



SAMPAH PLASTIK MERACUNI RANTAI MAKANAN INDONESIA

December 2019



SAMPAH PLASTIK MERACUNI RANTAI MAKANAN INDONESIA

Authors

Jindrich Petrlik, MSc, Arnika

Yuyun Ismawati, MSc, Nexus3 Foundation

Joseph DiGangi, PhD, IPEN

Prigi Arisandi, M.Si, Ecoton

Lee Bell, MA (ESD), IPEN

Björn Beeler, MSc, IPEN

December 2019



IPEN adalah jaringan global untuk kepentingan publik, organisasi non-pemerintah (LSM) yang bekerja untuk menciptakan masa depan yang bebas racun. IPEN terdiri dari lebih dari 550 LSM di lebih dari 116 negara. Bersama-sama kami bekerja untuk memastikan bahwa bahan-bahan kimia dan logam-logam berbahaya beracun tidak lagi diproduksi, digunakan, atau dibuang dengan cara yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. IPEN dan Organisasi Partisipannya telah menjadi kekuatan terdepan dalam regulasi bahan kimia dan limbah dan mengkatalisasi gerakan internasional untuk mempromosikan bahan kimia yang tidak membahayakan serta mengakhiri produksi zat-zat paling berbahaya di dunia.

www.ipen.org



Nexus3 atau Nexus untuk Kesehatan, Lingkungan, dan Pembangunan (sebelumnya dikenal sebagai BaliFokus) bekerja untuk melindungi masyarakat, terutama populasi yang rentan, dari dampak pembangunan terhadap kesehatan dan lingkungan, untuk menuju masa depan yang adil, bebas racun, dan berkelanjutan.

www.nexus3foundation.org



Arnika Association adalah organisasi non-pemerintah Ceko yang didedikasikan untuk melindungi alam dan lingkungan yang sehat untuk generasi mendatang di dalam dan luar negeri, dan merupakan Pusat Regional IPEN untuk Eropa Tengah dan Timur.

www.arnika.org



ECOTON (Pengamat Ekologis dan Konservasi Lahan Basah) bekerja merealisasikan kelestarian keanekaragaman hayati dan fungsi lingkungan bagi manusia, melalui ekosistem sungai yang adil dan partisipatif serta pengelolaan lahan basah.

www.ecoton.or.id

DAFTAR ISI

Ringkasan Eksekutif.....	4
Pengantar	6
Aditif toksik dalam plastik menghasilkan limbah beracun	6
Ekspor sampah dari negara-negara maju ke Indonesia	8
“Daur-ulang”, pembuangan, dan pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar di Jawa Timur.....	10
Desa Bangun, Kecamatan Pungging, Kabupaten Mojokerto	11
Desa Tropodo, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo.....	14
Kimia beracun yang dilarang di seluruh dunia ditemukan dalam telur-telur dari Tropodo dan Bangun	17
Kandungan kimia toksik dalam telur.....	18
Kimia yang dilarang dalam telur bersifat sangat toksik	26
Pelaksanaan kontrol ekspor limbah plastik dalam Konvensi Basel	28
Memperkuat arahan penanganan limbah dalam Konvensi Stockholm	30
Rekomendasi.....	31
Lampiran 1.	
Metodologi pengambilan sampel dan penjelasan analisis kimia...33	
Lampiran 2.	
Perbandingan Sampel antar Wilayah Sejak 2005	34
Lampiran 3:	
Insinerasi sampah sebagai sebuah sumber POP yang tidak disengaja dan kewajiban-kewajiban dalam Konvensi Stockholm serta panduan-panduan	37
Bibliography	40

UCAPAN TERIMA KASIH

IPEN dan organisasi yang berpartisipasi, Arnika Association, Nexus3, dan Ecoton, menyampaikan terima kasih atas dukungan pendanaan yang diberikan oleh Pemerintah Swedia, Global Greengrants Fund, dan donor lain yang memungkinkan penyusunan dokumen ini. Pandangan dan interpretasi yang diungkapkan di sini tidak mencerminkan pendapat resmi dari lembaga mana pun yang memberikan dukungan keuangan. Tanggung jawab untuk konten sepenuhnya ada pada IPEN.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Setelah Cina menutup pintu untuk impor limbah plastik pada tahun 2018, negara-negara maju mengeksport sampah plastik yang tidak dapat didaur ulang secara drastis ke Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya. Akibatnya, impor limbah plastik Indonesia berlipat ganda menjadi 320.000 ton pada tahun 2018 dibandingkan dengan tahun 2017. Berdasarkan pengamatan oleh Ecoton dan Nexus3, antara 25% hingga 50% limbah plastik yang diimpor oleh perusahaan daur ulang plastik dan kertas Indonesia tidak dikelola dengan benar.

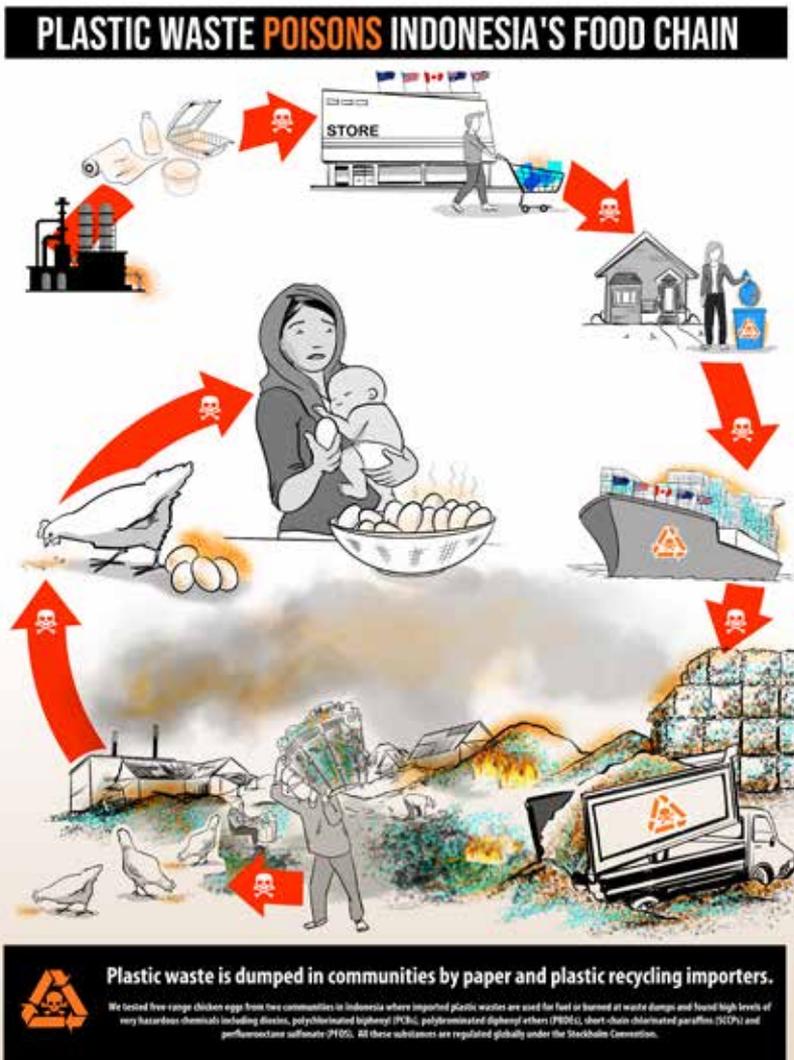
Analisis dari telur ayam bukan ras lepas kandang yang diambil dari dua situs di Indonesia dimana sampah plastik impor ditimbun dan digunakan sebagai bahan bakar atau dibakar untuk mengurangi volume timbunan, mengungkapkan:

- Ditemukannya konsentrasi yang signifikan dari bahan-bahan kimia berbahaya termasuk dioksin, polychlorinated biphenyls (PCBs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), short-chain chlorinated paraffins (SCCPs), dan perfluorooctane sulfonate (PFOS) yang diregulasi secara global di bawah Konvensi Stockholm.
- Konsentrasi kedua tertinggi dari dioksin dalam telur dari Asia yang pernah diukur ditemukan dalam sampel yang diambil dekat pabrik tahu di Tropodo yang membakar plastik sebagai bahan bakar proses produksi. Konsentrasi dioksin ditemukan 93 kali lebih tinggi dari batas aman yang ditetapkan di Indonesia.
- Konsentrasi dioksin dalam telur dari Tropodo ($200 \text{ pg TEQ g}^{-1}$ lemak) hampir sama dengan konsentrasi tertinggi dioksin dalam telur dari Asia yang pernah tercatat ($248 \text{ pg TEQ g}^{-1}$ lemak) yang diambil dari situs Bien Hoa di Vietnam, bekas pangkalan udara Militer AS dimana tanah di desa tersebut terkontaminasi oleh racun historis *Agent Orange*.
- Seorang dewasa yang mengkonsumsi satu telur dari ayam yang dilepas dari kandang dan mencari makan di sekitar pabrik tahu di Tropodo, akan melebihi batas asupan dioksin terklorinasi harian yang ditolerir (*tolerable daily intake* atau TDI) oleh Otoritas Keamanan Pangan Eropa (*European Food Safety Authority* atau EFSA) sebanyak 70 kali lipat.
- Ayam yang diambil dari tempat penimbunan sampah di Desa Bangun terkontaminasi oleh PFOS pada konsentrasi yang setara dengan kawasan industri di Eropa. Seorang dewasa yang mengkonsumsi satu telur ayam per minggu dari ayam buras yang dilepas dari kandang

di sekitar tempat timbunan sampah plastik di Bangun akan melebihi batas asupan PFOS mingguan yang ditolerir oleh EFSA sebanyak 1,3 kali lipat.

- Telur dari Tropodo dan Bangun juga mengandung SCCPs dan PBDEs, bahan kimia penghambat nyala yang digunakan dalam plastik.

Sepanjang pengetahuan kami, laporan ini merupakan studi pertama yang mengungkapkan rantai makanan di Asia Tenggara yang terkontaminasi oleh zat-zat kimia berbahaya dan beracun sebagai konsekuensi dari buruknya pengelolaan sampah dan lemahnya kontrol perdagangan sampah plastik.



PENGANTAR

Cina menutup pintunya untuk impor plastik pada tahun 2018. Akibatnya, sejumlah besar sampah plastik campuran dari negara-negara maju, terutama dari Amerika Serikat dan Eropa, dialihkan ke Asia Tenggara, terutama Malaysia, dan juga Indonesia, Thailand, Vietnam, dan Taiwan. Masyarakat di Jawa Timur, Indonesia, khususnya di desa-desa Tropodo dan Bangun, adalah salah satu tujuan baru untuk sampah plastik asing yang diperdagangkan dan dideklarasikan untuk didaur-ulang. Namun, karena sebagian besar dari limbah ini adalah plastik yang tidak dapat didaur ulang, desa-desa ini malah menjadi tempat pembuangan sejumlah besar limbah yang tersisa. Laporan ini meneliti kontaminasi rantai makanan di dua tempat ini sebagai dampak oleh impor limbah.

ADITIF TOKSIK DALAM PLASTIK MENGHASILKAN LIMBAH BERACUN

Plastik dan kemasan makanan mengandung kontaminan kimia dari proses manufaktur dengan banyak aditif untuk membuatnya tidak mudah terbakar (*flame retardants*), lebih fleksibel (*plasticizer*), tahan lemak (bahan kimia terfluorinasi yang dikenal sebagai PFAS), steril (biosida), dan zat-zat lainnya untuk membuat produk memiliki properti atau keunggulan-keunggulan lainnya. Zat-zat aditif ini banyak yang bersifat toksik dan produk-produk dapat melepaskannya saat digunakan dan dapat dilepas saat produk didaur-ulang dan didapat dari produk daur ulang. Sebagaimana dicatat oleh Hahladakis et al.,

“Daur-ulang yang baik dan benar harus dilakukan sedemikian rupa untuk memastikan bahwa emisi dari zat-zat yang menjadi perhatian utama dan kontaminasi produk daur-ulang dihindari, memastikan perlindungan lingkungan dan kesehatan manusia, setiap saat” (Hahladakis, Velis et al. 2018).

Beberapa phthalate yang digunakan sebagai *plasticizer* bersifat toksik bagi sistem reproduksi (Swan 2008, Lyche, Gutleb et al. 2009), meningkatkan risiko alergi dan asma, dan memiliki dampak buruk pada perkembangan saraf anak-anak (Jurewicz and Hanke 2011). Penghambat nyala brominasi seperti polybrominated diphenyl ethers (PBDE) dike-

nal sebagai bahan kimia pengganggu endokrin (EDC), dan berdampak buruk pada pengembangan sistem saraf dan kecerdasan anak-anak (POP RC 2006, POP RC 2007, POP RC 2014). Zat-zat yang menjadi perhatian dalam plastik dijelaskan dengan baik dalam laporan yang disiapkan untuk pertemuan terakhir Konferensi Para Pihak dari Konvensi Basel dan Stockholm (Marine Litter Topic Group 2019). Banyak zat tambahan dalam plastik ditemukan bertahan lama di lingkungan dan terakumulasi pada hewan, dan beberapa dari mereka termasuk dalam kelompok polutan organik persisten (POP) yang diatur dalam Konvensi Stockholm (Cole, Lindeque et al. 2011, Rochman, Hoh et al. 2013).

