan genetik, penyakit kronis, alkohol, kekurangan gizi atau efek samping dari pemberian obat (Kathleen, 2006).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* untuk memperoleh sampel ikan. Menurut Sugiyono (2013:218-219) *purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu. Pertimbangan tertentu ini, misalnya orang tersebut yang dianggap paling tahu tentang apa yang kita harapkan, atau mungkin dia sebagai penguasa sehingga akan memudahkan peneliti menjelajahi objek atau situasi sosial yang diteliti.

Pengambilan sampel ikan tersebut dilakukan melalui suvei lapangan ke daerah yang terdapat pelabuhan dan tempat pelelangan ikan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dimana pengambilan sampel Hg daging ikan dilakukan dengan cara menangkap ikan pada lokasi stasiun yang ditentukan, jenis ikan sudah ditentukan yakni ikan patin berukuran 40-60 cm (\pm 1,2 Kg). Ikan tersebut dibedah dengan alat bedah dan diambil bagian daging pada punggung atas ikan. Daging tersebut disimpan di dalam botol sampel yang sudah disediakan.

Prosedur ini dilakukan selama periode pengambilan sampel dan berlaku untuk semua titik atau stasiun pengambilan (Syahrizal, 2017). Adapun lokasi pengambilan sampel untuk penelitian yang dilakukan oleh penulis dilaksanakan di 4 (empat) kota yaitu Banda Aceh, Bitung-Manado, Cilacap dan Jakarta. Jumlah total sampel dalam penelitian ini sebanyak 24 sampel ikan yang terdiri dari jenis ikan tuna bagian ekor, tuna bagian punggung, tuna bagian kulit, tuna bagian perut, kakap merah dan kerapu.

3.2 Metode Analisis Data

Sampel ikan yang telah diambil dari daerah kemudian diujikan di laboratorium PT. SGS Indonesia. Dalam melakukan analisis data kandungan metil merkuri pada ikan tersebut, metode yang digunakan adalah metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Metode ini mengkombinasikan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel.

Kromatografi gas dan spektrometer massa memiliki keunikan masing-masing dimana keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Dengan menggabungkan kedua teknik tersebut diharapkan mampu meningkatkan kemampuan dalam menganalisis sampel dengan mengambil kelebihan masing-masing teknik dan meminimalisir kekurangannya. Setelah diperoleh

hasil pengujian kandungan metil merkuri, kemudian dilakukan analisis data deskriptif kuantitatif.

Dalam penelitian ini analisa menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menggambarkan masalah yang terjadi pada masa sekarang atau yang sedang berlangsung, bertujuan untuk mendeskripsikan apa-apa yang terjadi sebagaimana mestinya pada saat penelitian dilakukan. Sudjana (2001) mendefinisikan penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi pada saat sekarang. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Sudjana (2004) bahwa metode penelitian deskriptif dengan pendekatan secara kuantitatif digunakan apabila bertujuan untuk mendeskripsikan atau menjelaskan peristiwa atau suatu kejadian yang terjadi pada saat sekarang dalam bentuk angka-angka yang bermakna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahapan Pembahasan *Maximum Level* Metil Merkuri pada Ikan dalam forum CCCF

Codex Alimentarius Commission (CAC) merupakan badan internasional yang diberi mandat untuk mengembangkan standar pangan dan teks terkait dalam rangka melindungi kesehatan konsumen dan menjamin praktek perdagangan yang adil (*fair*) di bidang pangan. CAC dibentuk atas dasar *Joint FAO/WHO Food Standards Programme* (program standar pangan FAO/WHO) pada tahun 1963.

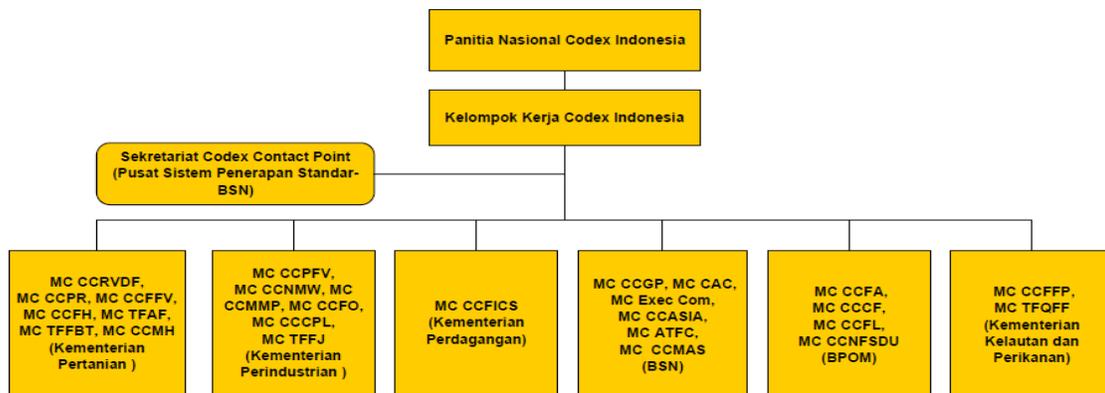
Standar Codex dipublikasikan agar dapat digunakan sebagai panduan atau referensi bagi negara anggota Codex dalam mengembangkan dan merevisi standar atau regulasi nasional di bidang pangan, dalam rangka melakukan harmonisasi secara internasional. Penerapan standar Codex bersifat *voluntary*, namun apabila terjadi perselisihan (*dispute*) dalam perdagangan internasional maka Standar Codex diacu sebagai rujukannya.

