

**ANALISIS RESIKO KESEHATAN PENCEMARAN LOGAM BERAT
PADA TIRAM (*Saccostrea cucullata*) DI PESISIR SALO PALAI,
PROPINSI KALIMANTAN TIMUR**

Irwan Ramadhan Ritonga¹, Muchlis Effendi², Hamdhani²

¹*Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK. Universitas Mulawarman*

²*Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK.*

Universitas Mulawarman

E-mail : ritonga_irwan@fpik.unmul.ac.id

Received August 2018, Accepted September 2018

ABSTRAK

Tiram di pesisir Salo Palai, Muara Badak sangat rentan terkontaminasi oleh logam berat yang disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan seperti terjadi secara alami, aktivitas antropogenik, perubahan iklim, dan bioakumulasi pencemaran lingkungan. Tiram (*Saccostrea cucullata*) dipilih untuk deteksi logam berat, dikarenakan tiram merupakan salah satu makanan laut yang dikonsumsi oleh penduduk di Salo Palai. Konsentrasi kadar Pb, Cd, dan Cu pada tiram ditentukan dengan metode destruksi asam dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Penilaian resiko dilakukan untuk menentukan total paparan logam berat di masyarakat pesisir Salo Palai. Berdasarkan hasil analisis, konsentrasi rata-rata Pb dan Cd pada tiram lebih rendah dari Uni Eropa (2006), BSN (2009), dan China (2013), sedangkan rata-rata konsentrasi Cu rata-rata lebih tinggi dari standar Dirjen POM (1989). Kisaran nilai perkiraan asupan harian (EDI) oleh masyarakat untuk masing masing Pb (0.0000 – 0.0001) g/hari/kg, Cd (0.0000 – 0.0001) µg/hari/ kg, dan Cu (0.0013 - 0,0213) µg/hari/kg. Kemudian, kisaran nilai bahaya target (THQ) untuk Pb (0.0015 – 0.0249), Cd (0.0055 – 0.0913), dan Cu (0.0319 – 0.5321). Secara umum, semua nilai THQ pada tiram lebih rendah dari 1.0. Berdasarkan penelitian ini, disimpulkan bahwa tiram yang berasal dari pesisir Salo Palai, Kalimantan Timur masih layak untuk dikonsumsi, dan tidak ada efek buruk yang terjadi bagi masyarakat yang terpapar Pb, Cd, dan Cu.

Kata kunci : Logam berat, Salo Palai, EDI, THQ, Tiram

ABSTRACT

*Oysters on Salo Palai littoral, Muara Badak is very vulnerable to contamination by heavy metals caused by various environmental factors such as naturally occurring, anthropogenic activity, climate change, and bioaccumulation of environmental pollution. Oysters (*Saccostrea cucullata*) was chosen for heavy metal detection because oysters are one of the*

seafood consumed by residents in Salo Palai. Concentrations of Pb, Cd, and Cu concentrations in oysters were determined by using acid destruction and AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer method). Risk assessment was conducted to determine total exposure to heavy metals in the coastal communities of Salo Palai. According to analysis results, the average concentrations of Pb and Cd in oysters were lower than the EU (2006), BSN (2009), and China (2013), while the average Cu concentrations were higher than the standard of Dirjen POM (1989). The range of daily estimated daily intake (EDI) for Pb (0.0000 – 0.0001) g/day/kg, Cd (0.0000 – 0.0001) µg/day/kg, and Cu (0.0013 – 0.0213) µg/day/kg, respectively. Then, the range of target hazard values (THQ) for Pb were (0.0015 – 0.0249), Cd (0.0055 – 0.0913), and Cu (0.0319 – 0.5321) respectively. In general, all THQ values in oysters were lower than 1.0. Based on this study, it was concluded that oysters originating from the coastal Salo Palai, East Kalimantan was still eligible for consumption, and no adverse effects occur for peoples exposed to Pb, Cd, and Cu.

