

KAJIAN RISIKO KESEHATAN KONSUMEN KERANG HIJAU YANG MENGANDUNG SAKSITOKSIN DI CILINCING JAKARTA UTARA

Consumer Health Risk Assessment of Green Mussel Containing Saxitoxin in Cilincing, North Jakarta

Murdahayu Makmur¹, Setyo S. Moersidik², Djarot S. Wisnubroto¹, Haryoto Kusnoputranto³

¹Peneliti Badan Tenaga Nuklir Nasional

²Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia

³Departemen Kesehatan Lingkungan FKM & Program Studi Ilmu Lingkungan PPS Universitas Indonesia

Email: murdahayu@yahoo.com

Diterima: 22 Februari 2014; Direvisi: 30 April 2014; Disetujui: 30 Mei 2014

ABSTRACT

A health risk assessment has been carried out for the green mussel consumers containing saxitoxin in green mussel farming in Cilincing North Jakarta. This study was conducted because saxitoxin was detected in green mussel, which is include in PSP toxins that came from locally mussel farming. Saxitoxin could give a paralytic impact on consumers of green mussel and acute impacts to death if consumed in large quantities of mussel. So we need a study to calculate the value of quotient risk for consumers of green mussels in coastal areas of Cilincing. Data collection techniques using purposive sampling system with the inclusion criteria using dropping system. The number of samples that required was calculated based on samples quantities using Slovin formula. By using the maximum portion sizes of Cilincing consumer of 650,70 g saxitoxin, the exposure value of 1,88 mg/kg bw value and is still below the exposure value agreed by the EFSA panel is 5,3 mg/kg bw. Based on the RQ value for the highest exposure is about 0,35, meaning the value of $RQ < 1$, it can be concluded that the pattern of consumption and the concentration of toxins in mussels do not pose a risk to health of green mussel consumers in Cilincing.

Keywords: *Green mussel, Saxitoxin, Risk Assessment, Human Health, Cilincing*

ABSTRAK

Telah dilakukan kajian risiko kesehatan konsumen kerang hijau yang mengandung saksitoksin di perkampungan nelayan kerang hijau Cilincing Jakarta Utara. Penelitian ini dilakukan karena terdeteksinya saksitoksin yang termasuk dalam toksin PSP pada kerang yang berasal dari bagan kerang hijau setempat. Saksitoksin bisa memberikan dampak kelumpuhan terhadap konsumen kerang hijau dan berdampak ke kematian akut apabila dikonsumsi dalam jumlah besar. Sehingga diperlukan suatu penelitian untuk menghitung nilai kuasi risiko konsumen kerang hijau di wilayah pesisir Cilincing. Teknik pengumpulan data menggunakan sistem sampel purposive dengan kriteria inklusi dengan sistem drop. Jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini dihitung berdasarkan rumus Slovin. Dengan menggunakan ukuran porsi maksimum masyarakat Cilincing sebesar 650,70 g maka nilai pajanan saksitoksin sebesar 1,88 $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.b. nilai masih di bawah nilai pajanan yang disepakati oleh panel EFSA yaitu 5,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.b. Berdasarkan nilai RQ untuk pajanan tertinggi yaitu sekitar 0,35, berarti nilai $RQ < 1$, dapat dikatakan bahwa pola konsumsi dan konsentrasi toksin pada kerang hijau tidak memberikan risiko terhadap kesehatan masyarakat pesisir Cilincing.

Kata kunci: Kerang Hijau, Saksitoksin, Kajian risiko, Kesehatan masyarakat, Cilincing

PENDAHULUAN

Kecamatan Cilincing merupakan salah satu kecamatan yang ada di wilayah Kota Administrasi Jakarta Utara, terdiri dari 7 kelurahan dengan jumlah penduduk sebanyak 371.376 jiwa dimana jumlah laki-laki sebanyak 184.992 jiwa dan perempuan sebanyak 186.384 jiwa dengan jumlah

nelayan sebanyak 8.756 jiwa (BPS, 2010). Sebagian besar masyarakat di Kecamatan Cilincing berprofesi di bidang industri dan perdagangan, kemudian diikuti oleh pertanian dan sektor lainnya. (BPS Jakarta Utara, 2011).

Walaupun demikian, Cilincing merupakan penghasil kerang hijau terbesar di

DKI Jakarta, dimana jumlah nelayan kerang hijau pada tahun 2010 berjumlah 286 orang, yang merupakan 70% dari total jumlah nelayan kerang hijau DKI Jakarta dan melibatkan sekitar 1.200 orang tenaga kerja. Nelayan, pengepul dan pekerja usaha kekerangan, terutama kerang hijau di Kecamatan Cilincing ada di dua kelurahan yaitu Kelurahan Cilincing dan Kelurahan Kalibaru yang lokasinya terletak di sepanjang pantai (BPS Jakarta Utara, 2011).

Nelayan dan pengepul kerang hijau menempati sepanjang pesisir pantai di kedua kelurahan tersebut, melibatkan hampir separuh dari penduduknya yang bekerja sebagai nelayan kerang, kuli timbang, kuli panggul, perebus kerang, hingga pengupas dan pembersih kerang, yang terdiri atas laki-laki dan perempuan dewasa sampai anak-anak. Dapat dikatakan bahwa, denyut nadi kehidupan di daerah sepanjang pesisir tidak dapat dilepaskan dari usaha kerang hijau.

Perairan Cilincing yang masuk ke dalam zonasi Teluk Jakarta yang mendapat tekanan serius pencemaran melalui limbah hasil kegiatan semua manusia di Kota Jakarta dan sekitarnya. Secara ekonomis, perairan ini merupakan lahan kehidupan ribuan manusia, mulai dari nelayan, pelaku bisnis, hingga masyarakat umum lainnya. (BPLHD Jakarta, 2009). Dampak masuknya pencemar organik dari daratan ke Teluk Jakarta membuat perairan ini menjadi demikian subur, bahkan kelewatan subur yang dinamakan dengan *Hyper-eutrophic*, yaitu perairan dengan tingkat kesuburan sangat tinggi. Pada umumnya terjadi di sekitar muara sungai dan sepanjang pantai, yang secara intensif menerima masukan langsung air sungai dari daratan. (Afdal dan Sumijo, 2008).

Sangat tingginya kesuburan perairan Teluk Jakarta ini memiliki dua sisi yang berbeda. Satu sisi adalah sisi positif, yaitu membawa manfaat yang tinggi bagi masyarakat, khususnya bagi nelayan dan pembudidaya kerang, utamanya jenis kerang hijau (*Perna viridis*) yang memiliki pasar yang cukup baik. Pertumbuhan kerang yang dibudidayakan demikian bagus, karena melimpahnya makanan, yaitu plankton yang merupakan implikasi dari tingginya kandungan unsur di perairan yang sangat subur ini.

Sementara itu, sisi negatif dari tingginya tingkat kesuburan perairan Teluk Jakarta, antara lain timbulnya kejadian ledakan fitoplankton yang rutin terjadi di kawasan ini. Selain dapat menimbulkan kematian massal ikan melalui berkurangnya nilai oksigen terlarut, ledakan fitoplankton ini juga dapat mengganggu kawasan wisata bahari melalui penurunan nilai estetika perairan.