Organisasi Codex Indonesia dibentuk berdasarkan kesepakatan bersama antara instansi yang memiliki tugas dan kewenangan di bidang pangan, mulai dari budidaya, pangan segar, pangan olahan, pangan khusus, pangan siap saji, distribusi pangan, ritel pangan, ekspor/impur pangan dan standardisasi pangan, sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu dan Gizi

Pangan. Instansi tersebut adalah Kementerian Pertanian, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Kementerian Perindustrian, Kementerian Perdagangan, Kementerian Kesehatan, Badan Pengawas Obat dan Makanan, serta Badan Standardisasi Nasional. Disamping itu,

Kementerian Luar Negeri juga berperan serta dalam Organisasi Codex Indonesia.

Dibawah ini adalah gambaran struktur organisasi terkait dengan Panitia nasional Codex Indonesia hubungannya dengan CCCF.



Gambar 1 Struktur organisasi terkait dengan panitia nasional Codex Indonesia hubungannya dengan CCCF.

Codex Committee on Contaminants in Food (CCCF) merupakan salah satu komite Codex yang fokus membahas kontaminasi dalam pangan. Di Indonesia yang bertindak sebagai *Mirror Committee* adalah BPOM.

Sidang CCCF pertama kali diselenggarakan pada tahun 2007 di Cina. Sedangkan pembahasan tentang *maximum level* metil merkuri pada ikan baru dibahas pada penyelenggaraan sidang CCCF ke-6 pada tahun 2012. Pada sidang CCCF tersebut, komite Codex menyetujui penyusunan *discussion paper* mengenai tinjauan tingkat panduan untuk *methylmercury* pada ikan dan ikan predator melalui EWG yang diketuai oleh Norwegia dan Jepang sebagai *co-chair*.

Kemudian pada sidang CCCF ke-7 tahun 2013 komite Codex menghendaki pengumpulan data tentang total merkuri dan metil merkuri pada spesies ikan yang penting dalam perdagangan internasional. Pada sidang CCCF ke-8 tahun 2014 komite mencatat bahwa terdapat banyak dukungan dari para negara anggota untuk menyusun *maximum level* metil merkuri dengan pendekatan melalui penggunaan kandungan total merkuri, namun pertimbangan lebih lanjut tetap diperlukan untuk mendapat tingkat/angka yang lebih tepat.

Pada sidang CCCF ke-9 tahun 2015 komite mencatat bahwa dukungan lanjutan terhadap penyusunan *maximum level* metil

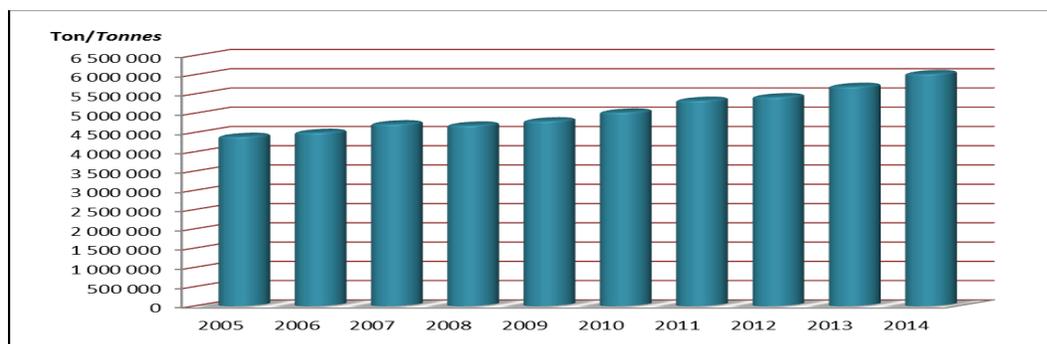
merkuri dan sepakat bahwa pekerjaan akan hal tersebut perlu dilanjutkan dengan pengembangan *discussion paper* yang lain untuk mempertimbangkan *maximum level* metil merkuri yang lebih luas pada jenis ikan lain yang akumulasinya tergolong tinggi.