Ketika plastik dibakar sebagai bahan bakar, bahan kimia beracun baru dapat terbentuk. Misalnya, membakar plastik yang mengandung klor seperti PVC, dapat membentuk polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs). Zat-zat yang sangat beracun ini dikenal sebagai kelompok dioksin. Plastik terbakar yang mengandung bahan penghambat nyala yang terbrominasi menciptakan dioksin dan furan terbrominasi (PBDD/Fs), sekelompok bahan kimia beracun yang mirip dengan dioksin yang terklorinasi.

Beberapa aditif dalam plastik seperti short-chain chlorinated paraffins (SCCP), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), hexabromocyclododecane (HBCD) serta produk samping hasil pembakaran (PCDD/Fs, dioxin-like PCBs atau hexachlorobenzene), sudah diatur dalam Konvensi Stockholm (Stockholm Convention 2010, Stockholm Convention 2017). Selain itu, beberapa bahan kimia yang digunakan dalam kemasan makanan bersifat toksik dan beberapa bahan kimia berfluorinasi juga diatur dalam Konvensi Stockholm, terutama PFOS dan PFOA. Semua bahan kimia ini dapat larut dari limbah plastik dan kertas ketika dibuang atau dibakar.

IPEN, bekerja sama dengan organisasinya yang berpartisipasi Arnika, Nexus3/BaliFokus Foundation dan Ecoton, melakukan analisis kimia terhadap sampel telur ayam bukan ras yang dikumpulkan oleh kelompok aktifis lokal, untuk mengetahui potensi keberadaan zat-zat beracun di lingkungan desa-desa di Jawa Timur. Sepengetahuan kami, ini adalah studi pertama yang meneliti zat-zat yang diatur secara global di kelompok masyarakat yang terdampak oleh impor limbah plastik di Asia Tenggara.

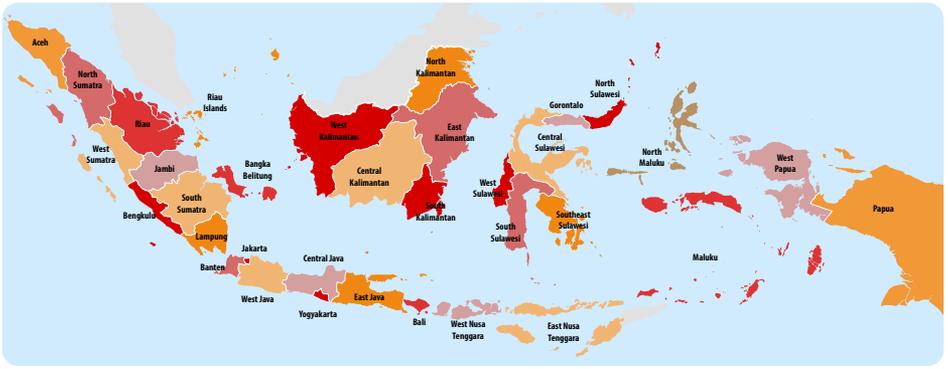
EKSPOR SAMPAH DARI NEGARA- NEGARA MAJU KE INDONESIA

Menurut laporan terkini yang dirilis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia, pada tahun 2016, rerata sampah yang dikumpulkan dari tiap rumah adalah 76%. Sekitar 67% dari total sampah yang ditimbulkan, dikelola oleh pemerintah kota, 57% dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah, dan 11% dikirim ke lokasi-lokasi pemilahan dan daur-ulang (~9.350 ton metrik); (IsmawatiDrwiega, Septiono et al. 2019). Dari penanganan ini, masih ada sekitar 33%, atau sekitar 28,000 ton metrik sampah yang tidak dikelola setiap tahun (Tahar 2018).

Lebih jauh, sebuah studi yang dilakukan Bank Dunia, mengidentifikasi bahwa daurulang di Indonesia mencakup sekitar 15% dari total timbulan sampah, dan sebagian besar dilakukan oleh sektor informal, sementara itu sistem daurulang formal hanya mendaur-ulang kurang dari 5% dari total timbulan sampah yang dihasilkan masyarakat (Shuker and Cadman 2018). Studi Bank Dunia ini juga menunjukkan bahwa sampah plastik ditemukan dalam porsi yang signifikan sebagai puing-puing sampah di lautan yang diambil dari berbagai saluran air di semua kota, dengan besaran sekitar 20% sampai 38%.

Negara-negara ASEAN, termasuk Indonesia, mengimpor bahan-bahan daur-ulang dari berbagai negara untuk selanjutnya dipilah dan dicampur dengan skrap plastik yang diperoleh dari sumber domestik/lokal, dan selanjutnya diekspor ke Cina. Saat ini, negara-negara ASEAN mengimpor sekitar 3% dari perdagangan limbah plastik global (data 2011) dan mengekspor sekitar 5% dari total bisnis global, menunjukkan ketidaksesuaian angka-angka tersebut karena adanya peran signifikan pemrosesan antara atau re-ekspor (Velis 2014).

Tingkat daur ulang global saat ini memperkirakan bahwa hanya 10% dari semua plastik di dunia telah didaur-ulang lebih dari sekali (Geyer, Jambeck et al. 2017). Setiap tahun, Indonesia menghasilkan timbulan sampah plastik ~9.5 juta ton metrik, atau 15% dari total timbulan sampah nasional. Pada tahun 2016, sekitar 11% dari sampah plastik di Indonesia didaur-ulang. Setelah Cina menutup pintu impor limbah plastik, volume impor limbah plastik Indonesia berlipat ganda menjadi 320.000 metrik



Gambar 1. Peta Indonesia



Gambar 2. Peta lokasi Provinsi Jawa Timur

ton pada 2018 dibandingkan 2017. Berdasarkan pengamatan Ecoton dan Nexus3, antara 25% sampai 50% limbah plastik yang diimpor oleh perusahaan-perusahaan pedaur-ulang plastik dan kertas Indonesia salah kelola (IsmawatiDrwiega, Septiono et al. 2019). Potongan kertas yang diimpor oleh perusahaan-perusahaan kertas di Jawa Timur ditemukan dicampur dengan sampah atau skrap plastik dan disumbangkan atau dibuang di beberapa desa, termasuk Desa-desanya Tropodo dan Bangun (GAIA 2019).

“DAUR-ULANG”, PEMBUANGAN, DAN PEMANFAATAN LIMBAH SEBAGAI BAHAN BAKAR DI JAWA TIMUR

Sembilan perusahaan daur ulang dan manufaktur kertas di Jawa Timur menggunakan sisa kertas yang akan digunakan sebagai bahan baku untuk membuat lembaran kertas baru untuk majalah, koran, dll. Pasokan bahan baku yang dibutuhkan oleh industri di Provinsi Jawa Timur adalah 4 juta metrik ton per tahun dan sekitar 62,5% disediakan oleh mitra dagang atau pemasok lokal. Sisa pasokan, sekitar 38% atau sekitar 1,5 juta metrik ton, bersumber dari pemasok asing, terutama dari Australia, Kanada, Irlandia, Italia, Selandia Baru, Inggris, dan AS (IsmawatiDrwiega, Septiono et al. 2019).

Di masa lalu, perusahaan-perusahaan kertas mengimpor koran bekas dan kertas bekas dengan kontaminan plastik sekitar 2-10%. Namun, dalam 3 tahun terakhir, proporsi skrap plastik di antara bal kertas yang diimpor dari berbagai negara meningkat hingga 60-70%.

Ketika peti kemas tiba di pabrik kertas, isi peti kemas disortir dan dicuci secara mekanis. Kertas atau karton basah harus dipisahkan dari kontaminan, yang sebagian besar merupakan skrap plastik. Sisa-sisa plastik dan residu dari pabrik pulp dan kertas yang tidak dapat didaur ulang dianggap sebagai limbah dan dikeluarkan dari properti pabrik. Limbah ini dapat dibeli oleh perantara atau pendaur-ulang skala kecil, atau ‘disumbangkan’ ke masyarakat sebagai bagian dari program ‘pengembangan masyarakat’ dari pabrik. Tempat akhir yang umum untuk plastik berkualitas rendah adalah tempat pembuangan terbuka, pabrik tahu atau pabrik pengolahan kapur/pembakaran kapur.

Bangun dan Tropodo adalah di antara desa-desa yang terkena dampak yang terletak di dekat pabrik-pabrik kertas. Mereka menerima lebih dari 50 metrik ton plastik berkualitas rendah setiap hari. Seperti yang dicatat oleh Ecoton,

“Bangun bukanlah perhentian terakhir untuk sampah plastik. Ketika dua truk sampah masuk ke halaman Wahyu, dedaunan lainnya, ditumpuk dengan plastik yang tidak dapat didaur ulang karena kotor, terlalu mahal untuk didaur

ulang, atau tidak dapat didaur ulang, seperti kantong keripik kentang, kemasan makanan plastik, atau bungkus kemasan bergelembung. Mereka dikirim ke pabrik-pabrik tahu lokal Jawa Timur, di Kelangan, Tropodo“ (GALA 2019).

DESA BANGUN, KECAMATAN PUNGGING, KABUPATEN MOJOKERTO

Desa Bangun terletak di Kabupaten Mojokerto. Bangun merupakan rumah bagi sekitar 10.000 penduduk dan terletak di dekat sebuah perusahaan manufaktur kertas besar. Sebelum impor limbah plastik besar-besaran dimulai, masyarakat terutama yang bekerja di sektor pertanian, menanam tanaman musiman seperti jagung dan jenis sayuran lainnya.

Dalam 5 tahun terakhir, kegiatan ekonomi baru terkait limbah plastik telah meningkat dan menarik orang-orang dari kabupaten lain untuk datang bekerja dan menjadi pebisnis atau pemulung plastik. Secara umum, setiap keluarga di Bangun memiliki tumpukan sampah plastik dan setiap atau dua hari mereka membeli plastik yang tidak diinginkan dari pabrik kertas atau dari sopir truk dengan harga IDR 250.000 (~ USD \$ 18) per truk (dengan kapasitas 4 metrik ton), atau meminta pengemudi untuk menurunkannya di tempat mereka dengan tip IDR 20,000 (~USD \$ 1,40). Tumpukan dapat dilihat di depan setiap rumah di desa Bangun dan tumpukan yang lebih tinggi dapat ditemukan di lokasi pemilahan yang besar.



Gambar 3. Lokasi Kabupaten Mojokerto

Jika tumpukan limbah plastik dibeli dari pabrik secara langsung, kadang-kadang bal-bal kertas masih mengandung kawat logam yang digunakan untuk mengikat bal. Beberapa kelompok pedaur-ulang, membakar kawat dan plastik sisa yang tidak laku dijual untuk menyediakan ruang bagi tumpukan baru.



Gambar 4. Salah satu tumpukan memo plastik yang tidak diinginkan di Bangun di belakang PT Pakerin, sebuah perusahaan manufaktur kertas besar di Kabupaten Mojokerto. Foto: BaliFokus/Nexus3



Gambar 5. Salah satu tumpukan memo plastik yang tidak diinginkan di Bangun di belakang PT Pakerin, sebuah perusahaan manufaktur kertas besar di Kabupaten Mojokerto. Foto: BaliFokus/Nexus3



Gambar 6. Skrap plastik yang tidak diinginkan didistribusikan di sebuah lahan komunitas di Bangun. Foto: Ecoton



Gambar 7. Skrap plastik yang tidak diinginkan dibakar di Bangun. Foto: Fully Syafi/Beritagar

DESA TROPODO, KECAMATAN KRIAN, KABUPATEN SIDOARJO

Tropodo terletak di Kabupaten Sidoarjo dengan jumlah penduduk sekitar 25.000 jiwa. Ada sekitar 50 usaha kecil pembuat tahu di desa ini yang memanfaatkan skrap plastik sebagai bahan bakar untuk membuat uap untuk memasak kedelai menjadi tahu.



Gambar 8. Lokasi Kabupaten Sidoarjo

Lima tahun yang lalu, para pembuat tahu menggunakan kayu bakar untuk membuat uap panas. Harga satu truk kecil kayu bakar adalah sekitar Rp. 1,5 juta (~USD\$107). Ketika perusahaan-perusahaan kertas mulai menerima peningkatan jumlah skrap plastik yang tidak mereka butuhkan, para pembuat tahu melihat peluang untuk menghemat biaya produksi mereka dengan cara mengganti kayu bakar dengan skrap plastik sebagai bahan bakar untuk membuat tenaga uap. Harga satu truk kecil skrap plastik adalah Rp. 250.000 sampai Rp. 350.000 (~USD\$18 sampai \$25). Dengan cara membakar skrap plastik sebagai bahan bakar pembuat uap panas, para pembuat tahu dapat menekan biaya produksinya sekitar 15-20%.