Kematian puluhan ribu ekor ikan, udang, kepiting, kerang dan remis di perairan Ancol Jakarta, pada bulan Mei dan November tahun 2004, diduga penyebabnya adalah karena ledakan alga yang menyebabkan ikan kekurangan oksigen dan atau tersumbatnya insang karena tingginya kelimpahan fitoplankton. Kelimpahan tercatat pada saat Bulan Mei 2004 antara 2,5–4,2x10⁶ sel/l dengan 12 spesies, terdiri atas 4 spesies diatom and 8 species dinoflagelata. Pada November 2004, kelimpahan dinoflagelata sekitar 2,8x10⁶ sel/l, didominasi oleh *Prorocentrum micans* (2,3x10⁶ sel/l), yang juga ditemukan pada kejadian Bulan Mei 2004 (Thoha *et al.*, 2007).

Beberapa spesies toksik juga dijumpai di perairan Teluk Jakarta, seperti *Proto-peridinium spp*, *Gymnodinium spp*, dan *Alexandrium spp*, walaupun masih dalam jumlah sedikit (Sutomo, 1993). Penelitian keberadaan kista di Teluk Jakarta oleh Kurniawan (2008) menyatakan bahwa ditemuinya kista dinoflagelata pada sedimen di kedalaman 0–4 cm. Spesies yang ditemui antara lain *Alexandrium sp* dan *Gymnodinium sp* dengan kelimpahan mencapai 1.884 kista/cm³ dan 4.083 kista/cm³. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa di Teluk Jakarta telah ditemukan dinoflagelata penghasil saksitoksin.

Saksitoksin yang tergolong ke dalam kelompok PSP atau *Paralytic Shellfish Poisoning*, jika masuk ke jejaring makanan akan berisiko terhadap kesehatan manusia, karena toksin tersebut akan berpindah ke predator setingkat di atas fitoplankton seperti zooplankton dan bivalva atau kerang kerangan termasuk kerang hijau dan kemudian berpindah ke manusia yang memakannya. Toksin PSP ini akan menyebabkan mulai dari sensasi tebal di sekitar mulut sampai menyebabkan

kelumpuhan pada saluran pernapasan yang memicu kematian.

Kerang hijau termasuk *filter feeder* yang memakan fitoplankton, bakteri, jamur, dan bahan organik yang berukuran 0,46 mikron atau kurang. Makanan yang tersuspensi dalam air dimanfaatkan dengan jalan menyaring air di lingkungan tempat hidupnya. Penelitian tentang isi perut kerang hijau menunjukkan bahwa makanan kerang hijau terdiri dari diatom, detritus, tintinids, branchiopoda, larva bivalva, gastropoda, dinoflagelata, *Chlorophyceae*, dan *Cyanophyceae* (Jubaedah, 2001). Menurut Grave & Fox dalam Jubaedah (2001), pada bivalva terjadi seleksi makanan secara kualitatif, yaitu memilih atau mengambil makanan berdasarkan bentuk, ukuran, dan kelimpahan di perairan tersebut. Dengan demikian, saat terjadi ledakan alga tertentu, maka kelimpahan relatif alga tersebut di dalam perut kerang juga tinggi. Oleh karena itu, ketika terjadi ledakan alga *Gonyaulax sp* atau *Gymnodinium sp* yang termasuk ke dalam alga penghasil toksin PSP, dikawatirkan kerang hijau di perairan tersebut akan mengakumulasi toksin PSP yang tinggi juga (Jubaedah, 2001).

Kerang hijau banyak di budidayakan di perairan Teluk Jakarta, dimana jumlah bagan kerang pada tahun 2006 mencapai 1.396 bagan dengan produksi tahun sebesar 200.000 ton (BPS, 2010). Data terakhir pada tahun 2010, jumlah bagan sekitar 1.307 bagan dengan produksi tahun menurun menjadi 34.000 ton pertahun, dimana 85% berasal dari Cilincing (BPS Jakarta Utara, 2011). Walaupun demikian, kerang hijau masih menjadi andalan sumber protein murah dan banyak diminati oleh masyarakat.

Teluk Jakarta sangat berpotensi terjadi *blooming* dinoflagelata dan karena Cilincing merupakan penghasil kerang hijau terbesar di Jakarta, maka perpindahan saksitoksin dari alga ke kerang hijau sangat mungkin terjadi dan melalui rantai makanan akan sampai ke konsumen, dan akan menimbulkan dampak sosial yang luas. Dengan demikian, mempelajari keberadaan saksitoksin pada kerang hijau, perpindahannya ke manusia menjadi penting,

termasuk mempelajari risiko terhadap kesehatan masyarakat sebagai upaya menjaga masyarakat dari kerentanan pangan yang tidak aman.

Pada penelitian ini akan ditinjau keberadaan saksitoksin pada kerang hijau dan implikasinya terhadap kesehatan masyarakat pesisir Cilincing yang mengkonsumsi kerang hijau. Keluaran hasil penelitian nilai kuasi risiko untuk mengetahui aman atau tidak konsumen kerang hijau dalam mengkonsumsi kerang hijau

BAHAN DAN CARA

Data konsumsi masyarakat Cilincing terhadap kerang hijau didapatkan dari kuesioner. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara dengan nelayan dan masyarakat yang tinggal dan berdomisili di perkampungan nelayan Cilincing, Jakarta Utara. Responden tersebar pada dua kelurahan, yaitu Rukun Warga (RW) 4 di Kelurahan Cilincing dan RW 01, 03, 013, dan 014 di Kelurahan Kalibaru, termasuk masyarakat yang datang dan membeli kerang hijau di daerah tersebut.

Teknik pengumpulan data menggunakan sistem sampel purposif dengan kriteria inklusi, yaitu hanya pada responden yang mengkonsumsi kerang hijau di Cilincing. Hal ini dilakukan dengan sistem drop, yaitu mengajukan pertanyaan kunci atau *proxy*, apakah responden mengkonsumsi kerang hijau atau tidak. Jika jawabannya ya, maka responden dapat diambil untuk diwawancarai lebih lanjut. Jika jawabannya tidak, maka responden tersebut tidak diambil.

Jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak n sampel dan dihitung berdasarkan rumus Slovin (Setiawan, 2007) dengan dasar jumlah penduduk pada RW terpilih. Rekapitulasi jumlah penduduk pada kedua RW terpilih yang menjadi dasar perhitungan jumlah responden dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi jumlah penduduk di Kelurahan Cilincing dan Kalibaru

No	Kelurahan	RW	Jumlah Penduduk
1	Cilincing	4	5579 ^a
2	Kalibaru	1	7138 ^b
3	Kalibaru	3	7574 ^b
4	Kalibaru	13	7477 ^b
5	Kalibaru	14	4942 ^b
Total			32710

Sumber data: (a) Kelurahan Cilincing, 2011, (b) Kelurahan Kalibaru, 2011

Rumus Slovin yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan adalah:

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1} \quad (1)$$

Keterangan:

- n : jumlah sampel minimal
- N: jumlah populasi penelitian (jumlah penduduk pada RW terpilih pada kedua kelurahan = 32.710 orang)
- d: presisi yang digunakan (dalam penelitian ini), $\alpha=10\%$

Dengan menggunakan rumus Slovin, diperoleh jumlah sampel minimal sebesar 100 responden. Mempertimbangkan jumlah nelayan kerang hijau yang aktif dan masyarakat luar yang

datang dan membeli kerang hijau ke daerah tersebut, jumlah responden ditetapkan sebanyak 200 orang dengan rincian 100 orang masyarakat umum, 50 orang nelayan kerang hijau dan 50 orang masyarakat di luar kedua kelurahan tersebut yang datang dan membeli kerang kerang hijau ke Cilincing Jakarta Utara.