Pada sidang CCCF ke-10 tahun 2016 komite menyetujui penyusunan *maximum level* metil merkuri untuk ikan tuna. Apabila dimungkinkan menetapkan satu *maximum level* untuk seluruh jenis ikan tuna atau masing-masing jenis ikan tuna memiliki *maximum level* tersendiri.

4.2 Perkembangan Produksi Perikanan Tangkap Menurut Kelompok Ikan

Simbolon (2008) menyatakan bahwa keberadaan ikan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas makanan, serta kondisi parameter-parameter oseanografi perairan. Selanjutnya disebutkan bahwa ikan yang tidak memiliki daya adaptasi tinggi akan cenderung merespon perubahan parameter-parameter oseanografi dengan cara bermigrasi ke daerah lain, sehingga akan berpengaruh terhadap penyebaran dan kelimpahan ikan di suatu perairan. Tren produksi perikanan tangkap mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2005 jumlah produksi 4.408.499 ton. Produksinya telah mencapai 6.037.654 ton pada tahun 2014. Selama periode 2005-2014 rata-rata

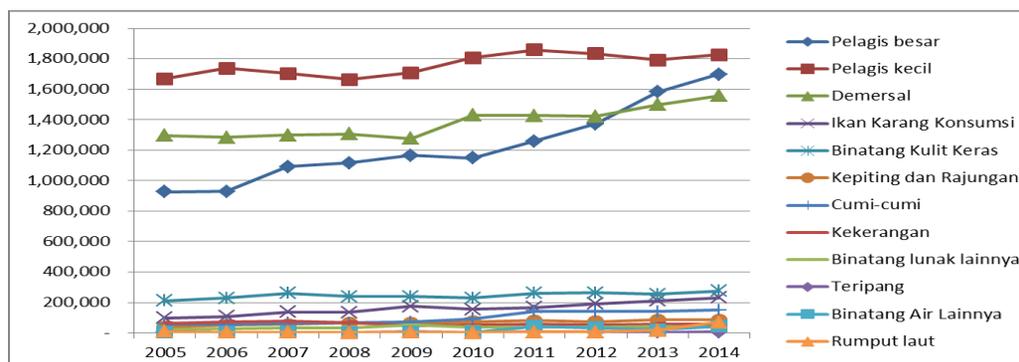
kenaikan produksinya sebesar 3,58%. Tren dapat dilihat pada Gambar2. produksi perikanan tangkap Tahun 2010-2014



Gambar 2 Tren produks perikanan tangkap. Sumber: Ditjen Perikanan Tangkap KKP, 2014.

Apabila dilihat berdasarkan kelompok jenis ikan, produksi perikanan tangkap untuk jenis ikan pelagis besar dalam lima tahun terakhir (2010-2014) mengalami kenaikan dari sekitar 1.100.000 ton (2010) menjadi 1.700.000 ton (2014). Sedangkan untuk jenis ikan pelagis kecil dalam periode yang sama tidak menunjukkan kenaikan atau hampir stabil yaitu 1.800.000 ton (2010-2014), hanya terlihat ada kenaikan sedikit pada tahun 2011 sekitar 1.850.000 ton. Selanjutnya untuk jenis ikan demersial pada periode lima tahun terakhir menunjukkan ada peningkatan produksi yaitu 1.400.000 ton (2010) naik menjadi sekitar

1.550.000 ton (2014). Untuk teripang bahwa dalam lima tahun terakhir juga menunjukkan kenaikan produksi yaitu sekitar 190.000 ton pada tahun 2010 naik menjadi sekitar 225.000 ton (2014). Untuk ikan jenis binatang kuit keras dalam periode lima tahun terakhir produksinya hampir relatif stabil yaitu sekitar 225.000 ton. Kemudian untuk jenis ikan yang lain seperti ikan karang konsumsi, cumi-cumi, kepiting dan rajungan, rumput laut, binatang air lainnya dan binatang lunak lainnya dalam periode lima tahun terakhir menghasilkan rata-rata masih < 200.000 ton. Selengkapnya terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Produksi perikanan tangkap berdasarkan kelompok jenis ikan. Sumber: Ditjen Perikanan Tangkap KKP, 2014.