Pembakaran skrap plastik berlangsung seharian, dari 6 pagi sampai jam 4-6 sore, melepas jelaga hitam pekat. Pada pagi hari, masyarakat yang lalu lalang di daerah Tropodo juga terpapar kabut asap setiap hari. Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) Krian mencatat peningkatan jumlah penduduk Tropodo dan sekitarnya yang menderita masalah pernapasan,

terutama anak-anak. Beberapa pembuat tahu juga menyumbangkan abu hasil pembakaran plastik kepada petani jagung untuk digunakan sebagai pupuk.



Gambar 9. Plastik digunakan sebagai bahan bakar untuk membuat uap panas. Foto: Ecoton



Gambar 10. Abu sisa pembakaran diberikan kepada petani jagung. Foto: Ecoton



Gambar 11. Tahu siap dijual ke pasar. Foto: BaliFokus/Nexus3



Gambar 12. Proses pembuatan tahu. Foto: BaliFokus/Nexus3



Gambar 13. Asap jelaga yang dilepas dari pabrik tahu. Foto: BaliFokus/Nexus3

KIMIA BERACUN YANG DILARANG DI SELURUH DUNIA DITEMUKAN DALAM TELUR-TELUR DARI TROPODO DAN BANGUN

Telur ayam buras dalam banyak penelitian sebelumnya dinilai sebagai indikator kontaminasi lingkungan dengan bahan kimia beracun yang baik karena sejumlah alasan. Sebagian besar bahan kimia beracun yang dikenal sebagai polutan organik yang persisten (POPs) bersifat lipofilik dan terakumulasi dalam jaringan lemak organisme.

Telur memiliki kandungan lemak yang signifikan dapat mengakumulasi POPs dari induk ayam yang bertelur. Selain itu, ayam kampung juga mengambil makanan di antara tanah dan debu di sekitar kandang, menelan sebagian tanah dalam proses tersebut. Oleh karena itu mereka dipandang sebagai 'pengambil sampel aktif' dan telur mereka memberikan indikator tingkat kontaminasi lingkungan POPs di lokasi itu.

Telur juga merupakan jalur paparan penting antara tanah, rantai makanan dan manusia. Penggunaan telur yang diproduksi secara komersial oleh ayam petelur di bawah kandang dengan struktur tertutup dan diberi makan dengan pakan yang relatif tidak terkontaminasi, digunakan sebagai indikator latar belakang untuk telur, yang memberi dasar sebagai pembandingan telur yang terkontaminasi.

Sebagai sumber makanan, telur dapat dikontrol dengan peraturan yang menentukan tingkat ambang batas maksimum POPs yang dapat dibandingkan dengan tingkat *Tolerable Daily Intake* (TDI) atau Asupan Harian yang Ditoleransi yang ditetapkan untuk melindungi kesehatan manusia. TDI dapat bervariasi antara anak-anak dan orang dewasa atau bahkan wanita hamil, karena beberapa kelompok manusia lebih sensitif terhadap paparan POPs daripada yang lain.

Di Uni Eropa batas untuk dioksin dalam telur adalah 2,5 picogram WHO-TEQ g^{-1} lemak. Batas yang diatur di Indonesia adalah 2,5 picogram WHO-TEQ g^{-1} lemak, tetapi mencakup kedua dioksins dan dioxin-like PCBs (Badan pengawas obat dan makanan Republik Indonesia 2018). Saat ini tidak ada batasan untuk kandungan senyawa-senyawa perfluorinated, termasuk PFOS, meskipun senyawa-senyawa ini sudah dikenal toksisitasnya tinggi.

KANDUNGAN KIMIA TOKSIK DALAM TELUR

Tabel 1 menunjukkan konsentrasi kandungan bahan-bahan kimia yang ditemukan dalam telur yang diambil dari Tropodo dan Bangun, bersama dengan sampel telur dari peternakan ayam ras yang dibeli dari sebuah supermarket di Bangkok pada tahun 2016, yang dapat digunakan sebagai latar belakang sampel pembandingan di wilayah Asia Tenggara. Data menunjukkan variasi bahan berbahaya beracun dalam telur dari Tropodo dan Bangun, termasuk dioksins (PCDD/Fs), PCBs, SCCPs, PBDEs, senyawa-senyawa PFAS, dan PFOS.

TABEL 1: KIMIAWI TOKSIK DALAM SAMPEL TELUR DARI TROPODO DAN BANGUN (ng g⁻¹ LEMAK JIKA TIDAK DINYATAKAN SECARA KHUSUS)

Parameter	Tropodo	Bangun	Bangkok super- market control	Indonesia limit	EU standard / limits
Jumlah sampel telur dalam <i>pooled sample</i>	3	3	6		-
Kandungan lemak (%)	15	13	11,6		-
PCDD/Fs (pg TEQ g ⁻¹ lemak)	200	10,8	0,1		2,50
DL PCBs (pg TEQ g ⁻¹ lemak)	32	3,1	0,001		-
Total PCDD/F + DL PCBs (pg TEQ g ⁻¹ lemak)	232	13,9	0,1	2,50	5,00
Total PCDD/Fs + DL PCBs - DR CALUX (pg BEQ g ⁻¹ lemak)	560	21	-		-
PBDD/Fs (pg TEQ g ⁻¹ lemak)	< 21,3	< 21,3	< 21,3		-
HCB	5,5	2,7	< 0,2		-
PeCB	1,9	1,1	< 0,4		-
HCBd	< 0,1	< 0,1	< 0,4		-
7 PCB	5,3	15,4	0,22		-
6 PCB	4,4	12,3	0,22		40,00
SCCPs	65	153	-		-
sum HCH	0,8	0,9	2,2		-
sum DDT	10,8	4,3	< LOQ		-
sum of PBDEs	65	91	3,1		-
sum of PFASs (ng g ⁻¹ dari berat segar)	2,7	26	-		-
L-PFOS (ng g ⁻¹ dari berat segar)	0,9	15,4	-		-

TABEL 2: DIOKSIN (PCDD/Fs) DAN DIOXIN-LIKE POLYCHLORINATED BIPHENYLS (DL PCBs) CONGENERS SEBAGAIMANA YANG DIUKUR DARI POOLED SAMPLES TELUR DARI BANGUN DAN TROPODO DI LABORATORIUM MAS, JERMAN. KONSENTRASI DINYATAKAN DALAM $\mu\text{g g}^{-1}$ LEMAK.

Sampel	Bangun (191490001)		Tropodo (191490003)	
Lokasi	Bangun		Tropodo	
PCDD/Fs dan DL PCBs congeners	Result	LOQ	Result	LOQ
2,3,7,8-TCDD	1.60	0.132	35.5	1.67
1,2,3,7,8-PeCDD	3.93	0.264	75.5	3.33
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.44	0.396	18.3	5.00
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3.07	0.396	39.5	5.00
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1.00	0.396	15.8	5.00
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	4.96	1.980	38.5	25.00
OCDD	13.30	5.940	nd	75.00
2,3,7,8-TCDF	6.74	0.132	82.5	1.67
1,2,3,7,8-PeCDF	5.76	0.264	114.0	3.33
2,3,4,7,8-PeCDF	9.48	0.264	159.0	3.33
1,2,3,4,7,8-HxCDF	3.46	0.396	82.5	5.00
1,2,3,6,7,8-HxCDF	3.47	0.396	80.6	5.00
1,2,3,7,8,9-HxCDF	nd	0.396	nd	5.00
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2.47	0.396	50.1	5.00
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	nd	1.980	47.2	25.00
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	nd	1.980	nd	25.00
OCDF	nd	5.940	nd	75.00
PCDD/Fs total	60.68		839.0	
PCDD/Fs in WHO-TEQ2005	10.8		200	
PCB 81	nd	13.2	nd	140
PCB 77	nd	26.4	nd	280
PCB 123	46.5	26.4	nd	280
PCB 118	2250.0	264.0	nd	2800
PCB 114	66.9	26.4	nd	280
PCB 105	838.0	132.0	nd	1400
PCB 126	29.4	6.6	319	70
PCB 167	171.0	26.4	nd	280

Sampel	Bangun (191490001)		Tropodo (191490003)	
Lokasi	Bangun		Tropodo	
PCDD/Fs dan DL PCBs congeners	Result	LOQ	Result	LOQ
PCB 156	339,0	26,4	424	280
PCB 157	74,2	26,4	nd	280
PCB 169	nd	13,2	nd	140
PCB 189	44,3	26,4	nd	280
DL PCBs total	3859,3		743,0	
DL PCBs dalam WHO-TEQ²⁰⁰⁵	3,05		31,9	

nd - not detected pada konsentrasi di atas limit of quantification (LOQ)

Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat dioksin terklorinasi dalam telur Tropodo adalah 2.000 kali tingkat latar belakang yang ditemukan pada telur yang dibeli dari supermarket di Asia Tenggara. Telur dari Tropodo melampaui batas peraturan Uni Eropa sekitar 80 kali lipat. Data ini juga menunjukkan tingkat signifikan seperti PCB dioxin yang berkontribusi terhadap melebihi batas Indonesia dan Uni Eropa untuk telur sebagai bahan makanan.

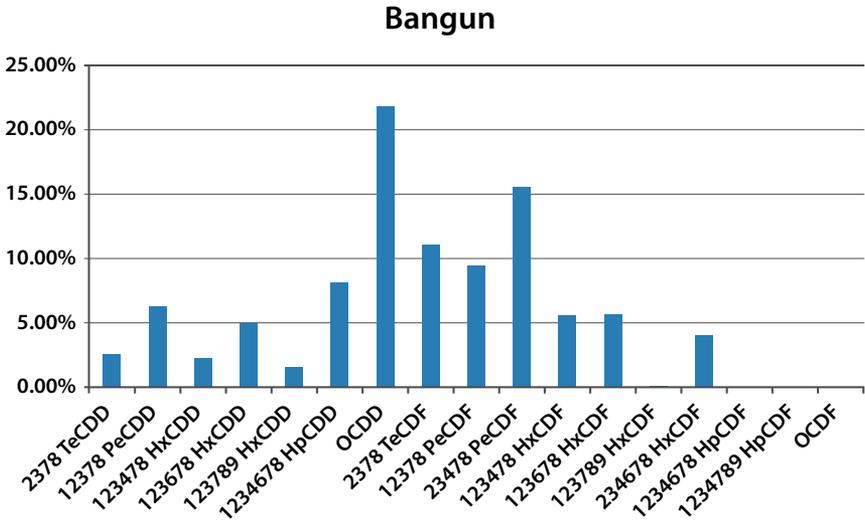
Dioksin dan PCB yang menyerupai dioksin (dl-PCBs) 39 kali lipat lebih tinggi dari standar yang ditetapkan di Uni Eropa untuk senyawa ini dalam telur dan melampaui batas Indonesia hampir 93 kali lipat. Faktanya, sampel telur di Tropodo, di sekitar pabrik tahu di mana limbah plastik digunakan sebagai bahan bakar, mengandung kadar dioksin terklorinasi kedua tertinggi yang pernah diukur dalam telur di wilayah Asia.

Level tertinggi dioksin dalam telur dari Asia (248 pg TEQ g⁻¹ lemak) diambil dari situs Bien Hoa di Vietnam, bekas pangkalan udara Angkatan Darat AS tempat tanah tersebut terkontaminasi oleh penggunaan *Agent Orange* yang bersejarah.

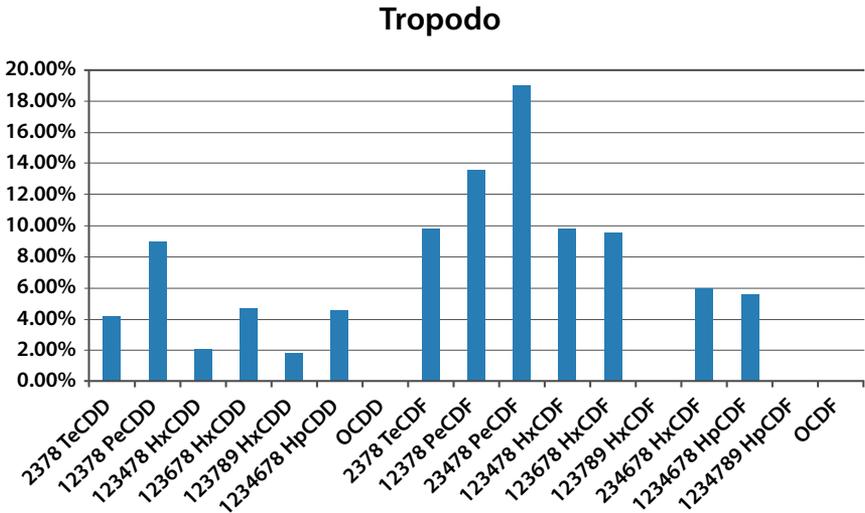
Gambar 14 menunjukkan bahwa kadar dioksin dalam telur dari Tropodo menduduki peringkat tertinggi kelima yang diukur dari telur-telur lain secara global.