Keywords : Heavy metals, Salo Palai, EDI, THQ, Oyster

PENDAHULUAN

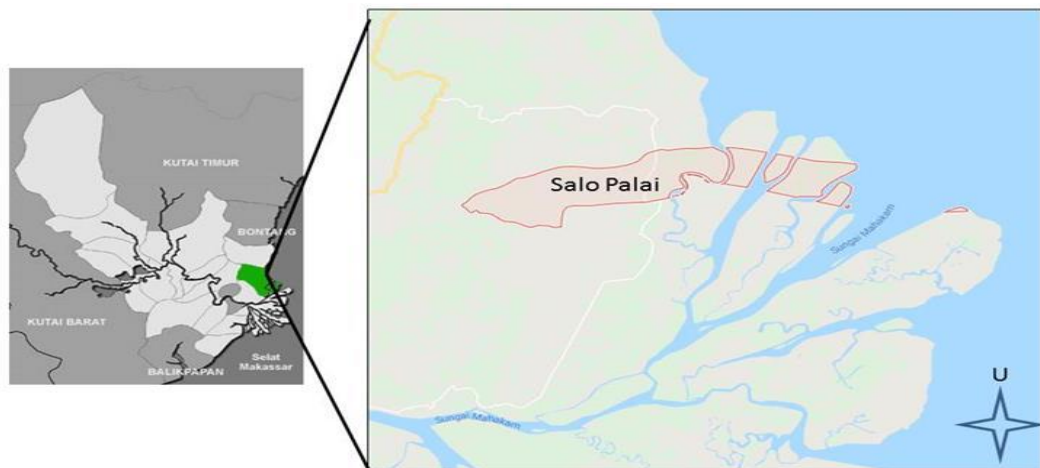
Produk makanan laut seperti tiram (*Saccostrea cucullata*) merupakan salah satu sumber protein, asam amino, serat, vitamin, mineral serta sumber pendapatan penting bagi masyarakat nelayan di Salo Palai, Muara Badak, Kalimantan Timur. Nutrisi tersebut sangat penting untuk fungsi tubuh dan bermanfaat untuk pertumbuhan, otak, sistem saraf, dan antikanker (Liao and Chao 2009). Produk makanan dari laut telah membantu meringankan krisis pangan di banyak negara berkembang, menyediakan suplemen yang berharga untuk diet yang beragam dan bergizi. Dalam beberapa tahun terakhir, konsumsi makanan laut telah meningkat secara bertahap di seluruh dunia (FAO/WHO (2011). Namun, dikarenakan perkembangan industrialisasi yang cepat di sekitar pesisir Muara Badak telah menyebabkan tingkat pencemaran logam berat yang mengkhawatirkan bagi lingkungan dan biota yang hidup didalamnya (Budiyanto dan Iestari, 2013; Effendi dkk., 2016; Suyatna dkk., 2017). Akibatnya, tiram yang telah terkontaminasi logam berat dapat menimbulkan resiko efek samping bagi kesehatan tubuh manusia jika mengkonsumsinya seperti kerusakan DNA, anemia, osteoporosis, deposisi pada tulang, dan efek terhadap syaraf (Jaishankar dkk., 2014).

Saat ini, informasi kandungan Pb, Cd, dan Cu pada tiram sangat terbatas, padahal informasi tersebut sangat penting sebagai dasar informasi kriteria keamanan makanan laut, dan menjaga kesehatan masyarakat. Dengan demikian, penilaian risiko kesehatan akibat mengkonsumsi tiram harus dilakukan sebagai tindakan pencegahan untuk menjaga kesehatan masyarakat khususnya di pesisir Salo Palai. Karenanya, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi penilaian

resiko kesehatan pencemaran logam berat dari konsumsi tiram yang diperoleh dari pesisir Salo Palai, Kalimantan Timur.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2015 dimulai dari pengambilan sampel, pengolahan data, dan analisis data. Lokasi penelitian berada di pesisir Salo Palai, Kecamatan Muara Badak, Provinsi Kalimantan Timur.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di pesisir Salo Palai, Muara Badak

Jenis tiram yang dipilih untuk dianalisis yaitu *Saccostrea cucullata*. Sejumlah 12 ekor tiram diambil dari beberapa mangrove di wilayah pesisir Salo Palai, Muara Badak, Kalimantan Timur. Bahan - bahan yang digunakan untuk proses destruksi antara lain: air, aquades, serta bahan kimia dalam analisis laboratorium seperti HCl pekat dan HNO₃ pekat. Pengukuran logam berat Pb, Cd dan Cu menggunakan alat AAS (Atomic Absorption Spectrofotometer). Secara lengkap metode AAS yang diterapkan pada penelitian ini telah dijelaskan oleh Lytle and Lytle (1982).