4.3 Produksi Ikan Tuna *yellowfin*, Kerapu dan Kakap Merah

Produksi ikan tuna *yellowfin* di Indonesia tersebar hampir di seluruh wilayah. Berdasarkan daerah/provinsi yang menghasilkan ikan tuna *yellowfin* dalam jumlah besar antara lain Sulawesi Utara, Maluku, Maluku Utara, Gorontalo dan DKI Jakarta. Jumlah produksi ikan tuna *yellowfin* yang berasal dari provinsi Sulawesi Utara mengalami peningkatan selama 198

periode Tahun 2012-2014, secara berturut-turut nilainya sebesar 42.931, 48.426 ton dan 56.824 ton.

Produksi ikan tuna *yellowfin* dari provinsi DKI Jakarta mengalami peningkatan yang cukup signifikan, dimana pada tahun 2012 produksi hanya 13.661 ton, kemudian produksi tahun 2013 mencapai 18.809 ton dan terus meningkat di tahun 2014 dengan total produksi mencapai 20.617 ton. Sementara itu produksi yang cukup

berfluktuatif yaitu berasal dari provinsi Maluku dan Maluku Utara. Produksi dari provinsi Maluku pada tahun 2012 tergolong tinggi sebesar 22.901 ton, namun menurun pada tahun 2013 dimana

produksi hanya sebesar 22.084 dan terjadi penurunan angka produksi yang cukup drastis pada tahun 2014 hanya mampu memproduksi sebesar 9.484 ton.

Tabel 2 Jumlah produksi ikan tuna *yellowfin* berdasarkan provinsi di Indonesia.

Yellowfin Tuna		Tahun - Produksi dalam Ton		
No	Provinsi	2012	2013	2014
1.	Aceh	2.690	906	3.395
2.	Sumatra Utara	4.390	1.570	2.172
3.	Riau	-	-	-
4.	Kep. Riau	-	-	-
5.	Sumatra Barat	2.726	12.456	13.335
6.	Jambi	-	-	-
7.	Sumatra Selatan	-	-	-
8.	Kepulauan Bangka Belitung	-	-	-
9.	Bengkulu	191	171	230
10.	Lampung	1.015	1.546	1.563
11.	Banten	604	544	460
12.	DKI Jakarta	13.661	18.809	20.617
13.	Jawa Barat	1.743	2.192	2.319
14.	Jawa Tengah	308	294	166
15.	D.I. Yogyakarta	419	501	485
16.	Jawa Timur	3.975	7.970	5.107
17.	B a l i	5.066	10.803	9.836
18.	Nusa Tenggara Barat	2.754	4.677	4.685
19.	Nusa Tenggara Timur	394	4.085	3.780
20.	Kalimantan Barat	-	-	-
21.	Kalimantan Tengah	-	-	-
22.	Kalimantan Selatan	66	330	27
23.	Kalimantan Timur	66	48	27
24.	Sulawesi Selatan	7.925	6.030	6.427
25.	Sulawesi Barat	4.715	5.774	4.932
26.	Sulawesi Tenggara	7.108	9.734	9.151
27.	Sulawesi Utara	42.931	48.426	56.824
28.	Gorontalo	15.538	15.903	18.035
29.	Sulawesi Tengah	16.559	11.988	5.887
30.	Maluku	22.901	22.084	9.484
31.	Maluku Utara	16.004	15.550	21.656
32.	Papua	8.520	8.608	8.678
33.	Papua Barat	7.867	8.498	8.368

Jumlah produksi ikan tuna *yellowfin* dari provinsi Maluku Utara terhitung cukup tinggi. Pada Tahun 2012 mampu memproduksi sebesar 16.004 ton, terjadi sedikit penurunan produksi pada Tahun 2013 jumlah produksi 15.550 ton. Akan tetapi pada tahun 2014 produksi dapat kembali meningkat yaitu sebesar 21.656 ton. Provinsi lain yang mampu mencetak produksi tinggi dan cukup stabil yaitu provinsi Gorontalo. Provinsi ini mampu menghasilkan produksi yang meningkat

dari tahun 2012-2014 dimana secara berurutan jumlah produksinya sebesar 15.538 ton, 15.903 ton dan 18.035 ton.

Selain provinsi yang menghasilkan produksi ikan tuna *yellowfin* dalam jumlah tinggi, seyogyanya perlu dilihat pula provinsi potensi dengan angka produksi yang cukup baik. Provinsi tersebut diantaranya Bali, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Papua, Papua Barat, Jawa Timur dan NTB. Secara lengkap

Tabel 2 menunjukkan jumlah produksi masing-masing provinsi selama periode Tahun 2012-2014.