Lampiran 2 merangkum tingkat maksimum dioksin yang ditemukan dalam telur ayam kampung sejak 2005 di berbagai negara di semua benua.

Profil congenner untuk PCDD/Fs dan DL PCB dapat dilihat pada Tabel 2, di mana konsentrasi yang diukur untuk masing-masing congenner disajikan bersama dengan *level of quantification* (LOQ) untuk masing-masing congenner.



Gambar 14. Proporsi PCDD/Fs congenner dalam sampel telur ayam buras yang di-pool dari Bangun.

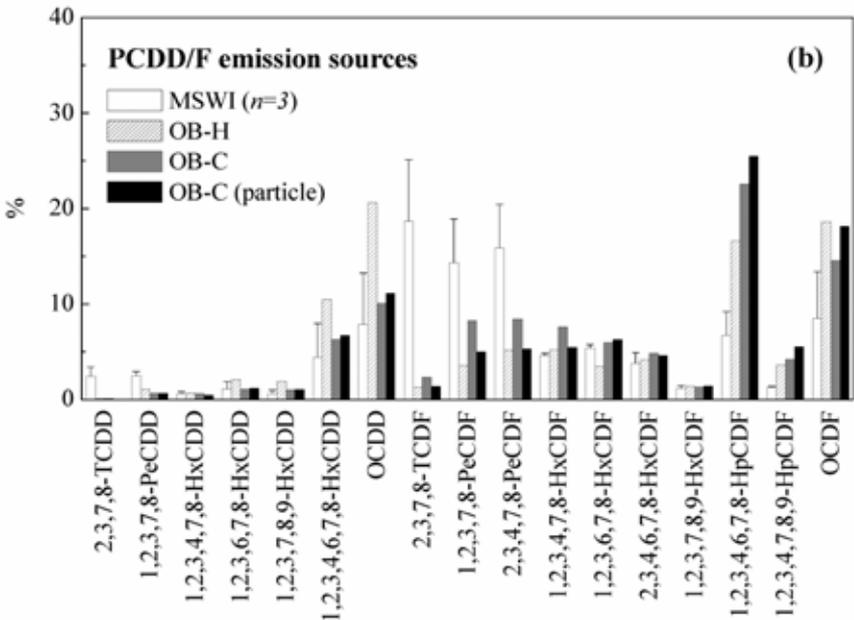


Gambar 15. Proporsi PCDD/Fs congenner dalam sampel telur ayam buras yang di-pool dari Tropodo.

LOQ untuk sampel dari Tropodo lebih tinggi karena konsentrasi tinggi dioksin dalam lemak. Profil congener untuk PCDD/Fs pada kedua sampel telur dikumpulkan dari Bangun dan Tropodo disajikan pada Gambar 14 dan 15.

Sementara OCDD adalah congener yang paling umum pada telur dari Bangun, 2,3,4,7,8 PeCDF adalah congener yang paling lazim ditemukan dalam telur dari Tropodo. Telur dari Tropodo juga memiliki tingkat HxCDF dan HpCDF yang lebih tinggi secara proporsional dibandingkan dengan telur dari Bangun. Congener dibenzofuran lebih banyak ditemukan pada sampel telur dari Tropodo daripada pada yang dari Bangun.

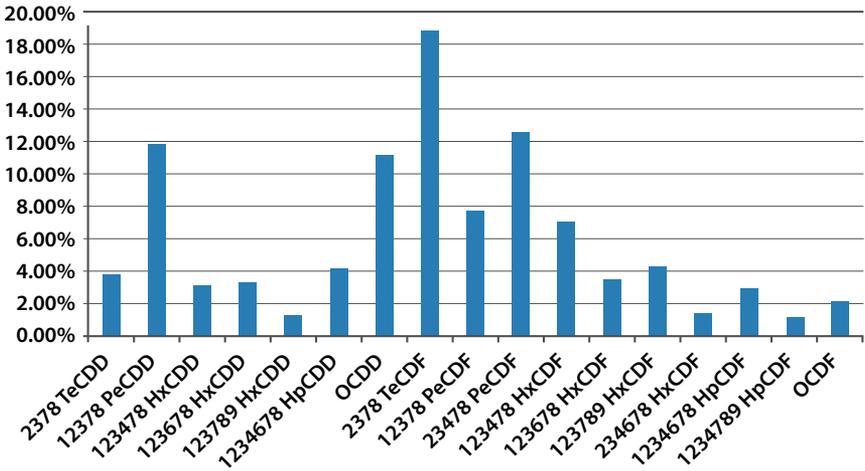
Gambar 16 menunjukkan profil congener untuk sampel udara dari pembakaran terbuka versus insinerator limbah padat kota dari sebuah penelitian di Cina. Juga profil congener dari studi telur IPEN sebelumnya (DiGangi and Petrlik 2005, Petrlik, DiGangi et al. 2005, Petrlik, Lobanow et al. 2005) digunakan untuk perbandingan dan ditunjukkan pada Gambar 17 dan 18.



Gambar 16. Pola-pola congener pada pembakaran terbuka dari sampah dan insinerasi sampah kota sebagaimana yang diamati dalam sampel udara, dinyatakan sebagai persentase relatif terhadap konsentrasi dioksin (PCDD/Fs). Sumber: (Xu, Yan et al. 2009)

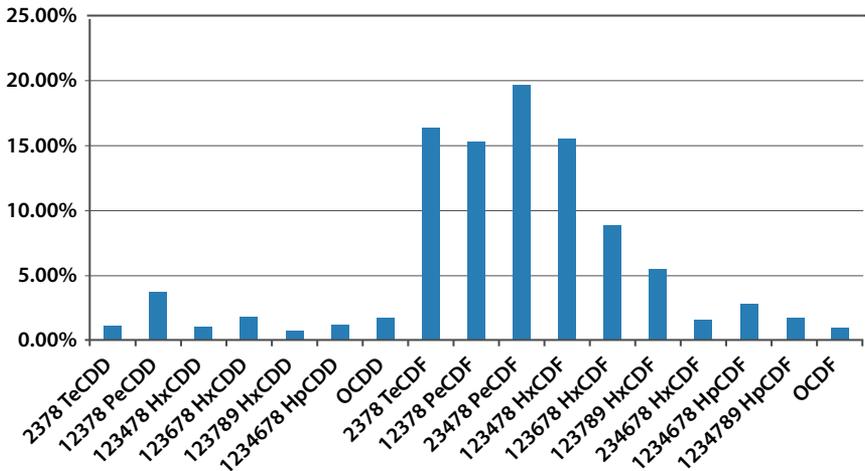
Meskipun profil congenen PCDD/Fs dalam sampel dari Bangun dan Tropodo tidak identik dengan salah satu dari profil yang disajikan, ada kesamaan dengan berbagai jenis profil. Profil congenen untuk sampel

Belarus - Bolshoi Trostenech



Gambar 17. Profil congenen PCDD/Fs dari sampel telur yang di-*pool* dari sekitar insinerator sampah kota di Bolshoi Trostenech, Belarus. Sumber: DiGangi and Petrluk 2005

Egypt - Helwan



Gambar 18. Profil congenen PCDD/Fs dari sampel telur yang di-*pool* dari Helwan, Mesir. Sumber: DiGangi and Petrluk 2005

Tropodo lebih dekat dengan profil dari fasilitas “tertutup”, misalnya fasilitas insinerasi limbah atau pabrik peleburan (misalnya sampel telur dari Helwan, Gambar 18) (Petrlik, DiGangi et al. 2005, Yu, Jin et al. 2006).

Sebaliknya, profil congenet untuk sampel Bangun lebih dekat dengan yang dipengaruhi oleh pembakaran limbah terbuka seperti yang terlihat dalam sampel dari Bolshoi Trostenech (Gambar 17), yang berasal dari daerah yang dekat dengan tempat pembuangan sampah kota di Belarus (Petrlik, Lobanow et al. 2005). Akses ke abu juga berperan dalam profil congenet karena abu insinerasi limbah menunjukkan pola congenet dioksin yang berbeda dari emisi udara (Oh, Chang et al. 2002). Studi ini tidak memeriksa abu dari kedua situs Bangun dan Tropodo.

Ketersediaan hayati congenet dioksin pada unggas adalah “ketergantungan klorinasi mulai dari 80% untuk tetraklorinasi hingga kurang dari 10% untuk congenet octachlorinated” menurut sebuah studi oleh Stephens et al. (Stephens, Petreas et al. 1995). Selanjutnya, Kang et al. (2002) melaporkan bahwa faktor biomagnifikasi (BMFs) PCDD/Fs pada bebek berumbai liar menurun seiring dengan peningkatan derajat klorinasi. Hal ini menunjukkan bahwa pola congenet dioksin dalam telur dapat berbeda dari pola yang ditemukan di sumber kontaminasi.

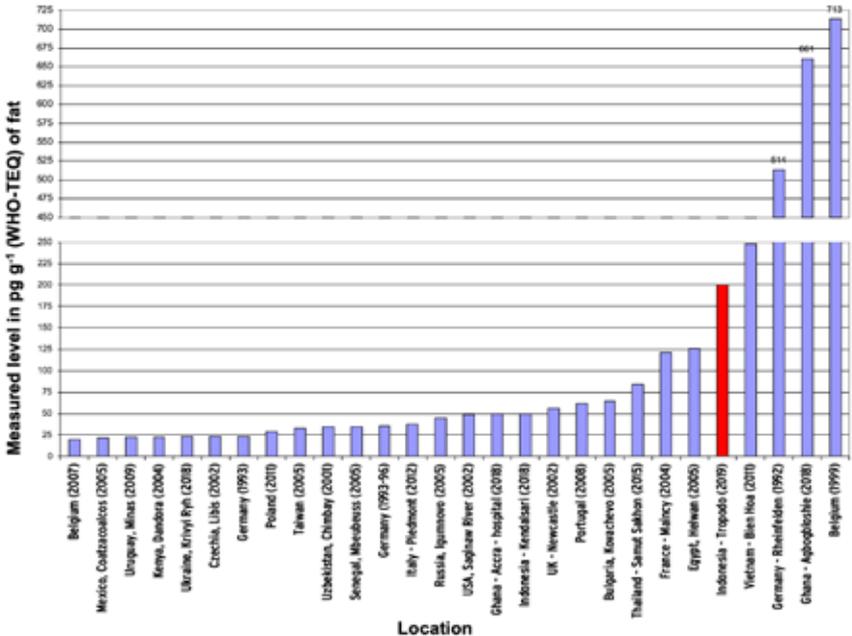
Orang dewasa yang makan hanya satu telur dari ayam kampung yang mencari makan di sekitar pabrik tahu di Tropodo akan melebihi asupan harian yang dapat ditoleransi (*tolerable daily intake*/TDI) oleh Otoritas Keamanan Makanan Eropa (EFSA) untuk dioksin terklorinasi sebanyak 70 kali lipat (EFSA CONTAM 2018). Konsumsi telur harian khas per orang di Indonesia kurang dari satu telur sehari (Knoema 2012), tetapi bahkan makan 12 gram telur sehari akan melebihi TDI yang ditetapkan EFSA lebih dari 20 kali lipat.

Telur-telur yang diambil dari situs Bangun mengandung dioksin 10,8 pg TEQ g⁻¹ lemak dan dioksin 13,9 pg TEQ g⁻¹ lemak serta *dioxin-like* PCB. Ini lebih dari empat kali lebih tinggi dari batas peraturan Uni Eropa untuk dioksin dan lebih dari lima kali lebih tinggi dari batas peraturan Indonesia yang mencakup dioksin dan *dioxin-like* PCB. Perbedaan kadar dioksin di kedua lokasi dapat mencerminkan perbedaan pembakaran plastik konstan di pabrik tahu dibandingkan dengan situasi yang lebih bervariasi di lokasi pembuangan di Bangun. Penting untuk dicatat bahwa kandungan kimiawi dalam tahu itu sendiri tidak diukur, tetapi mengingat kemungkinan tanah di sekitar pabrik telah terkontaminasi oleh emisi udara, akan masuk akal bagi pihak berwenang untuk menguji tahu tersebut.

Telur-telur Tropodo juga mengandung SCCP dan PBDE yang relatif tinggi walaupun lebih rendah dari pada sampel telur di Bangun, karena ayam-ayam di sana terpapar limbah plastik dan kertas yang dibuang di desa yang kemungkinan mengandung SCCP dan PBDE. Tidak ada batasan peraturan yang ditetapkan untuk bahan kimia beracun ini dalam telur.

Sebuah studi tahun 2017 dari 60 jenis plastik mainan anak-anak yang dikumpulkan dari 10 negara mendapati SCCPs dalam 45% sampel ini (Miller and DiGangi 2017, Miller, DiGangi et al. 2017). Pada tahun yang sama, pemerintah para pihak Konvensi Stockholm menambahkan SCCPs ke dalam Konvensi Stockholm untuk dimusnahkan secara global. SCCPs bersifat toksik terhadap organisma akuatik bahkan pada konsentrasi rendah, mengganggu fungsi endokrin, dan diduga dapat menyebabkan kanker pada manusia (POP RC 2015).