Karakterisasi Risiko Kesehatan Masyarakat

Untuk menghitung jumlah pajanan saksitoksin oleh masyarakat yang mengkonsumsi kerang hijau didasarkan kepada hasil analisis saksitoksin pada kerang hijau yang dilakukan di laboratorium, hasil survei jumlah porsi sekali makan konsumen kerang hijau. Data tersebut dimasukkan kedalam formula sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pajanan (I)} = \frac{\text{Konsentrasi saksitoksin (C)} \times \text{jumlah porsi (P)}}{\text{Berat badan (BW)}} = \quad (2)$$

Dimana :

- I = jumlah pajanan saksitoksin dalam $\mu\text{g}/\text{kg bw}$
- C = *concentration* = Konsentrasi saksitoksin dalam $\mu\text{g STX eq. per } 100 \text{ g}$
- P = *portion* = Jumlah porsi sekali makan dalam g
- BW = *body weight* = berat badan dalam kg

Risiko saksitoksin dapat dinyatakan sebagai *Risk Quotient* (RQ), yang dihitung dengan membagi asupan (I) dengan dosis referensi (RfD) dimana:

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

HASIL

Profil responden penelitian

Survei dilakukan di 2 (dua) kelurahan di Kecamatan Cilincing, yaitu Kelurahan Cilincing dan Kelurahan Kalibaru, yang tersebar di beberapa RW yang terletak di pesisir pantai. Survei juga dilakukan di TPI Cilincing dengan responden terjaring berupa pedagang dan konsumen dari luar Cilincing yang membeli kerang hijau langsung dari nelayan untuk dijual kembali atau untuk dikonsumsi sendiri.

Jumlah responden yang terkumpul sebanyak 206 orang, dimana sejumlah 99

orang atau 48% berjenis kelamin laki-laki dan sisanya 107 orang atau 52% adalah perempuan. Sebanyak 6 responden orang di *drop* karena ketika ditanyakan pertanyaan kunci, tidak mengkonsumsi kerang hijau, sehingga total responden yang ditindaklanjuti berjumlah 200 orang. Sebaran tempat tinggal responden terdiri dari 85% atau 170 orang bertempat tinggal di dua kelurahan dan sisanya 15% atau sebanyak 30 orang berasal

dari daerah sekitar yang datang membeli kerang hijau.

Sebaran profesi responden terdiri dari nelayan dan pengepul kerang, buruh kupas, pedagang kerang dan masyarakat umum dengan komposisi berturut turut 50 orang (25%), 16 orang (8%), 12 orang (6%) dan 122 orang (61%). distribusi frekuensi menurut sebaran tempat tinggal dan profesi responden pada masyarakat pesisir Cilincing dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi frekuensi responden menurut sebaran tempat tinggal dan profesi masyarakat di Cilincing

Karakter	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Tempat Tinggal		
1 Kelurahan Cilincing	56	28
2 Kelurahan Kalibaru	114	57
3 Responden dari Luar	30	15
Profesi		
1 Nelayan dan pengepul kerang	50	25
2 Buruh kupas	16	8
3 Pedagang kerang	12	6
4 Masyarakat umum	123	61

Konsumsi Kerang Hijau

Frekuensi konsumsi kerang hijau dari responden terbanyak adalah satu kali seminggu (24%), dan terendah 2-6 kali seminggu (4,5%). Setiap responden juga ditanyakan sumber kerang hijau yang dikonsumsi, dimana 72 orang atau 36% menjawab bahwa kerang hijau yang mereka

konsumsi diambil sendiri dari bagan atau diberi oleh saudara atau tetangga yang mempunyai bagan kerang di Cilincing. Sebanyak 128 orang atau 64% membeli kerang hijau di pasar Cilincing. Data distribusi frekuensi responden menurut konsumsi dan cara memperoleh kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi frekuensi responden menurut konsumsi dan cara memperoleh kerang hijau di Cilincing, 2011

Karakter	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Frekuensi konsumsi		
1 Jarang/bergantung pada musim	31	15,5
2 Sekali sebulan	44	22
3 2 -3 kali sebulan	42	21
4 Sekali seminggu	48	24
5 2-6 kali seminggu	9	4,5
6 Setiap hari	26	13
Cara perolehan		
1 Beli	128	64
2 Bagan sendiri/diberi	72	36

Pertanyaan terpisah mengenai asal kerang diajukan kepada penjual kerang hijau di Pasar Cilincing, kepada nelayan di TPI

Cilincing dan kepada pengepul kerang hijau di Kelurahan Cilincing dan Kelurahan Kalibaru terhadap 45 orang yang dipilih

secara acak dengan metode *accidental random sampling*. Hasil respondensi asal kerang yang dijual di Pasar Cilincing, yang didaratkan di TPI Cilincing dan yang dibeli oleh pengepul semuanya atau 100% menjawab berasal dari bagan kerang di Cilincing. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa asal kerang yang dikonsumsi oleh responden berasal dari kawasan budidaya kerang hijau Cilincing.

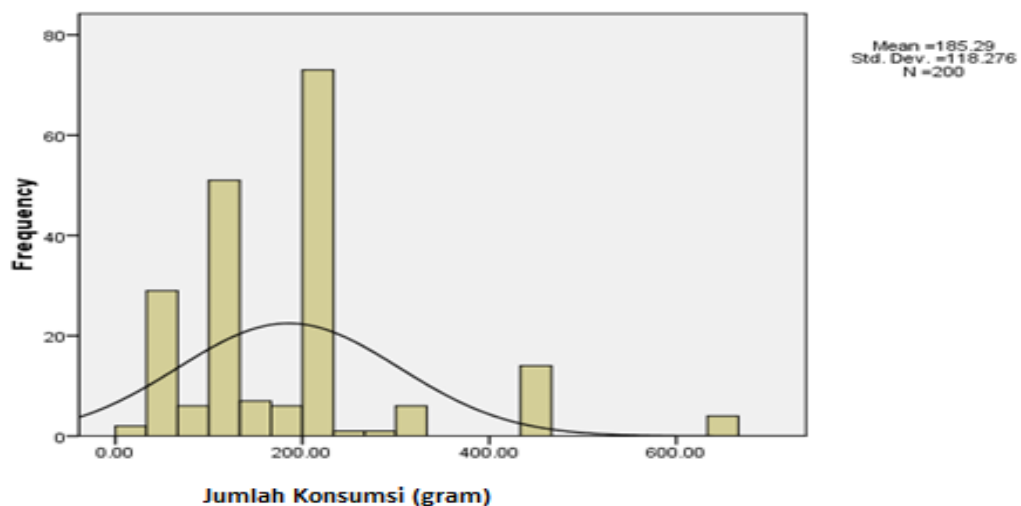
Jumlah kerang yang dimakan dihitung berdasarkan berat kerang segar bercangkang, dimana jumlah terbanyak sejumlah 3 kg dan jumlah terkecil 200 g. Untuk dapat menentukan berat isi kerang yang dikonsumsi telah dilakukan studi di laboratorium untuk mendapatkan nilai konversi dari berat kerang segar bercangkang ke berat isi daging kerang yang dimakan oleh responden. Hasil penelitian pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase berat isi kerang per kerang bercangkang