Produksi ikan kakap merah di Indonesia tersebar hampir di seluruh wilayah. Berdasarkan Tabel 3 didapat bahwa daerah/provinsi yang mampu memproduksi ikan kakap merah dalam jumlah besar antara lain Papua, Maluku, Sulawesi Selatan dan Kepulauan Riau. Jumlah produksi ikan kakap merah yang berasal dari provinsi Papua mengalami peningkatan selama periode tahun 2011-2013, secara berturut-turut nilainya sebesar 33.892 ton, 33.926 ton dan 34.195 ton. Produksi ikan kakap merah dari provinsi Maluku terbilang cukup tinggi, dimana pada tahun 2011 produksi sebesar 9.499 ton, kemudian sempat mengalami penurunan produksi tahun 2012 yang hanya sebesar 9.451 ton dan meningkat di tahun 2013 dengan total produksi mencapai 10.025 ton. Sementara itu produksi yang cukup berfluktuatif yaitu berasal dari provinsi Sulawesi Selatan dan Kepulauan Riau. Produksi ikan kakap merah dari provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2011 tergolong

cukup tinggi yakni sebesar 8.237 ton, terjadi peningkatan pada tahun 2012 dimana produksi sebesar 8.430 dan terjadi penurunan angka produksi yang cukup drastis pada tahun 2013 yang hanya mampu memproduksi sebesar 7.250 ton.

Jumlah produksi ikan kakap merah dari provinsi Kepulauan Riau terhitung cukup tinggi. Pada tahun 2011 mampu memproduksi sebesar 8.834 ton, terjadi penurunan produksi pada Tahun 2012 dimana jumlah produksi hanya 7.709 ton. Akan tetapi pada tahun 2013 produksi dapat kembali meningkat yaitu sebesar 10.384 ton. Selain provinsi yang menghasilkan produksi ikan kakap merah dalam jumlah tinggi, seyogyanya perlu dilihat pula provinsi yang berpotensi menghasilkan angka produksi yang cukup baik. Provinsi tersebut diantaranya Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Timur, Bangka Belitung dan Kalimantan Timur. Secara lengkap Tabel 3 menunjukkan jumlah produksi masing-masing provinsi selama periode Tahun 2011-2013.

Tabel 3 Jumlah produksi ikan kakap merah berdasarkan provinsi di Indonesia.

Kakap Merah		Tahun - Produksi dalam Ton		
No	Provinsi	2011	2012	2013
1.	Aceh	3.715	3.131	3.594
2.	Sumatra Utara	5.888	6.669	5.968
3.	Riau	59	-	-
4.	Kep. Riau	8.834	7.709	10.384
5.	Sumatra Barat	1.200	2.452	3.556
6.	Jambi	1.567	230	220
7.	Sumatra Selatan	708	713	720
8.	Kepulauan Bangka Belitung	3.424	4.399	4.584
9.	Bengkulu	453	371	333
10.	Lampung	731	2.655	1.253
11.	Banten	1.278	570	622
12.	DKI Jakarta	1.119	529	518
13.	Jawa Barat	5.288	5.940	4.008
14.	Jawa Tengah	928	835	1.074
15.	D.I. Yogyakarta	31	13	13
16.	Jawa Timur	4.732	5.903	6.341
17.	B a l i	95	259	154
18.	Nusa Tenggara Barat	3.649	3.334	2.602
19.	Nusa Tenggara Timur	3.118	2.466	2.225
20.	Kalimantan Barat	1.782	2.113	2.084
21.	Kalimantan Tengah	377	705	1.095
22.	Kalimantan Selatan	3.299	1.830	1.565
23.	Kalimantan Timur	3.653	3.870	3.944
24.	Sulawesi Selatan	8.237	8.430	7.250

	Kakap Merah	Tahun - Produksi dalam Ton		
		2011	2012	2013
25. Sulawesi Barat	1.305	653	880	
26. Sulawesi Tenggara	3.413	2.912	4.373	
27. Sulawesi Utara	1.043	1.230	1.435	
28. Gorontalo	520	338	282	
29. Sulawesi Tengah	1.986	2.522	4.474	
30. Maluku	9.499	9.451	10.025	
31. Maluku Utara	800	815	1.333	
32. Papua	33.892	33.926	34.195	
33. Papua Barat	2.045	2.102	2.312	

Produksi ikan kerapu di Indonesia tersebar hampir di seluruh wilayah. Berdasarkan Tabel 4 didapat bahwa daerah/provinsi yang mampu memproduksi ikan kerapu dalam jumlah besar antara lain Sumatera Utara, Sulawesi Selatan dan NTB. Jumlah produksi ikan kerapu yang berasal dari provinsi Sumatera Utara mengalami tren yang meningkat selama periode Tahun 2011-2014, secara berturut-turut nilainya sebesar 4.325 ton, 5.137 ton, 5.563 ton dan 5.465 ton. Sementara itu produksi yang cukup berfluktuatif yaitu berasal dari provinsi Sulawesi Selatan dan NTB. Produksi ikan kerapu dari provinsi Sulawesi Selatan pada Tahun 2011 hanya sebesar 2.148 ton, terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada Tahun 2012 dimana produksi sebesar 5.200 dan terjadi penurunan angka produksi pada Tahun 2013 dan 2014

secara berurutan sebesar 4.218 ton dan 4.362 ton.