Anggota keluarga PBDE yang paling sering ditemui telah masuk ke dalam daftar Konvensi Stockholm untuk dimusnahkan secara global termasuk PentaBDE (2009), OctaBDE (2009) dan DecaBDE (2017). PBDEs mengakibatkan dampak terhadap kesehatan yang tak terpulihkan dan dampak terhadap tumbuh-kembang anak serta sistem syaraf (POP RC 2006,



Gambar 19. Dioksins yang diukur dalam ayam buras dari berbagai lokasi di seluruh dunia.

POP RC 2007, POP RC 2014). DecaBDE dan/atau produk turunannya juga selalu dikenali sebagai senyawa-senyawa kimia pengganggu endokrin (POP RC 2014).

Jika kita membandingkan data yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, kadar PFOS yang diukur dalam telur dari lokasi pembuangan di Desa Bangun sebanding dengan kadar PFOS dari daerah industri di negara-negara Eropa, seperti yang tidak terkontaminasi secara langsung oleh produksi senyawa perfluorinated, misalnya telur dari Belgia dan Belanda (D'Hollander W 2011, Zafeiraki, Costopoulou et al. 2016). Fakta ini menunjukkan tingginya dampak dari limbah yang diimpor di Desa Bangun, yang dapat dipastikan merupakan sumber pencemaran PFAS.

Zat-zat yang berhubungan dengan PFOS telah digunakan dalam industri kemasan dan kertas baik untuk mengemas makanan maupun aplikasi komersial untuk memberikan ketahanan terhadap lemak, minyak dan air terhadap substrat kertas, kertas karton dan pengemasan (KemI 2004). Orang dewasa yang hanya memakan satu telur dari ayam buras yang mencari makan di sekitar lokasi pembuangan Bangun akan melebihi asupan mingguan yang dapat ditoleransi dari PFOS (EFSA CONTAM 2018a) sekitar 1,3-kali lipat.

KIMIA YANG DILARANG DALAM TELUR BERSIFAT SANGAT TOKSIK

Telur dari kedua lokasi pengambilan sampel mengandung dioksin. Dioksin terklorinasi dan brominasi diketahui sangat toksik. Sejumlah penelitian epidemiologi telah mengungkapkan berbagai efek kesehatan manusia terkait dengan paparan dioksin yang diklorinasi termasuk diantaranya penyakit kardiovaskular, diabetes, kanker, porfiria, endometriosis, menopause dini, perubahan hormon testosteron dan tiroid, dan perubahan respons sistem kekebalan tubuh (White and Birnbaum 2009, Schecter 2012). Sebagaimana dicatat oleh Behnisch et al.,

“Kedua kelompok senyawa-senyawa ini¹ menunjukkan efek yang serupa, seperti induksi aryl hydrocarbon hydroxylase (AHH)/aktivitas EROD, dan toksisitas, seperti induksi dari wasting syndrome, thymic atrophy, dan toksisitas hati.” (Behnisch, Hosoe et al. 2003).

Dioksins terklorinasi adalah salah satu senyawa-senyawa “dirty dozen” yang diatur oleh Konvensi Stockholm. Dioksin yang terbrominasi belum diatur dalam Konvensi Stockholm.

1 Keduanya dioksin terklorinasi dan terbrominasi (PCDD/Fs, PBDD/Fs).

Telur dari lokasi pembuangan di Desa Bangun juga terkontaminasi oleh PFOS serta per-dan polyfluoroalkyl *substances* (PFAS) yang terlepas dari limbah pada konsentrasi yang sebanding dengan kawasan industri berat di Eropa. PFAS adalah kelas kimia besar (OECD 2018) yang terdiri lebih dari 4.500 senyawa terflorinasi yang sangat persisten (termasuk PFOS) yang telah banyak digunakan dalam kemasan produk, tekstil dan plastiks. EFSA telah menurunkan secara tajam asupan PFOS yang diizinkan, dari 150 ng/kg berat badan per hari menjadi 6 ng/kg berat badan per minggu (EFSA CONTAM 2018).

PFOS masuk dalam daftar di Konvensi Stockholm pada tahun 2009. Komite ahli Konvensi Stockholm menyimpulkan bahwa, “PFOS sangat persisten. Senyawa ini tidak menghidrolisis, tidak berfotolisis atau terdegradasi dalam kondisi lingkungan apa pun yang diuji” (POP RC 2006a). Dalam penelitian pada hewan, PFOS terbukti menyebabkan kanker, kematian neonatal, keterlambatan perkembangan fisik, dan gangguan endokrin (Thomford 2002a, Thomford 2002b, Luebker, York et al. 2005, Jacquet, Maire et al. 2012, Du, Hu et al. 2013).

PFOA adalah anggota umum lain dari keluarga zat PFAS. Pemerintah menambahkan PFOA ke dalam daftar Konvensi Stockholm untuk dieliminasi secara global pada tahun 2019. Konsentrasi PFOS dan PFOA yang lebih tinggi pada ibu dikaitkan dengan keterlambatan kehamilan, penurunan kualitas semen (sperma) manusia dan ukuran penis.(Fei, McLaughlin et al. 2009, Joensen, Bossi et al. 2009, Di Nisio, Sabovic et al. 2018). Pada manusia, PFOA dikaitkan dengan kolesterol tinggi, kolitis ulserativa, penyakit tiroid, kanker testis, kanker ginjal, hipertensi yang diinduksi oleh kehamilan, dan efek sistem kekebalan tubuh, dan dapat ditransfer ke janin melalui plasenta dan bayi melalui ASI (POP RC 2016). Senyawa terkait PFOA seperti alkohol fluorotelomer, fluoropolymers dan polimer berbasis fluorotelomer harus dimasukkan dalam tindakan yang dirancang untuk menghilangkan pelepasan PFOA karena mereka dapat terdegradasi menjadi PFOA.

Sebuah investigasi senyawa-senyawa PFAS di Indonesia baru-baru ini menemukan bahwa senyawa-senyawa ini tidak diatur dan sudah mence-mari pantai serta ditemukan dalam ASI (BaliFokus/Nexus3Foundation 2019).

PELAKSANAAN KONTROL EKSPOR LIMBAH PLASTIK DALAM KONVENSI BASEL

Konsekuensi toksik dari impor limbah plastik ke Indonesia yang ditunjukkan dalam penelitian ini memberikan alasan kuat untuk bertindak berdasarkan kesepakatan Konvensi Basel. Pada bulan Mei 2019, Konferensi Keempat dari Para Pihak (COP14) Konvensi Basel sepakat secara konsensus untuk mengatur sebagian besar limbah plastik di bawah rezim kontrol Konvensi Basel (BAN 2019, IPEN 2019). Keputusan ini mulai berlaku pada 1 Januari 2021, sesuai dengan Keputusan BC-14/12 dari Konvensi Basel (Basel Convention 2019) dan diharapkan memiliki dampak besar pada aliran dan produksi limbah plastik global. Indonesia telah meratifikasi Konvensi Basel pada tahun 1993 (Basel Convention 2019a).

Pertama, pemerintah harus membuat daftar untuk limbah plastik berbahaya yang tunduk pada semua prosedur kontrol perjanjian Basel. Kedua, ekspor limbah plastik campuran atau yang terkontaminasi mulai sekarang akan memerlukan persetujuan sebelumnya, memberikan negara pengimpor hak untuk menolak pengiriman. Hanya ada sedikit pengecualian yang tersedia untuk ekspor limbah plastik tidak berbahaya, non-PVC, limbah plastik yang bersih tidak dicampur dan tidak terkontaminasi, yang dapat diekspor secara bebas, dan hanya untuk daur ulang - bukan untuk pembakaran atau pembuangan limbah (Basel Convention 2019).

Sayangnya, pengecualian ini berlaku juga untuk polimer terfluorinasi yang dibuat dengan zat PFAS. Data dalam penelitian ini menunjukkan telur terkontaminasi oleh PFAS, hal ini menunjukkan bahwa pengecualian harus diakhiri. Saat ini, suatu pertemuan kelompok kerja kecil pada periode antar-sesi Konvensi Basel sedang mengkaji isu ini dan akan memberikan rekomendasi pada COP15 Konvensi Basel.

Keputusan besar kedua di COP14 membahas tindakan yang harus diambil pemerintah terhadap plastik. Keputusan ini dapat digunakan untuk menangani produksi dan berbagai bahan kimia beracun yang digunakan dalam plastik. Pemerintah sepakat bahwa mengelola limbah plastik dimulai di hulu dengan memperhatikan pentingnya produksi yang lebih berkelanjutan. Mereka juga sepakat tentang pentingnya mengurangi plastik sekali pakai dan menggantinya dengan alternatif yang ramah lingkungan. Terakhir, pemerintah sepakat bahwa tindakan aksi untuk mengelola

plastik harus mencakup aksi-aksi untuk menghilangkan atau mengurangi bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam produksi mereka dan pada tahap selanjutnya dalam siklus hidup mereka.

Keputusan Konvensi Basel di COP14 harus memiliki dampak positif pada pengurangan dan penghapusan impor limbah plastik yang tidak terkendali ke Indonesia. Setelah 1 Januari 2021, Indonesia akan memiliki kekuatan untuk menolak kiriman limbah campuran atau terkontaminasi melalui prosedur *informed consent*. Pembakaran atau penimbunan limbah plastik impor tidak akan diizinkan. Indonesia juga dapat mempertimbangkan pelarangan semua impor limbah plastik, seperti yang dilakukan oleh Cina. Penegakan hukum akan menjadi ukuran kunci untuk semua opsi.

Indonesia juga akan mendapat manfaat dari berlakunya Amandemen Larangan Konvensi Basel yang akan terjadi pada 5 Desember 2019 (Basel Convention 2019b). Indonesia telah meratifikasi amandemen Basel ini yang melarang negara-negara anggota dari Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD), Uni Eropa (UE), dan Liechtenstein mengekspor limbah berbahaya dan beracun sebagaimana yang didefinisikan oleh Konvensi (Basel Convention 2014) ke negara-negara lain – terutama negara berkembang atau negara dengan ekonomi dalam transisi. Amandemen Ban Konvensi Basel mencakup sebagian besar Polutan Organik Persisten (POPs), sebagian besar limbah elektronik, sebagian besar kapal usang, sebagian besar cairan mudah terbakar, dan sebagian besar logam berat beracun. Amandemen ini juga akan mencakup sampah plastik atau kertas jika terkontaminasi dengan limbah berbahaya. Indonesia meratifikasi Amandemen Larangan Basel pada tahun 2005 (Basel Convention 2019c) dan memainkan peran kunci dalam mendorong negara-negara lain untuk meratifikasinya.

MEMPERKUAT ARAHAN PENANGANAN LIMBAH DALAM KONVENSI STOCKHOLM

Studi ini menunjukkan keberadaan zat POPs dalam telur ayam yang diatur dalam Konvensi Stockholm seperti dioksin, PCB, PBDEs, SC-CPs, dan PFOS.

Produksi dioksin dan PCB yang tidak disengaja harus ditangani di bawah perjanjian dengan cara mencegah pembakaran yang tidak terkendali. Konvensi Stockholm mensyaratkan minimisasi dan, jika memungkinkan, penghapusan zat-zat yang dihasilkan secara tidak sengaja ini. Perjanjian Stockholm juga telah mengidentifikasi berbagai sumber dioksin, termasuk dari pembakaran yang tidak terkendali (diilustrasikan di situs Tropo-do dan Bangun) dan dari insinerator limbah (Stockholm Convention on POPs 2008, UNEP and Stockholm Convention 2013).

Para Pihak Konvensi berkewajiban mengembangkan rencana aksi untuk mengatasi sumber-sumber ini dan berupaya mencapai tujuan untuk minimalisasi dan eliminasi, serta berkewajiban untuk mengimplementasikan rencana-rencana tersebut sesuai dengan Pasal 5 Konvensi. (Stockholm Convention 2010). Pembakaran terbuka dan insinerasi sampah bukan merupakan pilihan yang disukai dalam pengelolaan limbah menurut Konvensi Stockholm dan terutama dalam Pedoman BAT/BEP-nya (Stockholm Convention on POPs 2008). Untuk informasi lebih lanjut tentang kewajiban dan pedoman Konvensi Stockholm, silakan lihat Lampiran 3.

Ketentuan di bawah Konvensi Stockholm juga dapat memungkinkan kontrol terhadap POPs yang ada dalam limbah plastik dan kertas seperti SCCPs, PBDEs, PFOS dan PFOA, dengan menggunakan nilai batas yang lebih ketat untuk mendefinisikan limbah POPs (dikenal sebagai POPs konsentrasi rendah). Limbah dengan kadar zat POPs melebihi batas yang ditetapkan, harus dihancurkan dan tidak diekspor. Namun, saat ini nilai ambang batasnya masih lemah, oleh karena itu memungkinkan ekspor POPs dalam volume besar dalam bentuk pengiriman limbah dari negara maju (IPEN 2019).