Perhitungan penilaian risiko kesehatan

Nilai akumulasi logam berat di otot tiram digunakan untuk menghitung perkiraan asupan harian (EDI), nilai bahaya target (THQ) secara terpisah untuk individu.

Perkiraan asupan harian (EDI)

Nilai EDI akan dihitung dengan persamaan menurut USEPA (2011).

$$EDI \left(\frac{\mu g}{kg} \right) = \frac{C (\mu g/g) \times FIR (g)}{WAB (kg)}$$

Dimana C adalah konsentrasi logam pada tiram ($\mu\text{g/g}$); FIR adalah tingkat konsumsi tiram di Indonesia ($1,274 \text{ g/org/hari}$) berdasarkan FAO (2013); WAB adalah berat badan rata-rata untuk pria dan wanita (kg) berdasarkan USEPA (2011).

Nilai bahaya target (THQ)

Nilai bahaya target (THQ) merupakan rasio paparan potensial terhadap suatu zat dan tingkat, dimana tidak ada efek buruk yang diharapkan. Jika nilai THQ yang dihitung kurang dari 1.0, maka tidak ada efek kesehatan yang merugikan yang diharapkan sebagai akibat dari paparan logam berat. Sebaliknya, jika nilai THQ lebih besar dari 1.0, maka efek kesehatan yang buruk mungkin terjadi. Nilai THQ dihitung dengan persamaan menurut (USEPA, 2011).

$$THQ = \frac{C \times FIR \times EF \times ED}{RfD \times WAB \times ATn} \times 10^{-3}$$

Dimana EF adalah frekuensi pemaparan logam berat (365 hari/tahun). ED adalah durasi paparan logam berat di Indonesia (69 thn) berdasarkan tingkat harapan hidup (<https://countryeconomy.com/demography/life-expectancy/indonesia>). RfD adalah referensi dosis dari logam berat secara individu ($0,0035 \mu\text{g/g/hari}$ untuk Pb, $0,001 \mu\text{g/g/hari}$ untuk Cd, dan $0,040 \mu\text{g/g/hari}$ untuk Cu. WAB adalah berat badan rata-rata untuk pria dan wanita (kg). ATn adalah waktu rata-rata untuk non karsinogen ($365 \text{ h / thn} \times \text{ED}$) berdasarkan USEPA (2011).

Analisis data

Data yang telah dikumpulkan, dianalisis menggunakan program Microsoft Excel. Semua data dianalisis, ditabulasikan dalam bentuk tabel (nilai rata-rata, nilai maksimum, minimum, dan standar error), dan dijelaskan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi logam pada tiram (*Crassostrea rhizophorae*)

Konsentrasi rata-rata Pb, Cd, dan Cu pada tiram adalah $0,328 \pm 0,114$, $0,344 \pm 0,039$, $80,187 \pm 3,719 \mu\text{g/g}$. Kemudian, urutan akumulasi logam berat pada tiram adalah $\text{Cu} > \text{Cd} > \text{Pb}$. Secara umum, konsentrasi rata-rata Pb dan Cd pada tiram lebih rendah dari Uni Eropa (2006), BSN (2009), sedangkan rata-rata konsentrasi Cu lebih tinggi dari standar Dirjen POM (1989) (Tabel 1).