No ulangan	Berat kerang bercangkang	Berat isi setelah direbus	Persentase isi/kerang bercangkang
1	102,18	19,35	18,93
2	106,13	26,58	25,05
3	106,31	22,69	21,34
4	101,03	20,74	20,53
5	97,48	22,22	22,79
6	99,66	18,15	18,21
7	99,70	26,63	26,71
8	100,91	25,91	23,74
9	101,35	18,15	17,91
Rata-rata isi kerang			21,69%

Didapatkan bahwa isi kerang yang dikonsumsi sejumlah 21,69%, dari keseluruhan berat kerang bercangkang mentah. Dengan demikian, didapatkan rata-rata jumlah konsumsi responden sebesar 185,29 g, median sebesar 173,52 g, nilai

minimum sebesar 21,69 g, jumlah konsumsi maksimum sebesar 650,70 g dan nilai persentil 95 sebesar 433,8 g untuk wilayah pesisir Cilincing. Data frekuensi konsumsi kerang hijau matang di masyarakat pesisir Cilincing dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah konsumsi kerang hijau dari responden masyarakat pesisir Cilincing

Data konsumsi di wilayah Cilincing dibandingkan dengan data konsumsi kerang dari beberapa negara yang tergabung dalam

EFSA. Ringkasan konsumsi produk kekerangan dari beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pola konsumsi kerang di beberapa negara didasarkan pada survei konsumsi makanan nasional

Negara	Konsumsi minimum (g)	Konsumsi Rata-rata (g)	Konsumsi Maksimum (g)	Persentil 95% (g)	Frekuensi konsumsi
Jerman ¹ 1985-1988	2	107	1.500	400	3 kali / minggu
Perancis ² 2004	nd	22	245	70	nd
Belanda ³ 1997-1998	nd	136	480	465	nd
UK ⁴ 2000-2001	nd	114	239	Nd	4 kali / minggu
Itali ⁵ 1994-1996	nd	83	1.000	Nd	4 kali / minggu
Cilincing ⁶ 2011	21,69	185,29	650,70	433,8	1 kali / minggu

Sumber:

¹NVS = *Nationale Verzehrstudie*, Adolf *et al.*, 1995 dalam EFSA 2009

²CALIPSO = *Fish and seafood consumption study and biomarker of exposure to trace elements, pollutants and omega 3*, Leblance *et al.*, 2006 dalam EFSA, 2009

³DNFCS = *Dutch National Food Consumption Survey*, Kistemaker *et al.*, 1998 dalam EFSA 2009

⁴NDNS = *National Diet and Nutrition Survey*, Henderson *et al.*, 2002 dalam EFSA 2009

⁵INN-CA = *Nationwide Nutritional Survey of Food Behaviour*, Turrini *et al.*, 2001 dalam EFSA 2009

⁶Primer, 2011

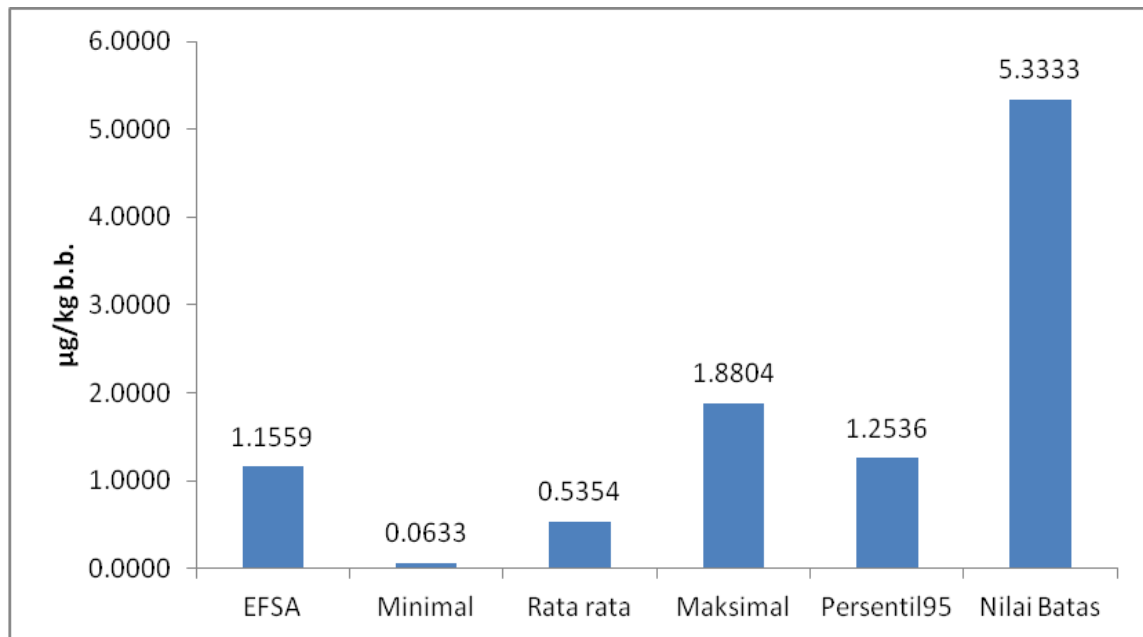
*nd = no data

Pajanan Saksitoksin terhadap konsumen kerang hijau di Cilincing Jakarta Utara

Data konsentrasi saksitoksin yang digunakan sebagai acuan pajanan saksitoksin terhadap konsumen adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh Makmur (2012), dimana saksitoksin yang terkandung dalam sampel kerang hijau yang diambil dari daerah Cilincing pada tanggal 2 Juni 2010 dengan konsentrasi sebesar 17,34 µg STX per 100 g (Makmur, 2012).

Dengan menggunakan 400 g sebagai ukuran porsi sekali makan yang disepakati oleh Panel EFSA dan berdasarkan Persamaan 2., didapatkan nilai pajanan saksitoksin untuk responden di masyarakat pesisir Cilincing dengan berat badan 60 kg sebesar 1,156 µg

per kg bb. Tetapi jika menggunakan ukuran porsi dari hasil survei di pesisir Cilincing, dengan nilai porsi konsumsi minimum sebesar 21,69 g, porsi konsumsi rata-rata sebesar 185,29 g, porsi konsumsi maksimum sebesar 650,70 g dan porsi konsumsi persentil 95 sebesar 433,8 g, maka nilai pajanan saksitoksin minimal sebesar 0,063 µg per kg bb.; rata-rata 0,535 µg per kg bb. dan nilai pajanan maksimum 1,880 µg per kg bb. Nilai pajanan dengan jumlah porsi yang sering digunakan adalah nilai persentil 95 dengan nilai sebesar 1,253 µg per kg bb. Perbandingan nilai pajanan saksitoksin berdasarkan jumlah porsi konsumsi dapat dilihat pada Gambar 2. dengan nilai pembanding adalah nilai pajanan porsi konsumsi yang disepakati oleh Panel EFSA.