REKOMENDASI

Studi ini mengaitkan salah urus dalam pengelolaan limbah dan perdagangan limbah plastik yang tidak terkontrol dengan kontaminasi rantai makanan di Indonesia. Bangun dan Tropodo hanyalah dua contoh dari banyak situs serupa di Asia Tenggara. Langkah-langkah untuk mengatasi masalah ini meliputi:

- Memberitahu masyarakat yang terdampak tentang hasil penelitian ini, termasuk rekomendasi dari pemerintah kepada masyarakat untuk tidak mengkonsumsi atau menjual telur ayam buras yang dilepas dari kandang sampai ada arahan tindakan pembersihan dan pengujian lebih lanjut yang menunjukkan bahwa telur tersebut aman dikonsumsi.
- Melarang pembakaran sebagai opsi pembuangan limbah plastik atau sebagai contoh 'ekonomi sirkular.' Praktik ini tidak boleh diterima sebagai praktik terbaik untuk pengelolaan limbah plastik.
- Melarang pembakaran plastik sebagai bahan bakar untuk operasi industri karena dioksin dan polusi terhalogenasi lainnya yang dihasilkan dalam emisi dan abu.
- Membatasi penggunaan bahan bakar sintetis yang mengandung halogen yang berasal dari plastik karena polutan organik persisten dapat terkandung dalam emisi pembakaran bahan bakar tersebut.
- Melakukan remediasi lokasi yang terkontaminasi dengan dioksin dan POPs lainnya untuk memastikan kesehatan manusia terlindungi dan kontaminasi terhadap rantai makanan tidak terjadi.
- Meningkatkan pemantauan bahan kimia POPs sesuai dengan ketentuan Konvensi Stockholm bersama dengan polutan lainnya yang menjadi perhatian.
- Memperbaharui Rencana Implementasi Nasional Konvensi Stockholm Indonesia untuk mengevaluasi efektivitas tindakan pencegahan dan pengendalian POPs di Indonesia.
- Menerapkan secara ketat ketentuan baru Konvensi Basel untuk memblokir impor limbah berbahaya dan mengendalikan perpindahan lintas batas limbah plastik atau memberlakukan larangan impor limbah plastik.
- Memperkenalkan batas aman yang lebih ketat, lebih protektif untuk POPs dalam limbah dalam Konvensi Stockholm.

- Menerapkan kerangka kerja kimia internasional *Beyond 2020* yang lebih kuat yang mencakup pekerjaan-pekerjaan untuk mengurangi dan menghilangkan PFAS sebagai sebuah kelas kimia toksik.
- Mengurangi dan memperkecil produksi serta penggunaan plastik, dan menghindari penggunaan plastik terhalogenasi atau penambahan senyawa terhalogenasi dalam produksi plastik seperti brom, klor, dan fluor.

LAMPIRAN 1.

METODOLOGI PENGAMBILAN SAMPEL DAN PENJELASAN ANALISIS KIMIA

Tiga sampel telur dikumpulkan dari masing-masing lokasi pengambilan sampel yang dipilih untuk mendapatkan sampel yang representatif. Dua *pool* sampel dari Indonesia dan satu sampel dari Bangkok yang berasal dari telur komersial (telur ayam ras) dianalisa untuk polychlorinated dibenzo-p-dioxins dan dibenzofurans (PCDD/Fs) dan dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs) menggunakan DR. Metode CALUX.

Selanjutnya sampel dikirim ke laboratorium bersertifikat ISO 17025 Belanda (BioDetection Systems B.V., Amsterdam) lalu dilakukan analisis skrining berbasis sel DR CALUX menurut Standar Eropa EC/644/2017.

Metode bioassay DR CALUX terbukti sebagai analisis skrining toksisitas berbasis efek yang efisien, semi kuantitatif, dan efek untuk semua jenis senyawa seperti dioksin yang stabil (PCDD/Fs, dl-PCBs, PBDD/Fs, PBBs, polycyclic terklorinasi dan brominasi hidrokarbon aromatik, N-dioksin).

Untuk memungkinkan diferensiasi congener, semua sampel telur yang dikumpulkan dari Indonesia serta sampel telur yang dikumpulkan dari supermarket Bangkok dianalisis untuk kandungan PCDD/Fs individu serta tambahan congener PCB dengan menggunakan HRGC-HRMS di laboratorium terakreditasi Münster Analytical Solution (MAS) GmbH di Münster, Jerman dan/atau di State Veterinary Institute di Praha, Republik Ceko.

Semua sampel juga dianalisis untuk konten *non-dioxin-like* (indikator) PCBs (iPCBs), DDT dan metabolitnya, hexachlorocyclohexanes (HCHs), hexachlorobutadiene (HCBd), pentachlorobenzene (PeCB), dan hexachlorobenzene (HCB) di laboratorium bersertifikat di Republik Ceko (University of Chemistry and Technology in Prague, Department of Food Chemistry and Analysis).

Telur-telur dari Bangun, Tropodo, dan supermarket Bangkok juga dianalisis untuk PBDE, HCBd, dan short chain chlorinated paraffins (SCCPs). Semua analisis ini dilakukan di laboratorium bersertifikat di Ceko (Institut Teknologi Kimia, Departemen Kimia dan Analisis Makanan).

Sampel telur ayam kampung dalam laporan ini diambil sampelnya selama bulan April 2019. Analisis telur dari Indonesia dilakukan di laboratorium Eropa pada periode antara Juni dan September 2019.

LAMPIRAN 2.

PERBANDINGAN SAMPEL ANTAR WILAYAH SEJAK 2005

TABEL 3. PCDD/Fs DALAM SAMPEL TELUR AYAM BURAS DARI BERBAGAI DAERAH - TINGKAT MAKSIMUM DIUKUR PADA TAHUN 2005-2018 (DALAM pg WHO-TEQ g⁻¹ LEMAK)

Negara, Lokasi	Wilayah	Tahun	Kadar PCDD/Fs	Berapa kali lipat Standar Uni Eropa	Sumber potensial	Sumber informasi
Ghana, Agbogbloshie	Afrika	2018	661	264	situs limbah elektronik	Petriik, Adu-Kumi <i>et al.</i> 2019
Ghana, Accra - hospital	Afrika	2018	49	20	insinerasi sampah kota	Petriik, Adu-Kumi <i>et al.</i> 2019
Cameroon, Yaoundé - hospital	Afrika	2018	4.6	2	insinerasi sampah; pembakaran terbuka	Petriik, Adu-Kumi <i>et al.</i> 2019
Egypt, Tidak spesifik	Afrika	2010- 2014	4.5	2	metallurgical industry	Khairallah, El-Kabbanya S. <i>et al.</i> 2015
Vietnam, Bien Hoa	Asia	2011	248	99	lahan terkontaminasi (Agent Orange)	Traag, Hoang <i>et al.</i> 2012
Indonesia, Tropodo	Asia	2019	200	80	pabrik tahu menggunakan plastik sebagai bahan bakar	Laporan ini
Thailand, Samut Sakhon	Asia	2015	84	34	situs limbah elektronik dan pembakaran terbuka	Teebthaisong, Petriik <i>et al.</i> 2018
Indonesia, Kendalsari	Asia	2018	49	20	peleburan aluminium sekunder	SVÚ Praha 2018
Taiwan, Chang-Hua County	Asia	2004- 2005	15.0	6	abu dari pabrik logam/metal	Chen, Huang <i>et al.</i> 2010

Negara, Lokasi	Wilayah	Tahun	Kadar PCDD/Fs	Berapa kali lipat Standar Uni Eropa	Sumber potensial	Sumber informasi
China, Wuhan	Asia	2014	12.2	5	insinerasi sampah kota	Petrlik, Behnisch <i>et al.</i> 2018
Turkey, Dilovasi	Asia	2008	10.9	4	industri metalurgi	Aslan, Kemal Ko- rucu <i>et al.</i> 2010
Indonesia, Bangun	Asia	2019	10.8	4	pembuangan sampah impor	Laporan ini
Kazakhstan, Balkhash	Asia	2013	9.8	4	tempat bangkai mobil; industri metal	Petrlik, Adu-Kumi <i>et al.</i> 2019
Kazakhstan, Shabanbai Bl	Asia	2014	9.3	4	kontaminasi minyak PCBs	Petrlik, Adu-Kumi <i>et al.</i> 2019
Poland, Tidak spesifik	Eropa Tengah dan Timur	2011	29	12	kayu yang diawetkan dengan PCP	Piskorska-Plisz- zynska, Strucinski <i>et al.</i> 2016
Ukraine, Krivyi Ryh	Eropa Tengah dan Timur	2018	23	9	industri metalurgi	Petrlik, Straková <i>et al.</i> 2018
Czechia, Pitárne	Eropa Tengah dan Timur	2017	15.4	6	pabrik daur ulang PVC	SVÚ Praha 2017
Serbia, Grabovac	Eropa Tengah dan Timur	2015	11.1	4	kontaminasi kimia	Petrlik and Behnisch 2015
Poland, Malopolska	Eropa Tengah dan Timur	2017	9.5	4	pencemaran udara (umum)	Wdgiel, Chrząszcz <i>et al.</i> 2018)
Armenia, Alaverdi	Eropa Tengah dan Timur	2018	7.5	3	peleburan tembaga	Petrlik and Stra- ková 2018
Bosnia and Herzegovina, Zenica	Eropa Tengah dan Timur	2015	5.6	2	industri metalurgi	Petrlik and Behnisch 2015
Czechia, Lhenice	Eropa Tengah dan Timur	2015	5.3	2	lahan terkon- taminasi PCB	Mach 2016)
Belarus, Gatovo	Eropa Tengah dan Timur	2014	4.3	2	tempat bong- kar mobil	Petrlik, Kalmykov <i>et al.</i> 2015

Negara, Lokasi	Wilayah	Tahun	Kadar PCDD/Fs	Berapa kali lipat Standar Uni Eropa	Sumber potensial	Sumber informasi
Portugal, Tidak spesifik	Eropa	2008	61	25	kayu yang diawetkan dengan PCP	Cardo, Castel-Branco <i>et al.</i> 2014
Italy, Piedmont	Eropa	2012-2013	38	15	industri metalurgi	Squadrone, Brizio <i>et al.</i> 2015
Belgium, Tidak spesifik	Eropa	2007	20	8	tidak spesifik	Van Overmeire, Waegeneers <i>et al.</i> 2009
Germany, Teningen	Eropa	2014	11.4	5	bekas pabrik pembuat kapasitor PCB (lahan terkontaminasi)	Weber, Schwedler <i>et al.</i> 2015
Netherlands, Friesland	Eropa	2014	9.6	4	tidak jelas	Hoogenboom, ten Dam <i>et al.</i> 2014, Hoogenboom, ten Dam <i>et al.</i> 2016
Netherlands, Rijnmond	Eropa	2014	9.6	4	kawasan industri di Belanda	(Hoogenboom, ten Dam <i>et al.</i> 2014)
Italy, Caserta	Eropa	2014-2015	6.2	2	pembakaran terbuka	Lambiase, Serpe <i>et al.</i> 2017
Netherlands, Harlingen	Eropa	2013	4.8	2	insinerasi sampah kota	Arkenbout 2014
Uruguay, Minas	Latin Amerika	2009	23	9	tanur semen pembakar PCB	Reyes 2010, Uruguay 2017
Brazil, Vespasiano - Bello Horizonte	Latin Amerika	2014	7.4	3	pembakaran di tanur semen (membakar ban bekas)	Augusti, Nunes <i>et al.</i> 2015
Peru, Zapallal	Latin Amerika	2010	4.4	2	abu dari bengkel metalurgi	Swedish EPA 2011
Canada, Tidak spesifik	Amerika Utara	2005-2006	10.6	4	kayu yang diawetkan dengan PCP	Rawn, Sadler <i>et al.</i> 2012

LAMPIRAN 3:

INSINERASI SAMPAH SEBAGAI SEBUAH SUMBER POP YANG TIDAK DISENGAJA DAN KEWAJIBAN-KEWAJIBAN DALAM KONVENSI STOCKHOLM SERTA PANDUAN-PANDUAN

Para pihak dari Konvensi Stockholm berkewajiban untuk mengembangkan rencana aksi untuk mengatasi sumber POP yang diproduksi secara tidak sengaja, dan mereka diwajibkan untuk mengimplementasikan rencana tersebut sesuai dengan Pasal 5 Konvensi Stockholm (Stockholm Convention 2010). Sebagai bagian dari rencana implementasi, masing-masing Pihak harus mengembangkan dan memelihara inventarisasi nasional sumber POP yang diproduksi secara tidak sengaja bersama dengan perkiraan lepasan dan emisi.

Para pihak harus mengevaluasi efektivitas undang-undang dan kebijakan nasional yang berkontribusi untuk mengelola lepasan dan emisi ini serta mengembangkan strategi yang bertujuan meminimalkan lepasan dan emisi ini. Setiap lima tahun para Pihak harus meninjau keberhasilan strategi ini dalam memenuhi kewajiban Konvensi dan melaporkan hasil tinjauan ini kepada Konferensi Para Pihak.