Tabel 1. Konsentrasi logam pada tiram (*Saccostrea cucullata*)

Jenis logam	Konsentrasi (µg/g) (rata – rata ± SE)	Batas maksimum logam berat dalam pangan (µg/g)			
		Dirjen POM (1989)*	Uni Eropa (2006)**	BSN (2009)***	China (2013)****
Pb	0.110 - 1.080 (0.328 ± 0.114)	-	1.5	1.5	1.5
Cd	0.200 - 0.550 (0.344 ± 0.039)	-	1.0	1.0	2
Cu	60.550 - 90.970 (80.187 ± 3.719)	20	-	-	-

Keterangan :

* = Sesuai dengan SK Dirjen POM No.03725/B/SK/VII/89 tanggal 10 Juli 1989 tentang Batas Maksimum Cemarkan Logam dalam Makanan

** = European Union (2006)

*** = Badan Standarisasi Nasional (2009)

**** = National Health and Family Planning Commission of the people's Republic of China (NHFPC) (2013)

Pada dasarnya, lingkungan sangat penting untuk mengidentifikasi proses bioakumulasi dasar logam berat pada tubuh tiram. Pada saat yang sama, aktivitas antropogenik sebagai sumber pencemar yang terdapat di sekitar habitat tiram juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi bioakumulasi logam pada tubuh tiram (Alam dkk., 2012). Disisi lain, pengaruh perubahan iklim seperti pengasaman laut juga merupakan salah satu faktor penyumbang proses akumulasi logam berat pada tubuh tiram (Shi dkk., 2016). Selanjutnya, hasil investigasi Paez-Osuna dkk (1995); Ferreira dkk (2005); Le dkk (2015) bahwa fluktuasi musiman dari logam berat dapat dikaitkan dengan pasokan makanan dan perubahan aliran partikulat logam ke lingkungan, dikarenakan faktor curah hujan yang tinggi. Selain itu, variasi musiman juga terkait dengan produktivitas fitoplankton lokal. Dengan demikian, adanya peningkatan populasi fitoplankton di lingkungan yang menyiratkan peningkatan nutrisi pada tiram, juga mengarah ke peningkatan konsentrasi logam pada tiram yang diteliti.

Tingkat konsentrasi Pb dan Cd lebih rendah dari Uni Eropa (2006), BSN (2009), dan China (2013) dikarenakan pengambilan sampel tiram dilakukan pada bulan November, yang merupakan musim hujan di Kalimantan Timur. Menurut Boening (1999) bahwa spesies yang berbeda dari tiram di lingkungan memiliki tren bioakumulasi yang berbeda, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti biologis (usia, ukuran, jenis kelamin, aktivitas makan dan keadaan reproduksi) dan faktor geokimia

(karbon organik, kesadahan air, suhu, pH, oksigen terlarut, ukuran butir sedimen dan fitur hidrologi).

Perkiraan resiko kesehatan

Berdasarkan hasil analisis nilai estimasi asupan harian (EDI) untuk masing – masing Pb, Cd, dan Cu adalah 0.0000 – 0.0001, 0.0000 – 0.0001, 0.0013 – 0.0213 µg/g berat badan/hari. Nilai EDI untuk Cu adalah 0,0213 µg/g berat badan/hari, yang merupakan yang tertinggi diamati, sedangkan nilai EDI untuk Pb dan Cd adalah 0,0000 µg/g berat badan/hari, merupakan nilai terendah yang diamati. Menurut Departemen Kesehatan Negara Bagian New York [NYSDOH (Departemen Kesehatan Negara Bagian New York) 2007], jika rasio EDI logam berat terhadap referensi dosis (RfD) sama dengan atau kurang dari RfD, maka resikonya akan menjadi minimum. Tetapi jika > 1 - 5 kali RfD, maka resiko akan rendah, jika > 5 - 10 kali RfD, maka resikonya akan menjadi moderat, namun, jika > 10 kali RfD maka resikonya akan tinggi. Oleh karena itu, nilai rasio Pb lebih rendah dari RfD of Pb (0,0035), rasio Cd lebih rendah dari RfD Cd (0,001), dan rasio Cu lebih rendah dari RfD Cu (0,040). Hasil tersebut menunjukkan bahwa logam yang terakumulasi pada tubuh tiram dari wilayah pesisir Salo Palai mempunyai resiko minimum jika dikonsumsi oleh masyarakat (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai perkiraan asupan harian (EDI) dan Hazard Quotient (HQ) di Salo Palai, Muara Badak.