Produksi ikan kerapu dari provinsi NTB pada Tahun 2011 hanya sebesar 4.438 ton, terjadi penurunan yang cukup signifikan pada Tahun 2012 dimana produksi hanya sebesar 3.322 ton dan kembali meningkat pada Tahun 2013 dengan produksi sebesar 3.993 ton. Pada tahun 2014 produksi hanya sebesar 3.623 ton. Selain provinsi yang menghasilkan produksi ikan kerapu dalam jumlah besar, seyogyanya perlu dilihat pula provinsi yang berpotensi menghasilkan angka produksi yang cukup baik. Provinsi tersebut diantaranya Bangka Belitung, Jawa Timur, NTT, Sulawesi Tengah dan Maluku. Secara lengkap Tabel 4 menunjukkan jumlah produksi masing-masing provinsi selama periode Tahun 2011-2014.

Tabel 4 Jumlah produksi ikan kerapu berdasarkan provinsi di Indonesia.

No	Provinsi	2011	2012	2013	2014
1.	Aceh	1.807	1.675	2.077	2.195
2.	Sumatra Utara	4.325	5.137	5.563	5.465
3.	Riau	-	-	-	-
4.	Kep. Riau	2.572	1.760	4.468	2.022
5.	Sumatra Barat	1.396	1.921	1.551	1.480
6.	Jambi	-	-	5	5
7.	Sumatra Selatan	-	-	-	-
8.	Kepulauan Bangka Belitung	2.405	2.726	2.575	2.889
9.	Bengkulu	534	434	412	388
10.	Lampung	2.045	745	482	568
11.	Banten	717	324	455	450
12.	DKI Jakarta	-	-	14	37
13.	Jawa Barat	187	1.095	1.207	150
14.	Jawa Tengah	932	976	1.102	1.668
15.	D.I. Yogyakarta	2	1	1	67
16.	Jawa Timur	3.309	1.558	2.389	1.936
17.	B a l i	671	668	705	677
18.	Nusa Tenggara Barat	4.438	3.322	3.993	3.623
19.	Nusa Tenggara Timur	2.733	2.435	2.172	2.521

No	Provinsi	2011	2012	2013	2014
20.	Kalimantan Barat	512	559	799	499
21.	Kalimantan Tengah	-	-	-	-
22.	Kalimantan Selatan	763	1.957	1.607	1.140
23.	Kalimantan Timur	1.862	1.051	922	508
24.	Sulawesi Selatan	2.148	5.200	4.218	4.362
25.	Sulawesi Barat	142	466	1.861	747
26.	Sulawesi Tenggara	2.270	1.461	1.031	1.675
27.	Sulawesi Utara	640	626	3.992	1.007
28.	Gorontalo	18	1.267	292	197
29.	Sulawesi Tengah	1.930	2.907	2.855	5.459
30.	Maluku	3.582	3.808	3.733	3.447
31.	Maluku Utara	1.395	1.406	1.769	3.100
32.	Papua	335	351	358	1.578
33.	Papua Barat	652	671	666	656

4.4 Data kandungan metil merkuri pada ikan di Korea Selatan

Belum banyak diperoleh data mengenai kandungan metil merkuri pada ikan yang diperoleh dari negara-negara anggota Codex. Hal ini mengingat pengujian untuk metil merkuri membutuhkan biaya yang tinggi dan metode uji yang lebih rumit. Namun pada saat diskusi sidang CCCF ke-10 di Belanda, Korea Selatan menyampaikan data terkait kandungan metil merkuri sebagaimana terlihat pada Tabel 5.

Data mengenai besarnya kandungan metil merkuri berasal dari 12 jenis ikan. Jenis ikan yang mengandung metil merkuri tertinggi ialah ikan hiu. Dari 45 sampel ikan hiu yang diuji diperoleh nilai kandungan metil merkuri tertinggi

yaitu sebesar 5,93 mg/kg. Sedangkan untuk ikan tuna, ada 2 (dua) kategori sampel yang diuji yaitu dalam wujud ikan segar dan ikan dalam kaleng. Spesies ikan tuna segar yang dijadikan sampel yaitu *bigeye* tuna dan *bluefin* tuna. Total jumlah sampel ikan tuna *bigeye* sebanyak 40 sampel. Dari sampel tersebut diperoleh nilai kandungan total merkuri tertinggi yaitu sebesar 1,36 mg/kg. Sedangkan spesies ikan tuna *bluefin* jumlah sampel yang diuji sebanyak 26 sampel. Dari sampel tersebut diperoleh nilai kandungan metil merkuri tertinggi yaitu sebesar 0,96 mg/kg. Data kandungan metil merkuri spesies ikan yang diperoleh dari Korea Selatan terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Kandungan metil merkuri ikan Korea Selatan.