Gambar 2. Perbandingan nilai pajanan saksitoksin berdasarkan ukuran porsi konsumsi kerang hijau pada masyarakat pesisir Cilincing Tahun 2011 dengan ukuran porsi EFSA

Pertanyaan tentang pengetahuan responden tentang bahaya racun di dalam kerang hanya 34 orang atau hanya 18% dari semua responden yang mengetahui tentang bahaya racun. Jenis racun yang diketahui oleh responden adalah logam berat dan tidak seorangpun yang tahu tentang adanya saksitoksin. Data responden yang mengetahui tentang bahaya racun pada kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 6.

Ketika responden diberikan penjelasan tentang jenis racun yang ada pada

daging kerang dan implikasinya terhadap kesehatan, sebanyak 81 orang atau 39% bersedia membayar lebih mahal untuk mendapatkan kerang hijau yang aman untuk dikonsumsi. Sejumlah 125 orang atau 61% responden beranggapan bahwa racun yang ada tidak mengganggu kesehatan mereka dan tidak perlu mengeluarkan uang lebih banyak untuk mendapatkan kerang hijau. Data responden yang bersedia membayar lebih mahal untuk kerang yang aman untuk dikonsumsi juga dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data responden yang mengetahui tentang bahaya racun pada kerang hijau dan kesediaan membayar lebih mahal

Persepsi	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Tahu bahaya racun di kerang hijau	34	18
Tidak tahu bahaya racun di kerang hijau	172	82
Responden yang bersedia membayar lebih mahal	81	39
Responden yang tidak bersedia membayar lebih mahal	125	61

Karakterisasi risiko

FAO/IOC dan WHO menggunakan jumlah konsumsi 100 g, 250 g dan 380 g daging kerang untuk dapat memberikan penjelasan jika diperlukan regulasi tambahan dengan menggunakan nilai ARfD dan nilai LOAEL. Dengan nilai ARfD 0,7 µg STXeq

per kg bb, nilai LOAEL sebesar 2 µg STXeq per kg bb dengan *safety factor* adalah 3, maka perbedaan konsumsi akan memberikan nilai level maksimum toksin yang diperbolehkan dalam daging kerang. Nilai tersebut dibandingkan dengan yang menggunakan nilai ARfD dan LOAEL yang disepakati Panel EFSA, yaitu 0,7 µg STXeq

per kg bb untuk nilai ARfD dan 2 µg STXeq data dapat dilihat pada Tabel 7.
per kg bb untuk nilai LOAEL. Perbandingan

Tabel 7. Ringkasan data yang digunakan dalam menurunkan nilai RfD akut

Grup toksin	FAO/IOC dan WHO STX	Panel EFSA–Eropa STX
LOAEL (1), NOAEL (2) µg per kg bb	2(1)	(2)1
Safety Factor Data manusia (H) Data hewan (A)	3(H)	3(H)
Provisional RfD akut ^a	0,7 µg per kg 42 µg per OD ^a	0,5 µg per kg 30 µg per OD ^a
Level maksimum yang diturunkan didasarkan konsumsi daging kerang (Shellfish meat, SM) 100g(1), 250g (2) dan 380g (3)	0,42 mg per kg SM1 0,17 mg per kg SM2 0,11 mg per kg SM3	0,30 mg per kg SM1 0,12 mg per kg SM2 0,08 mg per kg SM3
Level maksimum pada beberapa negara	0,8 mg per kg SM	0,8 mg per kg SM

^a = berdasarkan berat badan orang dewasa (OD) = 60 kg

Sumber data : Toyofuku, 2006

Kebiasaan makan kerang dan konsentrasi saksitoksin dalam daging kerang akan memberikan jumlah paparan yang berbeda dari tiap daerah. Seperti pada masyarakat pesisir pantai Cilincing dengan jumlah porsi yang cukup besar, maka level maksimum toksin yang diperbolehkan ada dalam kerang hijau yang dipasarkan akan semakin kecil. Sebagai contoh jika mengambil nilai minimal, nilai rata-rata dan nilai maksimum konsumsi kerang di masyarakat pesisir Cilincing, berturut turut

21,69 g; 185,29 g dan 650,70 g, maka level maksimum toksin yang diperbolehkan dalam daging kerang berkisar antara 0,05–1,94 mg per kg SM. Data lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8. Dengan demikian, konsumsi kerang yang lebih banyak akan berisiko lebih tinggi dibandingkan dengan konsumsi yang sedikit, dan regulasi tambahan yang ditetapkan harus lebih rendah dalam menjaga masyarakat akan risiko saksitoksin dalam bahan pangan.

Tabel 8. Ringkasan data yang digunakan dalam menurunkan nilai RfD akut

Grup toksin	FAO/IOC dan WHO STX	Panel EFSA – Eropa STX
LOAEL (1), NOAEL (2) µg per kg bb	2(1)	(2)1
Safety Factor Data manusia (H) Data hewan (A)	3(H)	3(H)
Provisional RfD akut ^a	0,7 µg per kg 42 µg per OD ^a	0,5 µg per kg 30 µg per OD ^a
Level maksimum yang diturunkan didasarkan pada konsumsi daging kerang (Shellfish meat, SM) pada masyarakat pesisir Cilincing (21,69 g, 185,29 g dan 650,709 g)	1,94 mg per kg SM1 0,23 mg per kg SM2 0,06 mg per kg SM3	1,38 mg per kg SM1 0,16 mg per kg SM2 0,05 mg per kg SM3
Level maksimum berdasarkan SNI	0,8 mg per kg SM atau 80 µg STXeq per 100 g SM.	0,8 mg per kg SM atau 80 µg STXeq per 100 g SM.

^a = berdasarkan berat badan orang dewasa (OD) = 60 kg

Penghitungan nilai kuasi risiko (risk quotion) RQ

Penghitungan nilai kuasi risiko didasarkan pada pajanan masyarakat pesisir Cilincing dengan nilai minimal, rata-rata, maksimum sebesar 0,063 µg per kg bb., pajanan saksitoksin rata-rata 0,535 µg per kg bb. dan nilai pajanan maksimum 1,880 µg

per kg bb. serta nilai pajanan dengan nilai persentil 95 adalah 1,253 µg per kg bb. Nilai toksisitas referensi maksimum yang disepakati oleh Panel EFSA adalah 5,3 µg per kg bb. sehingga dapat dihitung nilai RQ berdasarkan persamaan 3 Besaran nilai kuasi risiko dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Besaran nilai kuasi risiko saksitoksin pada masyarakat pesisir Cilincing

Kuasi risiko (RQ – Risk Quotion)	Nilai Pajanan µg per kg bb	Dosis Referensi (5,3 µg per kg bb)	Nilai RQ
Pajanan minimum	0,06	5,3	0,011
Pajanan Rata-rata	0,54	5,3	0,10
Pajanan Maksimum	1,88	5,3	0,35
Pajanan persentil 95%	1,25	5,3	0,24

PEMBAHASAN

Konsumsi Kerang Hijau di Masyarakat

Dari hasil penelitian, rata-rata jumlah konsumsi responden terhadap kerang hijau sebesar 185,29 g, dimana paling sedikit sebesar 21,69 g, dan terbanyak sebesar 650,70 g kerang mentah ini. Dibandingkan dengan data konsumsi kerang dari beberapa negara yang tergabung dalam EFSA seperti Jerman dalam survei konsumsi makanan nasionalnya tahun 1985–1988, mendapatkan konsumsi kerang minimum adalah 2 g (sebagai campuran dalam makanan), rata-rata 107 g, median 63 g, maksimum konsumsi sebesar 1.500 g dan persentil 95 sebesar 400 g (Volatier, 2000 dalam EFSA, 2009). Perancis dalam studinya tahun 2004 menemukan bahwa konsumsi maksimum masyarakatnya terhadap kekerangan adalah 245 g dengan persentil 95 sebesar 70 g dan rata-rata konsumsi 22 g (Leblance *et al.*, 2006 dalam EFSA 2009).