Umur (USEPA, 2011)	Berat badan rata-rata untuk pria dan wanita (kg)	THQ			EDI		
		Pb	Cd	Cu	Pb	Cd	Cu
lahir <1 bulan	4.8	0.024 9	0.091 3	0.5321	0.000 1	0.000 1	0.021 3
1 <3 bulan	5.9	0.020 2	0.074 3	0.4329	0.000 1	0.000 1	0.017 3
3 <6 bulan	7.4	0.016 1	0.059 2	0.3451	0.000 1	0.000 1	0.013 8
6 <11 bulan	9.2	0.013 0	0.047 6	0.2776	0.000 0	0.000 0	0.011 1
1 <2 tahun	11.4	0.010 5	0.038 4	0.2240	0.000 0	0.000 0	0.009 0
2 <3 tahun	13.8	0.008 7	0.031 8	0.1851	0.000 0	0.000 0	0.007 4
3 <6 tahun	18.6	0.006 4	0.023 6	0.1373	0.000 0	0.000 0	0.005 5

6 <11		0.003	0.013		0.000	0.000	0.003
tahun	31.8	8	8	0.0803	0	0	2
11 <16	56.8	0.002	0.007	0.0450	0.000	0.000	0.001
tahun		1	7		0	0	8
16 <21	71.6	0.001	0.006	0.0357	0.000	0.000	0.001
tahun		7	1		0	0	4
Dewasa	80.0	0.001	0.005	0.0319	0.000	0.000	0.001
		5	5		0	0	3

Berdasarkan hasil perhitungan nilai bahaya target (THQ) pada tabel 2, diketahui bahwa nilai kisaran untuk Pb (0.0015 – 0.0249), Cd (0.0055 – 0.0913), dan Cu (0.0319 – 0.5321). Secara umum, semua nilai THQ untuk Pb, Cd, dan Cu pada tiram lebih rendah dari 1,0 untuk semua umur. Karenanya, mengkonsumsi tiram dari pesisir Salo Palai masih layak untuk dikonsumsi, dan tidak ada efek buruk yang terjadi bagi masyarakat yang terpapar Pb, Cd, dan Cu. Berdasarkan hasil investigasi (Amiard dkk., 2008) bahwa rendahnya nilai EDI dan THQ tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan berat badan rata-rata, umur, gaya hidup, dan metode memasak makanan.

KESIMPULAN

Secara umum, konsentrasi Pb dan Cd pada tiram lebih rendah dari tingkat maksimum yang diizinkan oleh badan standarisasi nasional (2009), Uni Eropa (2006), dan China (2013), sedangkan konsentrasi Cu lebih tinggi dari standar Dirjen POM (1989). Kemudian, nilai perkiraan asupan harian (EDI) lebih rendah dari dosis referensi Pb, Cd, Cu, dan nilai bahaya target (THQ) lebih kecil dari 1.0. Karenanya, mengkonsumsi tiram (*Saccostrea cucullata*) yang berasal dari pesisir Salo Palai memiliki risiko minimum, dan tidak ada efek buruk yang terjadi bagi masyarakat yang terpapar Pb, Cd, dan Cu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam L., Mohamed, C.A.R & Mokhtar, M.B. 2012. Accumulation Pattern of Heavy Metals in Marine Organisms Collected from a Coal Burning Power Plant Area of Malacca Strait. *Science Asia*. 38: 331 - 339.
- Amiard, J.C, Amiard-Triquet, C., Charbonnier, L., Mesnil, A., Rainbow, P.S & Wang, W.X. 2008. Bioaccessibility of Essential and Nonessential Metals in Commercial Shellfish from Western Europe and Asia. *Food and Chemical Toxicology*. 46 (6) : 2010 - 2022.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan. Standar Nasional Indonesia (SNI 7387:2009). Jakarta. Available at: http://sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf. Accessed 30 July 2018.