Spesies Ikan	Jumlah Sampel	Mean (mg/kg)	Median (mg/kg)	Maksimum (mg/kg)
Inshore hagfish	35	0,61	0,66	1,38
Shark	45	0,81	0,49	5,93
Patagonian toothfish	40	0,76	0,65	2,35
Other tuna	22	0,11	0,04	0,65
Bigeye tuna	40	0,36	0,24	1,36
Bluefin tuna	26	0,18	0,00	0,96
Other marlin	28	0,49	0,32	1,52
Swordfish	32	1,03	1,07	1,79
Tuna-canned	44	0,02	0,02	0,19
Tuna-canned				
Albacore	3	0,15	0,14	0,19
Skipjack	24	0,03	0,02	0,23
Yellowfin	6	0,07	0,03	0,32

Sumber: sidang CCCF ke-10 (2016).

4.5 Hasil Pengujian Sampel Ikan

Pengujian Sampel ikan (tuna, kerapu dan kakap merah) dilakukan di laboratorium PT. SGS Indonesia, Jakarta. Berdasarkan hasil pengujian untuk sampel ikan tuna sebanyak 16 sampel dari

4 kota diperoleh data bahwa seluruh sampel baik bagian daging (punggung, ekor, perut) dan kulit tidak terdeteksi kandungan metil merkuri. Sementara itu untuk sampel ikan kerapu sebanyak 4 sampel diperoleh data bahwa seluruh sampel tidak terdeteksi kandungan metil

merkuri. Sedangkan untuk jenis ikan kakap merah, yang berasal dari 4 (empat) lokus pengambilan sampel, diperoleh data bahwa 3 (tiga) sampel tidak terdeteksi kandungan metil merkuri dan hanya 1 (satu) yang mengandung metil merkuri sebesar 0,66 mg/kg yaitu sampel yang berasal dari Cilacap.

Menurut Riani (2012) dalam Syahrizal (2017) bahwa bahan beracun dan berbahaya seperti logam berat, terdapat di dalam ekosistem perairan tawar dan laut bukan hanya berasal dari kegiatan industri, tapi juga berasal dari kegiatan lain seperti dari limbah domestik, limbah pertanian, limbah rumah sakit, limbah dari berbagai kegiatan ekonomi lain yang ada di darat dan sebagainya. Selain itu, menurut Mukhtator (2002) bahwa sumber pencemaran

lingkungan perairan laut bisa disebabkan oleh limbah eksplorasi dan produksi minyak dimana kegiatan operasi industri minyak lepas pantai mengakibatkan beban pencemaran yang serius pada lokasi tertentu, mulai dari pencemaran panas, kekeruhan akibat padatan terlarut, sampai dengan pencemaran panas, kekeruhan akibat padatan terlarut, sampai dengan pencemaran kimiawi dari bahan organik dan logam-logam berbahaya. Hal lainnya dikarenakan tumpahan minyak ke laut yang berasal dari kapal tanker. Adanya PLTU dan perusahaan minyak yang beroperasi di Cilacap berkorelasi terhadap kandungan merkuri pada sampel ikan yang diuji. Hasil pengujian sampel ikan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian sampel ikan kandungan metil merkuri.

No.	Lokus Sampel	Nama Ikan	Kandungan			
			Metil Merkuri		Hasil	
			Unit(s)	LOD	LOQ	
		Tuna <i>Thunnus albacares</i>				
1	Aceh	Punggung	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
2		Perut	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
3		Ekor	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
4		Kulit	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
		Tuna <i>Thunnus albacares</i>				
5	Jakarta	Punggung	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
6		Perut	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
7		Ekor	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
8		Kulit	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
		Tuna <i>Thunnus albacares</i>				
9	Cilacap	Punggung	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
10		Perut	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
11		Ekor	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
12		Kulit	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
		Tuna <i>Thunnus albacares</i>				
13	Bitung	Punggung	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
14		Perut	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
15		Ekor	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
16		Kulit	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
17	Aceh	Kerapu <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
18	Jakarta	Kerapu <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
19	Cilacap	Kerapu <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
20	Bitung	Kerapu <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>
21	Aceh	Kakap Merah <i>Lutjanus caprchanus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	<i>Not detected</i>

No.	Lokus Sampel	Nama Ikan	Kandungan			
			Metil Merkuri			Hasil
			Unit(s)	LOD	LOQ	
22	Jakarta	Kakap Merah <i>Lutjanus capprchanus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	Not detected
23	Cilacap	Kakap Merah <i>Lutjanus capprchanus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	0,66
24	Bitung	Kakap Merah <i>Lutjanus capprchanus</i>	mg/Kg	0,1	0,25	Not detected

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium PT. SGS Indonesia.