Pemerintah Indonesian telah mengusulkan pembangunan insinerasi sampah kota (Gokkon 2019) untuk menangani masalah sampah di 12 kota (Humas 2019). Beberapa elemen perjanjian sangat relevan dengan keputusan mengenai konstruksi dan operasi insinerator sampah. Para pihak berkewajiban mempromosikan langkah-langkah yang dapat mengurangi pelepasan POPs yang tidak disengaja atau menghilangkan sumber mereka.

Para pihak juga berkewajiban untuk mempromosikan pengembangan bahan pengganti, bahan, produk dan proses yang dimodifikasi untuk mencegah pembentukan dan pelepasan POP yang diproduksi secara tidak sengaja seperti dioksin.

Para Pihak berkewajiban mempromosikan penggunaan teknik terbaik yang tersedia (*Best Available Technique*/BAT) dan praktik lingkungan terbaik (*Best Environmental Practices*/BEP) untuk mengendalikan sumber

POPs yang tidak disengaja yang diidentifikasi dalam inventaris laporan Rencana Implementasi Nasional. Para juga Pihak berkewajiban meminta penggunaan BAT untuk mengendalikan sumber-sumber tertentu (Stockholm Convention 2010).

Para pihak diberikan fleksibilitas dalam menentukan bagaimana BAT akan diterapkan secara nasional. Namun demikian, masing-masing Pihak memiliki kewajiban formal untuk mendefinisikan BAT dengan beberapa cara, dan harus melakukannya dengan mempertimbangkan pedoman yang diberikan oleh Konvensi dan oleh Panduan yang diadopsi.

Berdasarkan definisi atau pemahaman Para Pihak sendiri tentang BAT, negara Pihak harus mempromosikan penggunaan standar BAT untuk semua sumber dioksin yang tercantum dalam inventaris nasionalnya. Pihak dari Konvensi Stockholm juga harus mewajibkan penggunaan BAT untuk fasilitas baru yang diidentifikasi dalam kategori sumber yang tercantum dalam Bagian II Lampiran C, termasuk insinerator.

Pedoman BAT / BEP Konvensi berisi beberapa elemen penting dengan relevansi tinggi dengan pertimbangan praktis untuk mengurangi dan menghilangkan POPs - termasuk dari insinerator. Ini termasuk upaya serius untuk menghindari pembangunan insinerator dengan memprioritaskan alternatif (Stockholm Convention on POPs 2008).

“Ketika mempertimbangkan proposal untuk membangun insinerator sampah baru, pertimbangan prioritas harus diberikan pada solusi-solusi alternatif seperti kegiatan untuk meminimalkan timbulan limbah, termasuk pemulihan sumber daya, penggunaan kembali, daur ulang, pemisahan limbah, dan mempromosikan produk yang menghasilkan lebih sedikit limbah. Pertimbangan prioritas juga harus diberikan pada pendekatan yang mencegah pembentukan dan pelepasan polutan organik yang persisten” (Stockholm Convention on POPs 2008).

Pedoman BAT/BEP juga dengan jelas menyatakan proses yang harus diikuti oleh para pembuat keputusan ketika memutuskan untuk membangun dan mengoperasikan insinerator dengan penekanan bahwa mereka,

“harus melakukan perbandingan proses yang diusulkan, alternatif yang tersedia dan undang-undang yang berlaku dengan menggunakan apa yang disebut sebagai “pendekatan daftar periksa atau checklist approach”, dengan mempertimbangkan konteks pembangunan berkelanjutan secara keseluruhan dan mempertimbangkan sepenuhnya faktor-faktor

lingkungan, kesehatan, keselamatan, dan sosial-ekonomi ”
(*Stockholm Convention on POPs 2008*).

Konvensi Stockholm merekomendasikan elemen-elemen pendekatan berikut: mengkaji fasilitas baru yang diusulkan dalam konteks pembangunan berkelanjutan; mengidentifikasi alternatif yang mungkin diterapkan dan tersedia; melakukan evaluasi komparatif dari alternatif yang diusulkan dan diidentifikasi yang mungkin diterapkan dan tersedia; dan mempertimbangkan prioritas termasuk menghindari pembentukan dan pelepasan POPs yang tidak disengaja.

Perjanjian Stockholm mencatat bahwa ketika insinerator yang diusulkan dibandingkan dengan alternatif-alternatif yang ada, “Dampak kesehatan, keselamatan dan lingkungan dari alternatif-alternatif yang diusulkan juga harus dibandingkan dengan dampak yang sesuai dari fasilitas yang diusulkan sebelumnya” (Stockholm Convention on POPs 2008).

BIBLIOGRAPHY

- Arkenbout, A. (2014). "Biomonitoring of Dioxins/dl-PCBs in the north of the Netherlands; eggs of backyard chickens, cow and goat milk and soil as indicators of pollution." *Organohalogen Compd* 76: 1407-1410.
- Aslan, S., M. Kemal Korucu, A. Karademir and E. Durmusoglu (2010). "Levels of PCDD/Fs in local and non-local food samples collected from a highly polluted area in Turkey." *Chemosphere* 80(10): 1213-1219.
- Augusti, D. V., C. M. Nunes, E. V. Santos and R. Pissinatti (2015). "Contamination of backyard chicken eggs by dioxins, furans and DL-PCBs caused by an uncontrolled fire in disposable tires." *Organohalogen Compd* 77: 39-42.
- Badan pengawas obat dan makanan Republik Indonesia (2018). Peraturan badan pengawas obat dan makanan Nomor 8 Tahun 2018, Tentang batas maksimum cemaran kimia dalam pangan olahan dengan rahmat tuhan yang maha esa kepala badan pengawas obat dan makanan. Badan pengawas obat dan makanan Republik Indonesia: 14.
- BaliFokus/Nexus3 Foundation, I. (2019). PFAS Situation Report: Indonesia. Available at: https://ipen.org/sites/default/files/documents/indonesia_pfas_country_situation_report_apr_2019.pdf. Jakarta: 46.
- BAN. (2019). "Basel Convention agrees to control plastic waste trade." Retrieved 01/11/2019, from <https://www.ban.org/news/2019/5/10/basel-convention-agrees-to-control-plastic-waste-trade?rq=norwegian>.
- Basel Convention (2014). Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal - Protocol on Liability and Compensation for Damage Resulting from Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. Texts and Annexes. UNEP Geneva.
- Basel Convention (2019). Report of the Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal on the work of its fourteenth meeting. UNEP/CHW.14/28.
- Basel Convention. (2019a). "Basel Convention: Status of ratifications." Retrieved 01/11/2019, from <http://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx>.
- Basel Convention. (2019b). "Ban Amendment entry into force." Retrieved 01/11/2019, from <http://www.basel.int/Implementation/PublicAwareness/PressReleases/BanAmendmententryintoforce/tabid/8120/Default.aspx>.
- Basel Convention. (2019c). "Amendment to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal: Status of ratifications." Retrieved 01/11/2019, from <http://basel.int/Countries/StatusofRatifications/BanAmendment/tabid/1344/Default.aspx>.
- Behnisch, P. A., K. Hosoe and S.-i. Sakai (2003). "Brominated dioxin-like compounds: in vitro assessment in comparison to classical dioxin-like compounds and other polyaromatic compounds." *Environment International* 29(6): 861-877.
- Cardo, M. O., M. Castel-Branco, V. Andreozzi and F. A. Bernardo (2014). "Dioxins in the Food Chain: Contamination Fingerprint Analysis in Breeding Hens, Hatching Eggs and Broilers." *Journal of Environmental Protection* Vol.05No.13: 8.
- Cole, M., P. Lindeque, C. Halsband and T. S. Galloway (2011). "Microplastics as contaminants in the marine environment: a review." *Mar Pollut Bull* 62(12): 2588-2597.
- D'Hollander W, d. V. P., Bervoets L (2011). "Accumulation of Perfluorinated Chemicals in Belgian Home-produced Chicken Eggs." *Organohalogen Compounds* 73: 917-920.
- Di Nisio, A., I. Sabovic, U. Valente, S. Tescari, M. S. Rocca, D. Guidolin, S. Dall'Acqua, L. Acquasaliente, N. Pozzi and M. Plebani (2018). "Endocrine disruption of androgenic activity by perfluoroalkyl substances: clinical and experimental evidence." *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 104(4): 1259-1271.
- DiGangi, J. and J. Petrlik (2005). The Egg Report - Contamination of chicken eggs from 17 countries by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. Available at: <http://english.armika.org/publications/the-egg-report>.
- Du, G., J. Hu, H. Huang, Y. Qin, X. Han, D. Wu, L. Song, Y. Xia and X. Wang (2013). "Perfluorooctane sulfonate (PFOS) affects hormone receptor activity, steroidogenesis, and expression of endocrine-related genes in vitro and in vivo." *Environmental Toxicology and Chemistry* 32(2): 353-360.
- EFSA CONTAM (2018). "Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food." *EFSA Journal* 16(11): 331.
- EFSA CONTAM (2018a). "Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food." *EFSA Journal* 16(12): 284.
- Fei, C., J. K. McLaughlin, L. Lipworth and J. Olsen (2009). "Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity." *Human Reproduction* 24(5): 1200-1205.
- GAlA (2019). Discarded. Communities on the Frontlines of the Global Plastic Crisis. Berkeley, Global Alliance for Incinerator Alternatives.
- Geyer, R., J. R. Jambeck and K. L. Law (2017). "Production, use, and fate of all plastics ever made." *Science Advances* 3(7): e1700782.
- Gokkon, B. (2019, 22/July/2019). "Indonesia, facing a waste crisis, plans to burn it for electricity." from <https://news.mongabay.com/2019/07/indonesia-facing-a-waste-crisis-plans-to-burn-it-for-electricity/>.

- Hahladakis, J. N., C. A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou and P. Purnell (2018). "An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling." *Journal of Hazardous Materials* 344: 179-199.
- Hoogenboom, R., M. ten Dam, M. van Bruggen, M. Zeilmaker, S. Jeurissen, W. Traag and S. van Leeuwen (2014). Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders. Wageningen, RIKILT (University & Research centre): 25.
- Hoogenboom, R. L. A. P., G. ten Dam, M. van Bruggen, S. M. F. Jeurissen, S. P. J. van Leeuwen, R. M. C. Theelen and M. J. Zeilmaker (2016). "Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) and biphenyls (PCBs) in home-produced eggs." *Chemosphere* 150: 311-319.
- Humas, O. (2019, 16/July/2019). "4 Kota Sudah Siap, Seskab: 'Tipping Fee' Jadi Masalah Klasik Pembangunan PLTSA." Retrieved 15/Nov/2019, 2019, from <https://setkab.go.id/4-kota-sudah-siap-seskab-tipping-fee-jadi-masalah-klasik-pembangunan-pltsa/>.
- Chen, H.-L., H.-Y. Huang, P.-C. Huang and C.-C. Lee (2010). "Relationship of PCDD/F concentrations in duck-egg farmers and consumption of ranched duck eggs in central Taiwan." *Environmental Toxicology and Chemistry* 29(11): 2402-2408.
- IPEN (2019). Make Low POPs Content Levels Low Enough for Health and Environment Protection: Keep the Promise, Eliminate POPs! A Brief for Delegates (Updated version: April 2019). https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-low-pops-factsheet-v1_5-en_web.pdf: 4.
- IPEN. (2019). "New global rules curb unrestricted plastic waste exports." Retrieved 01/11/2019, from <https://ipen.org/news/new-global-rules-curb-unrestricted-plastic-waste-exports>.
- Ismawati Drwiega, Y., M. A. Septiono, P. Arisandi and L. Bell (2019). Plastic Waste Trade in Indonesia. Country Update Report. Jakarta, Nexus3 Foundation: 66.
- Jacquet, N., M. A. Maire, Y. Landkocz and P. Vasseur (2012). "Carcinogenic potency of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on Syrian hamster embryo (SHE) cells." *Archives of Toxicology* 86(2): 305-314.
- Joensen, U. N., R. Bossi, H. Leffers, A. A. Jensen, N. E. Skakkebaek and N. Jorgensen (2009). "Do Perfluoroalkyl Compounds Impair Human Semen Quality?" *Environmental Health Perspectives* 117(6): 923-927.
- Jurewicz, J. and W. Hanke (2011). "Exposure to phthalates: Reproductive outcome and children health. A review of epidemiological studies." *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 24(2): 115-141.
- Kang, Y.-S., M. Yamamuro, S. Masunaga and J. Nakanishi (2002). "Specific biomagnification of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in tufted ducks (*Aythya fuligula*), common cormorants (*Phalacrocorax carbo*) and their prey from Lake Shinji, Japan." *Chemosphere* 46(9): 1373-1382.
- KemI (2004). Perfluorooctane Sulfonate (PFOS). Dossier prepared in support for a nomination of PFOS to the UNECE LRTAP Protocol and the Stockholm Convention: 46.
- Khairallah, H., El-Kabbanya S., A. a. El-Marsafey and S. El-Safy (2015). "Monitoring Polychlorodibenzo-p-dioxins and Furans in Eggs and Feed in Egypt." *Middle East Journal of Applied Sciences* 05(01, Jan - Mar): 134-142.
- Knoema. (2012, June 2012). "World Data Atlas Indonesia Topics Food Security (in 2007)." Retrieved 04-08-2016, from <https://knoema.com/atlas/Indonesia/topics/Food-Security/Food-Consumption/Eggs-consumption>.
- Lambiase, S., F. P. Serpe, S. Cavallo, G. Rosato, L. Baldi, B. Neri and M. Esposito (2017). "Occurrence of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), dibenzofurans (PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in eggs from free-range hens in Campania (southern Italy) and risk evaluation." *Food Additives & Contaminants: Part A* 34(1): 56-64.
- Luebker, D. J., R. G. York, K. J. Hansen, J. A. Moore and J. L. Butenhoff (2005). "Neonatal mortality from in utero exposure to perfluorooctanesulfonate (PFOS) in Sprague-Dawley rats: Dose-response, and biochemical and pharmacokinetic parameters." *Toxicology* 215(1): 149-169.
- Lyche, J. L., A. C. Gutleb, A. Bergman, G. S. Eriksen, A. J. Murk, E. Ropstad, M. Saunders and J. U. Skaare (2009). "Reproductive and developmental toxicity of phthalates." *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 12(4): 225-249.
- Mach, V. (2016). Aktuální znečištění a šíření kontaminace perzistentními organickými polutanty z areálu skladu nebezpečných odpadů ve Lhencích. Praha, Arnika - Toxické látky a odpady: 33.
- Marine Litter Topic Group (2019). Plastic and toxic additives, and the circular economy: the role of the Basel and Stockholm Conventions. UNEP/CHW.14/INF/29/Add.1 - UNEP/POPS/COP.9/INF/28/Add.1. Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal Fourteenth meeting; Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Ninth meeting. Geneva.
- Miller, P. and J. DiGangi (2017). Toxic Industrial Chemical Recommended for Global Prohibition Contaminates Children's Toys, IPEN, Alaska Community Action on Toxics (ACAT): 14.
- Miller, P. K., J. DiGangi, J. Pulkrabova and J. Tomasko (2017). "Short-Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs), a Toxic Industrial Chemical Included for Global Prohibition, Contaminate Children's Toys" *Organohalogen Compd* 79(2017): 746-749.
- OECD (2018). Toward a new comprehensive global database of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs): Summary report on updating the OECD 2007 list of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs). Joint

- meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. Series on Risk Management No. 39, Environment Directorate. ENV/JM/MONO(2018)7: 24.
- Oh, J.-E., Y.-S. Chang and M. G. Ikonoumou (2002). "Levels and Characteristic Homologue Patterns of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans in Various Incinerator Emissions and in Air Collected Near an Incinerator." *Journal of the Air & Waste Management Association* 52(1): 69-75.
- Petrlik, J., S. Adu-Kumi, J. N. Hogarh, E. Akortia, G. Kuepou, P. Behnisch, L. Bell and J. DiGangi (2019). Persistent Organic Pollutants (POPs) in Eggs: Report from Africa. Accra - Yaounde - Gothenburg - Prague, IPEN, Arnika - Toxics and Waste Programme, CREPD - Centre de Recherche et d'Education pour le Développement: 48.
- Petrlik, J. and P. A. Behnisch (2015). Persistent Organic Pollutants (POPs) in Free Range Chicken Eggs from Western Balkan Countries: Bosnia and Herzegovina, Montenegro and Serbia 2014 – 2015. Prague, Arnika – Citizens Support Centre: 36.
- Petrlik, J., P. A. Behnisch and A. Teebthaisong (2018). Dioxin Contamination of Free Range Chicken Eggs from Selected Hot Spots - Based on CALUX Bioassay Analyses. 11th BioDetectors Conference 2018. Aachen: 14-15.
- Petrlik, J., J. DiGangi, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Day Hospital Institute and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs from Helwan in Egypt by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. Keep the Promise, Eliminate POPs Reports. Cairo, Prague, IPEN, Arnika Association, Day Hospital Institute: 30.
- Petrlik, J., D. Kalmykov and P. Behnisch (2015). Persistent Organic Pollutants (POPs) in free range chicken eggs from hot spots in Central Kazakhstan. Final report on the results of environmental sampling conducted in Kazakhstan in 2013 and 2014 as a part of the project "Empowering the civil society in Kazakhstan in improvement of chemical safety". Toxic Hot Spots in Kazakhstan. Monitoring Reports. Prague-Karaganda, Arnika - Toxics and Waste Programme.
- Petrlik, J., E. Lobanow, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Foundation for Realization of Ideas and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs near the Bolshoi Trostenev dumpsite in Belarus by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. Keep the Promise, Eliminate POPs Reports. Minsk, Prague, IPEN, Arnika Association, Foundation for Realization of Ideas: 26.
- Petrlik, J. and J. Straková (2018). Persistent Organic Pollutants (POPs) in Chicken Eggs from Alaverdi, Armenia. Results of sampling conducted in 2018. Yerevan - Prague, Arnika – Toxics and Waste Programme, Armenian Women for Health and Healthy Environment (AWHHE) and Ecolur: 25.
- Petrlik, J., J. Straková, M. Skalský and M. Soroka (2018). Use of free-range poultry eggs as an indicator of the pollution in Eastern Ukraine. Kyiv - Prague, Arnika – Citizens Support Centre, Ekodiya: 29.
- Piskorska-Pliszczynska, J., P. Strucinski, S. Mikolajczyk, S. Maszewski, J. Rachubik and M. Pajurek (2016). "Pentachlorophenol from an old henhouse as a dioxin source in eggs and related human exposure." *Environmental Pollution* 208, Part B: 404-412.
- POP RC (2006). Risk profile on commercial pentabromodiphenyl ether, UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1, Stockholm Convention POPs Review Committee.
- POP RC (2006a). Risk profile on perfluorooctane sulfonate, UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5, Stockholm Convention POPs Review Committee: 34.
- POP RC (2007). Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether, UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6, Stockholm Convention POPs Review Committee.
- POP RC (2014). Risk profile on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decabDE), UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 58.
- POP RC (2015). Risk profile on short-chained chlorinated paraffins, UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 47.
- POP RC (2016). Risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds, Stockholm Convention POPs Review Committee, UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 47.
- Raw, D. F. K., A. R. Sadler, S. C. Quade, W.-F. Sun, I. Kosarac, S. Hayward and J. J. Ryan (2012). "The impact of production type and region on polychlorinated biphenyl (PCB), polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran (PCDD/F) concentrations in Canadian chicken egg yolks." *Chemosphere* 89(8): 929-935.
- Reyes, V. G. (2010). Determination of polychlorinated biphenyls, dioxins and furans in freerange chicken eggs near potentially polluted industrial sources. Master's thesis in Environmental Science.
- Rochman, C. M., E. Hoh, T. Kurobe and S. J. Teh (2013). "Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress." *Sci Rep* 3: 3263.
- Shuker, I. and C. A. Cadman (2018). Indonesia Marine Debris Hotspot. Rapid Assessment. Synthesis Report. Jakarta, World Bank, DANIDA, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, Royal Norwegian Embassy.
- Schechter, A. (2012). Dioxins and health Including Other Persistent Organic Pollutants and Endocrine Disruptors. Third Edition. USA, Wiley.
- Squadrone, S., P. Brizio, R. Nespoli, C. Stella and M. C. Abete (2015). "Human dietary exposure and levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), dioxin-like polychlo-

- rinated biphenyls (DL-PCBs) and non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (NDL-PCBs) in free-range eggs close to a secondary aluminum smelter, Northern Italy.” *Environmental Pollution* 206: 429-436.
- Stephens, R., M. Petreas and D. Hayward (1995). “Biotransfer and bioaccumulation of dioxins and furans from soil: chickens as a model for foraging animals.” *Sci Total Environ* 175(3): 253-273.
- Stockholm Convention (2010). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) as amended in 2009. Text and Annexes. Geneva: 64.
- Stockholm Convention. (2017). “All POPs listed in the Stockholm Convention.” Retrieved 01-12-2018, 2018, from <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>.
- Stockholm Convention on POPs (2008). Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices Relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Geneva, Secretariat of the Stockholm Convention on POPs.
- SVÚ Praha (2017). Protokol o zkoušce č. CH 10514-10516/17. (Analytical Protocol about analyses for PCDD/Fs and dl-PCBs, No. CH 10514-10516/17). Státní veterinární ústav Praha (State Veterinary Institute, Prague).
- SVÚ Praha (2018). Protokol o zkoušce. Číslo vzorku : 3361-3366/18. (Analytical Protocol about analyses for PCDD/Fs and dl-PCBs, No. 3361-3366/18). Státní veterinární ústav Praha (State Veterinary Institute, Prague).
- Swan, S. H. (2008). “Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans.” *Environ Res* 108(2): 177-184.
- Swedish EPA (2011). Low POP Content Limit of PCDD/F in Waste. Evaluation of human health risks. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm: 145.
- Tahar, N. (2018). Solid Waste Management in Indonesia. From Waste Management to Circular Economy. Holland Circular Hotspot, Jakarta, Circular Economy Missions, Ministry of Infrastructure and the Environment, Netherlands.
- Teebthaisong, A., J. Petrlik, A. Ritthichat, P. Saetang and J. Strakova (2018). “POPs contamination at ‘recycling’ and metallurgical site in Thailand.” *Organohalogen Compounds* 80: 373-376.
- Thomford, P. (2002a). “26-Week capsule toxicity study with perfluorooctane sulfonic acid potassium salt (PFOS; T-6295) in cynomolgus monkeys.” St. Paul, MN M 3.
- Thomford, P. (2002b). “104-week dietary chronic toxicity and carcinogenicity study with perfluorooctane sulfonic acid potassium salt (PFOS; T-6295) in rats.” Final Report, 3M T-6295 (Covance Study No. 6329-183, vol. I-IX, 4068 pgs, 3M, St. Paul, MN).
- Traag, W. A., T. T. Hoang, A. J. Murk and R. L. A. P. Hoogenboom (2012). “Dioxins in free range consumption eggs from Vietnam: levels and health risks.” *Organohalogen Compounds* 74: 1373-1376.
- UNEP and Stockholm Convention (2013). Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention. Geneva, United Nations Environment Programme & Stockholm Convention Secretariat: 445.
- Uruguay, G. o. (2017). National Implementation Plan - Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants - 2017-2030 Uruguay: 347.
- Van Overmeire, I., N. Waegeneers, I. Sioen, M. Bilau, S. De Henauw, L. Goeyens, L. Pussemier and G. Eppe (2009). “PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in home-produced eggs from Belgium: Levels, contamination sources and health risks.” *Sci Total Environ*.
- Velis, C. A. (2014). Global recycling markets: plastic waste: A story for one player—China. Report prepared by FUElgy and formatted by D-waste on behalf of International Solid Waste Association - Globalisation and Waste Management Task Force. ISWA, Vienna, September 2014: 66.
- Weber, R., Watson, A., Petrlik, J., Winski, A., O. Schwedler, C. Baitinger and P. Behnisch (2015). “High levels of PCDD/F, PBDD/F and PCB in eggs around pollution sources demonstrates the need to review standards.” *Organohalogen Compd* 77(2015): 615-618.
- Wegiel, M., R. Chrzyszcz, A. Maślanka and A. Grochowalski (2018). “Seasonal variations of PCDD/Fs congeners in air, soil and eggs from a Polish small-scale farm.” *Chemosphere* 199: 89-97.
- White, S. S. and L. S. Birnbaum (2009). “An Overview of the Effects of Dioxins and Dioxin-Like Compounds on Vertebrates, as Documented in Human and Ecological Epidemiology.” *Journal of Environmental Science and Health, Part C* 27(4): 197-211.
- Xu, M., J. Yan, S. Lu, X. Li, T. Cheng, M. Ni, H. Dai, F. Wang and K. Cen (2009). “Concentrations, profiles and sources of atmospheric PCDD/Fs near a municipal solid waste incinerator in Eastern China.” *Environ Sci Technol* 43(4): 1023-1029.
- Yu, B.-W., G.-Z. Jin, Y.-H. Moon, M.-K. Kim, J.-D. Kyoung and Y.-S. Chang (2006). “Emission of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from metallurgy industries in S. Korea.” *Chemosphere* 62(3): 494-501.
- Zafeiraki, E., D. Costopoulou, I. Vassiliadou, L. Leondiadis, E. Dassenakis, R. L. A. P. Hoogenboom and S. P. J. van Leeuwen (2016). “Perfluoroalkylated substances (PFASs) in home and commercially produced chicken eggs from the Netherlands and Greece.” *Chemosphere* 144: 2106-2112.



arnika.org



ecoton.or.id



www.nexus3foundation.org



for a toxics-free future

www.ipen.org

#ToxicPlastics
#BreakFreeFromPlastic

@ToxicsFree