Belanda dalam survei konsumsi nasionalnya tahun 1997-1998 menemukan konsumsi kerang maksimum sebesar 480 g, rata-rata sebesar 136 g dan persentil 95 sebesar 465 g (Henderson *et al.*, 2002 dalam EFSA, 2009). The United Kingdom dalam survei nasionalnya tahun 2000-2001 menyimpulkan konsumsi kerang maksimum sebesar 239 g, dan rata-rata sebesar 114 g. Maksimum konsumsi di Itali sebesar 1.000 g dan rata-rata sebesar 83 g.

Kajian risiko Saksitoksin terhadap kesehatan kerang masyarakat

Panel *European food Safety Authority* (EFSA) merekomendasikan kajian risiko untuk saksitoksin dilakukan dengan mengadopsi paradigma yang telah mapan, yaitu paradigma kajian risiko toksikologi (*toxicological risk assessment*) yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu: (i) identifikasi bahaya, (ii) karakterisasi bahaya, (iii) kajian pajanan, dan (iv) karakterisasi risiko. Karena tidak adanya data studi toksisitas yang panjang, termasuk sedikitnya data mengenai asupan saksitoksin dan derivatnya melalui oral, baik untuk manusia dan hewan percobaan, tidak memungkinkan untuk menetapkan nilai *Tolerable Daily Intake* (TDI) untuk saksitoksin ini.

Data yang didapatkan dari laporan keracunan manusia karena memakan produk kekerangan yang lebih dari 500 kasus, nilai LOAEL ditetapkan senilai 1,5 µg STX eq. per kg bb dan menetapkan faktor 3 untuk LOAEL dalam memperkirakan nilai *no observed adverse effect level* (NOAEL). Walaupun saksitoksin memperlihatkan sindrom akut, dipertimbangkan untuk menggunakan nilai *Acute Reference Doses* (ARfDs), yaitu jumlah toksin yang termakan dalam jang waktu 24 jam atau kurang tanpa risiko kesehatan yang cukup besar. Panel EFSA menetapkan nilai ARfD adalah 0,5 µg STX eq. per kg bb, dan menetapkan LD₅₀ via oral yang dilaporkan untuk saksitoksin di

rentang hewan percobaan pada nilai 200 µg STX eq. per kg bb. Margin antara level dosis ini dan ARfD 0,5 µg STX eq. per kg bb adalah 400, menandakan bahwa nilai ARfD yang berdasarkan data dari manusia tidak memadai.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai pajanan saksitoksin untuk responden di masyarakat pesisir Cilincing sebesar 1,156 µg per kg bb. Tetapi jika menggunakan ukuran porsi dari hasil survei di pesisir Cilincing, dengan nilai porsi konsumsi maksimum sebesar 650,70 g dan porsi konsumsi persentil 95 sebesar 433,8 g, maka nilai pajanan saksitoksin maksimum 1,880 µg per kg bb. Nilai pajanan dengan jumlah porsi yang sering digunakan adalah nilai persentil 95 dengan nilai sebesar 1,253 µg per kg bb. Semua nilai masih di bawah nilai pajanan yang disepakati oleh panel EFSA yaitu 5,3 µg per kg bb.

Ditemukan bahwa pola konsumsi dan konsentrasi saksitoksin dalam kerang hijau pada masyarakat di Kecamatan Cilincing belum memberikan risiko terhadap kesehatan konsumen. Namun, perlu diwaspadai peningkatan konsentrasi saksitoksin pada kerang hijau pada saat ledakan alga karena saksitoksin memberikan dampak akut pada konsumen.

Peningkatan jumlah konsumsi kerang hijau oleh penggemar kerang juga perlu diwaspadai, karena besarnya pajanan berbanding lurus dengan konsentrasi saksitoksin pada kerang dan jumlah porsi kerang yang dimakan. Dengan konsentrasi saksitoksin tetap, maka peningkatan porsi konsumsi, akan meningkatkan jumlah pajanan saksitoksin terhadap seseorang. Jadi, selain mewaspadai peningkatan konsentrasi saksitoksin pada kerang hijau yang dipengaruhi oleh peningkatan alga toksik di perairan, perlu diwaspadai juga jumlah porsi sekali makan oleh penggemar kerang. Dimana, penggemar kerang lebih berpotensi keracunan saksitoksin dibandingkan dengan bukan penggemar kerang.

Tingginya konsumsi rata-rata kerang hijau oleh masyarakat di kawasan budidaya kerang hijau karena kerang hijau mudah didapatkan dan harganya murah. Kerang hijau di daerah pesisir Cilincing secara umum berfungsi sebagai sebagai lauk pauk.

Walaupun demikian, hanya 50 orang (25%) dari keseluruhan responden yang mengalami masalah kesehatan seperti mual, muntah, mencret setelah memakan kerang hijau dan tidak ditemukan adanya gejala kesemutan, mati rasa di sekitar mulut dan bibir ataupun kelumpuhan yang terjadi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa masyarakat pesisir Cilincing tidak pernah mengalami gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh kandungan saksitoksin pada kerang hijau.

Gangguan kesehatan yang disebabkan karena mengkonsumsi kerang di beberapa daerah di Indonesia dalam rentang waktu belakangan ini banyak dilaporkan dan bahkan berujung kematian. Seperti yang terjadi di Baubau Sulawesi Tenggara pada Juni 2010 menurut data Puskesmas Wajo, sekitar 20 warga yang keracunan kerang dirawat di puskesmas tersebut. Dalam waktu yang hampir bersamaan, 8 orang dirawat di RSUD Baubau dan 2 orang di Klinik Murhum. Hampir semua korban mengalami mual dan muntah serta kesemutan dan tebal sekitar mulut (Kendariexpress, 2010). Selain itu, di Kecamatan Maginti pada bulan yang sama, satu keluarga keracunan kerang *Kasase* dan 2 diantaranya meninggal dunia. (Radar Sultra, 2010). Kasus keracunan juga terjadi pada seorang ibu rumah tangga setelah memakan kerang *Mabe* yang dibeli di Pasar Nugraha dan korban mengalami kram sekitar lidah dan gusi walaupun dapat tertolong setelah dibawa ke pusat kesehatan (Buton Raya News, 2010).