Hasil pengujian dari seluruh sampel ikan menunjukkan bahwa nilainya tidak ada yang melebihi acuan *General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed* (GSCTFF) yang sebesar 1 mg/kg untuk kandungan metil merkuri ikan predator. Apabila mengacu pada persyaratan SNI 2729:2013 (Ikan segar), didalam SNI tersebut hanya mengatur persyaratan cemaran logam total merkuri sebesar 0,5 mg/kg untuk ikan selain predator dan 1 mg/kg untuk ikan predator. Perbedaan kandungan merkuri dalam tubuh ikan uji disebabkan oleh kemampuan serapan biota terhadap logam yang berbeda, dan sangat tergantung pada ukuran dan sifat makan organisme (Narasiang, 2015).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 16 sampel ikan tuna dari 4 kota terlihat bahwa seluruh sampel baik bagian daging (punggung, ekor, perut) dan kulit tidak terdeteksi kandungan metil merkuri. Kemudian hasil pengujian untuk 4 sampel ikan kerapu terlihat bahwa seluruh sampel tidak terdeteksi kandungan metil merkuri. Sedangkan hasil pengujian untuk untuk jenis ikan kakap merah, yang berasal dari 4 (empat) lokus pengambilan sampel, terlihat bahwa 3 (tiga) sampel tidak terdeteksi kandungan metil merkuri dan hanya 1 (satu) yang mengandung metil merkuri sebesar 0,66 mg/kg yaitu sampel yang berasal dari Cilacap.

Saran

1. Dalam SNI 2729:2013, Ikan segar sebaiknya ditambah parameter uji yaitu metil merkuri.
2. Instansi pembina perlu mempertimbangkan kelengkapan LPK terkait dengan pengujian parameter metil merkuri pada ikan.
3. Penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan menambah jenis ikan lain dan menambah lokasi pengambilan sampel yang berbeda

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Standardisasi BSN yang telah membiayai penelitian ini pada Tahun 2016. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak yang mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- CCCF 10th session. 2016. Discussion Paper on *Maximum Levels For Methylmercury In Fish*. Rotterdam.
- Clarkson, T. 2006. The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds. *Critical Reviews in Toxicology*. Vol 36:609–662.
- Devi, K.P. 2016. Analisis Pengendalian Mutu Pada Pengolahan Ikan Pelagis Beku Di PT. Perikanan Nusantara (Persero) Cabang Benoa Bali. Skripsi. Universitas Udayana.
- Hutagalung H.P. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. Dalam Ocean IX No. 1 Tahun 1984. Hal. : 12-19.
- Kathleen, A. H. 2006. Peripheral Neuropathy: Pathogenic Mechanisms and Alternative Therapies. *Technical Advisor, Thorne Research, Inc.. Editor-In-Chief*. 11 (4):294-321.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Statistik Perikanan Tangkap di Laut Menurut Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI), 2005-2014. Jakarta.
- Lasut, M.T. 2009. Proses Bioakumulasi Merkuri (Hg) Pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol, *Jurnal Matematika dan Sains*. Universitas Sam Ratulangi.
- Narasiang, A.A, Lasut, Markus T, Kawung, Nikson J. 2015. Akumulasi Merkuri (Hg) pada Ikan di Teluk Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* Volume 1 Nomor 1 Tahun 2015 Hal 8-14.

- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ridhowati, S. 2013. *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sudjana, Nana dan Ibrahim. 2001. *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung : Sinar Baru Algensindo
- Suyanto. 2010. Residu Logam Berat Ikan Dari Perairan Tercemar Di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Universitas Muhamadiyah Semarang. vol1.
- Syahrizal, Arifin, M. Yusuf. 2017. Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air Dan Daging Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) Di Kja Danau Sipin Jambi *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau* Volume 2 Nomor 1 Tahun 2017 Hal 9-17.
- Simbolon D. 2008. Pendugaan Daerah Penangkapan Ikan Tongkol Berdasarkan Pendekatan Suhu Permukaan Laut Deteksi Satelit dan Hasil Tangkapan di Perairan Teluk Palabuhanratu. *Jurnalitbangda NTT*. 04 : 23-30.
- Widowati, W., Sastiono. A., Rumampuk, R.J. 2008. *Efek Toksikologi Logam*. Yogyakarta: Andi.