- Boening, D.W. 1999. An evaluation of Bivalves as Biomonitors of Heavy Metals Pollution in Marine Waters. *Environmental Monitoring and Assessment*. 55: 459 - 470.
- Budiyanto, F & Iestari, 2013. Study of Metal Contaminant Level in the Mahakam Delta: Sediment and Dissolved Metal Perspectives. *Journal of coastal development*. 16 (2): 147 - 157.
- Direktur jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM). 1989. Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan No.03725/B/SK/VII/89 tanggal 10 Juli 1989. Available at: <https://id.scribd.com/document/330799647/43-KEP-DIRJEN-POM-03725-1989-IND>. Accessed 30 July 2018.
- Effendi, H., Kawaroe, M., Mursali & Lestari, D.F. 2016. Ecological Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Surface Sediment of Mahakam Delta, East Kalimantan. *Procedia Environmental Sciences*. 33: 574 - 582.
- European Union. 2006. European Commission Regulation (EC) No 1881/2006. Available at: https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Consol_Reg1881_2006.pdf. Accessed 30 July 2018.
- FAO/WHO. 2011. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. Rome, Food and Agriculture organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization, 50 pp. Available at: <http://www.fao.org/docrep/014/ba0136e/ba0136e00.pdf>. Accessed 30 July 2018.
- FAO. 2013. Consumption of Fish and Fishery Products in Fishery Statistical Collections. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL>. Accessed 31 July 2018.
- Ferreira, A.G., Machado, A.L.S & Zalmon, I.R. 2005. Temporal and Spatial Variation on Heavy Metal Concentrations in the Oyster *Ostrea equestris* on the Northern Coast of Rio de Janeiro state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 65: 67-76.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. 2014. Toxicity, Mechanism and Health Effects of Some Heavy Metals. *Interdisciplinary Toxicology*. 7 (2) : 60 - 72.
- Le, Q.D., Bach, L.G & Arai, T. 2015. Monitoring Heavy Metal Contamination Using Rocky Oyster (*Saccostrea glomerata*) in

Haiphong-Halong Coastal Area, North Vietnam. *International Journal of Environmental Research*. 9 (4): 1373 - 1378.

Liao, I. C., Chao, N.H. 2009. Aquaculture and Food Crisis: Opportunities and Constraints. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 18 (4): 564 - 569.

Lytle, T.F & Lytle, J.S. 1982. Heavy Metals in Oysters and Clams of St. Louis Bay, Mississippi. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 29 (1) : 50-57.

NYSDOH (New York State Department of Health). 2007. Hopewell Precision Area Contamination: Appendix C-NYS DOH. Procedure for Evaluating Potential Health Risks for Contaminants of Concern. Available at :<http://www.health.ny.gov/environmental/investigations/hopewell/appendc.htm>. Accessed 30 July 2018.

Paez-Osuna, F., Frias-Espericueta, M.G & Osuna-Lopez, J.I. 1995. Trace Metal Concentrations in Relation to Season and Gonadal Maturation in the Oyster *Crassostrea iridescens*. *Marine Environmental Research*. 40: 19 - 31.

Shi, W., Zhao, X., Han, Y., Che, Z., Chai, X & Liu, G. 2016. Ocean Acidification Increases Cadmium Accumulation in Marine Bivalves: a Potential threat to Seafood Safety. *Scientific Reports*, 6, 20197. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/srep20197>.

Suyatna, I., Sulistyawati., Adnan, A., Syahrir, M., Ghitarina, G., Abdunnur, A & Saleh, S. 2017. Heavy Metal Levels in Water and Fish Samples from Coastal Waters of Mahakam Delta, Kutai Kartanegara District, East Kalimantan, Indonesia. *AACL Bioflux*. 10(5): 1319 - 1329.

USEPA (United States Environmental Protection Agency) (2011). Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, 2011. Available at: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recorddisplay.cfm?deid=236252>. Accessed 31 July 2018.