Pada Juli 2010, dari lima orang yang keracunan, dua orang meninggal di Kecamatan Gu, Baubau setelah memakan kerang yang diambil dari Teluk Lasongko. Indikasi korban keracunan saksitoksin adalah ketika salah satu korban mencuci kerang, kram terjadi di sepanjang tangan, dan sesaat setelah memakan kerang, terjadi gejala mual muntah dan kesemutan disekitar mulut (Media Sultra, 2010). Kejadian serupa juga terjadi pada Daerah Bajo pada September 2010, dimana beberapa orang mengalami keracunan setelah makan kerang *Babade*, yang merupakan kerang endemis di daerah tersebut yang ditandai dengan gejala kesemutan dan tebal dibagian lidah dan mulut, di samping gejala mual dan mencret sesaat setelah mengkonsumsi kerang (Suara Komunitas, 2010). Gejala kram dan

kesemutan merupakan sindrom dari toksin saksitoksin yang termasuk grup paralisis atau kelumpuhan yang biasanya diawali pada daerah yang terkena langsung dengan makanan yang mengandung saksitoksin tersebut.

Berkaitan dengan kejadian keracunan yang terjadi pada bulan Juni–Juli 2010 di Baubau, stasium Karantina Ikan Kelas II Betoambari Baubau melakukan pengambilan sampel di sekitar pesisir Teluk Lasongko dan wilayah Kota Baubau. Uji laboratorium terhadap beberapa spesies ikan yang diambil dari daerah tersebut, ditemukan alga jenis dinoflagelata (*Peridinium sp.*) di dalam usus ikan. Kesimpulan sementara yang didapatkan, bahwa keracunan masyarakat akibat memakan kerang dan ikan dari sekitar Teluk Lasangko disebabkan karena toksin alga (Puskari, 2010). Tidak ada penelitian lanjutan mengenai ada tidaknya toksin pada sampel ikan dan kerang tersebut.

Karakterisasi bahaya

Kurangnya data yang berhubungan dengan asupan berulang toksin dalam grup STX, maka tidak memungkinkan untuk menggunakan nilai *Tolerable daily intake* (TDI) untuk toksisitas akut grup toksin ini. Panel EFSA menyepakati untuk menggunakan nilai *acute reference doses* (ARfD). Walaupun kejadian keracunan saksitoksin jarang dilaporkan secara formal di hampir semua negara, apalagi di Indonesia, bukan berarti menyepelekan bahaya keracunan oleh saksitoksin ini.

Toyofuku (2006) menyatakan kesepakatan *Expert* FAO/IOC dan WHO bahwa nilai ARfD adalah sebesar 0,7 µg STXeq per kg bb, berdasarkan nilai LOAEL sebesar 2 µg STXeq per kg bb. Faktor keselamatan (*safety factor*) adalah 3 didasarkan pada dokumentasi kejadian pada manusia yang telah dikumpulkan. Panel EFSA menyepakati nilai ARfD adalah sebesar 0,5 µg STXeq per kg bb, berdasarkan nilai LOAEL sebesar 2 µg STXeq per kg bb.

Nilai kuasi risiko

Penghitungan nilai kuasi risiko didasarkan pada pajanan masyarakat pesisir

Cilincing dengan nilai minimal, rata-rata, maksimum sebesar 0,063 µg per kg bb., pajanan saksitoksin rata-rata 0,535 µg per kg bb. dan nilai pajanan maksimum 1,880 µg per kg bb. serta nilai pajanan dengan nilai persentil 95 adalah 1,253 µg per kg bb.. sehingga dapat dihitung nilai RQ berdasarkan persamaan 3.

Didapatkan dari tabel 9. bahwa rata rata nilai kuasi risiko pada masyarakat pesisir Cilincing adalah sebesar 0,54 µg per kg bb dengan nilai maksimal sebesar 1,88 µg per kg bb, dimana nilai toksisitas referensi maksimum yang disepakati oleh Panel EFSA adalah 5,3 µg per kg bb.

Berdasarkan data di atas, dimana nilai kuasi risiko (RQ) < 1, dapat dikatakan bahwa pola konsumsi dan konsentrasi saksitoksin pada kerang hijau tidak memberikan risiko terhadap kesehatan masyarakat pesisir Cilincing yang mengkonsumsi kerang hijau pada pola konsumsi maksimum sekalipun. Walaupun demikian perlu diwaspadai kejadian ledakan alga yang tiba tiba menaikkan konsentrasi toksin pada kerang hijau.

Nilai kuasi risiko toksin terhadap konsumen kerang hijau pada penelitian ini, didasarkan pada konsentrasi saksitoksin tertinggi yang diukur dari sampel kerang hijau Cilincing dan tidak mengukur derifat saksitoksin yang lain. Dengan demikian, keracunan dapat saja terjadi yang diakibatkan oleh derifat saksitoksin, karena di dalam tubuh manusia dapat terjadi biotransformasi saksitoksin. Namun untuk konsentrasi rendah, kemungkinan keracunan karena derifat saksitoksin sangat kecil, karena menurut Gesness (1997) hasil transformasi yang menyebabkan keracunan terjadi pada konsentrasi saksitoksin yang tinggi pada sampel kerang.

Selain hal tersebut, saksitoksin mempunyai daya toksik paling tinggi dibandingkan dengan derifatnya yang lain, dengan toksisitas relatif saksitoksin sebesar 1, diikuti oleh toksisitas GTX1 sebesar 0,994 dan NeoSTX sebesar 0,924. Derifat yang lain mempunyai nilai toksisitas lebih kecil. Transformasi yang terjadi pada tubuh manusia seperti yang diteliti oleh Gessner (1997) menyatakan bahwa ditemukannya GTX2, GTX4, C1, C2 dan NeoSTX.

Penelitian oleh Gracia (2004) menemukan adanya STX, NeoSTX, dcSTX, GTX1, GTX2, GTX3, GTX4 dan GTX5 dimana konsentrasi STX tetap yang tertinggi.

Tetapi secara umum, aman atau tidaknya mengkonsumsi kerang hijau, tidak hanya didasarkan kepada konsentrasi saksitoksin yang terkandung di dalam daging kerang. Berdasarkan SNI 3460.1:2009, syarat mutu produk kekerangan meliputi cemaran biologi, cemaran kimia dan hayati. Jadi, walaupun dinyatakan aman dari toksin hayati, perlu diketahui cemaran kimia yang terkandung dalam daging kerang.

Akumulasi logam berat pada kerang hijau telah diteliti oleh Apriadi (2005) dan menemukan rata-rata nilai kandungan logam di dalam tubuh kerang hijau (*Perna viridis L.*) sebesar 0,062–0,02 mg/l untuk Hg, dan konsentrasi 12,135–47,813 mg/l untuk logam Pb. (Apriadi, 2005). Penelitian yang dilakukan oleh Jalius, kerang hijau di Teluk Jakarta telah mengalami akumulasi logam berat dalam gonad betina, yaitu Pb sekitar 600,33 ppb, Hg sekitar 0,0161 ppb dan Cd sekitar 2,273 ppb (Jalius, 2008). Jika dibandingkan dengan baku mutu yang dipersyaratkan oleh SNI 3460.1.2009, bahwa logam Pb di batasi maksimum 1,0 mg/kg, Hg dibatasi maksimum 0,5 mg/kg dan Cd dibatasi maksimum 1,0 mg/kg. Dapat dikatakan, bahwa kerang hijau di Teluk Jakarta dari segi logam berat, terutama logam Pb, sudah melewati baku mutu dan berisiko terhadap konsumen kerang hijau yang mengkonsumsi langsung. Untuk menetapkan aman atau tidaknya konsumsi kerang hijau, perlu dikaji dan dianalisis lebih lanjut, karena tidak hanya berhubungan dengan konsentrasi pencemar di dalam kerang tetapi juga berhubungan dengan jumlah porsi yang dimakan oleh konsumen kerang hijau.

KESIMPULAN

Dengan menggunakan ukuran porsi maksimum masyarakat Cilincing sebesar 650,70 g maka nilai pajanan saksitoksin sebesar 1,88 µg/kg b.b. nilai masih di bawah nilai pajanan yang disepakati oleh panel EFSA yaitu 5,3 µg/kg b.b. Berdasarkan nilai RQ untuk pajanan tertinggi yaitu sekitar 0,35, berarti nilai RQ<1, dapat dikatakan bahwa

pola konsumsi dan konsentrasi toksin pada kerang hijau tidak memberikan risiko terhadap kesehatan masyarakat pesisir Cilincing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar besarnya kepada tim survey dan responden di Cilincing dan Kalibaru yang telah bersedia diwawancarai. Terima kasih juga diucapkan kepada Kepala Kelurahan Cilincing dan Kalibaru yang telah memberikan izin atas penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal & Sumijo, H. R. (2008) Sebaran klorofil-a dan hubungannya dengan eutrofikasi di Teluk Jakarta. *Oceanologi & Limnologi di Indonesia* 34(3), 333-351.
- Apriadi, D. (2005). Kandungan logam berat Hg, Pb dan Cr pada air, sedimen dan kerang hijau (*Perna viridis L.*) di perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. Skripsi Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor.
- Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta (BPLHD Jakarta) (2009) Laporan status lingkungan hidup Provinsi DKI Jakarta Tahun 2008. Jakarta. BPLHD.
- Badan Pusat Statistik (BPS) (2010) Jakarta Utara dalam angka 2009. Jakarta. BPS Kota Administrasi Jakarta Utara.
- Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara (BPS Jakarta Utara) (2011) Jakarta Utara dalam angka 2010. Jakarta. BPS Kota Administrasi Jakarta Utara. http://jakutkota.bps.go.id/images/Publikasi/ju_da2011/index.html.
- Buton Raya News. (2010) Ibu rumah tangga keracunan kerang. *Butonrayanews*. 30 Juni 2010. <http://butonnews2009.wordpress.com/2010/06/30/ibu-rumah-tangga-keracunan-kerang/>. Akses pada 27 Oktober 2010.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2009) Scientific opinion of the panel on contamination in the food chain, Marine biotoxin in shellfish-saxitoxin Group. http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/contam-op-ej1019_saxitoxin-marine-saxitoxin.pdf. Akses tanggal 3 Desember 2009
- Garcia, C., Bravo, M. dC., Lagos, M., & Lagos, N. (2004) Paralytic shellfish poisoning: post-mortem analysis of tissue and body fluid samples from human victims in the Patagonia fjords. *Toxicon*. 43 (2004), 149-158.
- Gessner, B. D., Bell, P., Doucette, G. J., Moczydlowski, E., Poli, M. A., Dolah, F. D., et al. (1997) Hypertension and identification of toxin in human urine and serum following a cluster of mussel-associated paralytic

- shellfish poisoning outbreaks. *Toxicon*, 35 (5), 711-722.
- Jubaedah, E. (2001) Studi pertumbuhan dan tingkat kematangan gonad kerang hijau (*Perna viridis* L.) di Muara Kamal, Teluk Jakarta. Skripsi Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Kelurahan Cilincing. (2011). Laporan bulanan Kelurahan Cilincing. Kecamatan Cilincing. Kodya Jakarta Utara. DKI Jakarta.
- Kelurahan Kalibaru. (2011). Laporan bulanan Kelurahan Kalibaru. Kecamatan Cilincing. Kodya Jakarta Utara. DKI Jakarta.
- Kendari Ekspres, (2010) 20 Warga keracunan kerang. *Kendari Ekspres*, 7 Juli 2010. [Http://kendariekspres.com](http://kendariekspres.com). Akses Tanggal 27-10-2010.
- Kurniawan, G. (2008) Studi ekologi kista dinoflagelata spesies penyebab HAB (Harmful Algal Bloom) di sedimen pada perairan Teluk Jakarta. Skripsi Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Makmur, M. 2012. Keberadaan Saksitoksin dalam Kerang Hijau dan Implikasinya terhadap Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat. (Studi Kasus: Perpindahan Toksin Dinoflagelata dari Ledakan Alga di Teluk Jakarta). Disertasi Program Pascasarjana Universitas Indonesia. Jakarta.
- Media Sultra (2010) Dua tewas, tiga kritis karena keracunan kerang laut. *Media Sultra*, 27 Juni 2010. [Http://m3sultra.wordpress.com/2010/07/27/](http://m3sultra.wordpress.com/2010/07/27/). Akses Tanggal 27-10-2010.
- Puskari (2010) Info kegiatan, kasus keracunan ikan dan kerang, Tim Investigasi Stasiun Karantina Ikan Kelas II Betoambari Bau-Bau. [Http://www.puskari.dkp.go.id/new_puskari/](http://www.puskari.dkp.go.id/new_puskari/). Akses Tanggal 27-10-2010.
- Radar Sultra (2010) Warga Maginti meninggal akibat keracunan kerang. *Radar Sultra*, Rabu 23 Juni 2010. [Http://radarbuton.com/index.php/](http://radarbuton.com/index.php/). Akses tanggal 27 – 10- 2010.
- Setiawan, N. 2007. Penentuan ukuran sampel memakai rumus slovin dan tabel kretcie-morgan: telaah konsep dan aplikasinya. Makalah Diskusi Ilmiah Jurusan Sosial Ekonomi Fakultas peternakan UNPAD. Kamis 22 Nopember 2007.
- Suara Komunitas (2010) Masyarakat keracunan kerang laut. *Suara Komunitas*, 1 September 2010. [Http://suarakomunitas.net/baca/10720/](http://suarakomunitas.net/baca/10720/). Akses tanggal 27-10-2010.
- Sutomo (1993). Kejadian red tide dan kematian massal udang jerbung dan udang windu dalam budidaya jaring apung di muara Sungai Kramat Kebo, Teluk Naga, Tangerang. Prosiding Simposium Perikanan Indonesia Satu, Bidang Sumber Daya Perikanan dan Penangkapan. Jakarta 25 – 27 Agustus 1993. 406-412.
- Thoha, H., Adnan, Q., Sidabutar, T. & Sugestiniingsih. (2007) Note on the occurrence of phytoplankton and its relation with mass mortality in the Jakarta Bay, May and November 2004. *Makara, sains*, vol. 11, no. 2, November 2007: 63-67.
- Toyofuku, H. (2006) Joint FAO/WHO/IOC activities to provide scientific advice on marine biotoxins (research report). *Marine Pollution Bulletin* (52). 1735–1745