

Estimasi Risiko Ochratoxin A dari Konsumsi Kopi Bubuk di Indonesia

[Risk Estimate of Ochratoxin A from Ground Coffee Consumption in Indonesia]

Arimah¹⁾, Ratih Dewanti-Hariyadi^{1,2)*}, dan Lilis Nuraida^{1,2)}

¹⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

²⁾ South-East Asia Food & Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, IPB University, Bogor, Indonesia

Diterima 31 Desember 2021 / Disetujui 3 Juli 2022

ABSTRACT

Ochratoxin A (OTA) is a nephrotoxic and carcinogenic mycotoxin that can be found in coffee. This study aimed to obtain the processing steps commonly applied by coffee shops in Indonesia, calculate the level of OTA in coffee bean and ground coffee, and the risk estimate of OTA exposure from ground coffee in Indonesia. The processing steps were determined through an online survey while the level of OTA in coffee was calculated from available references. The consumption level of ground coffee was determined from the Indonesia total diet study report and the exposure assessment was carried out by deterministic approach. The risk estimates were expressed as % risk towards provisional tolerable weekly intake (PTWI) and margin of exposure (MOE). Based on the survey of coffee shops (n=20), ground coffee is commonly processed using dry method consisting of cherries sorting, sun drying, roasting and grinding. Ground coffee was the most common coffee consumed by adults. Based on references from countries with climate similar to Indonesia, the level of OTA in coffee bean ranged from 0.033 to 168 µg/kg with an average of 12.25 µg/kg and 0.018-55 µg/kg in ground coffee averaging at 5.60 µg/kg. The individual exposure to OTA from drinking coffee is 0.014-0.744 ng/kg bw/day. The risk estimates shows that risk of ochratoxin A from ground coffee consumption is low, with risk percentage of <100 % provisional tolerable weekly intake (PTWI) and a MOE of higher than 10000 for all age groups. The study suggested that adults (19-55 years) have higher exposure and risk than the other age groups.

Keywords: coffee, deterministic, exposure, ochratoxin A, risk assessment

ABSTRAK

Ochratoxin A (OTA) adalah mikotoksin yang bersifat nefrotoksik dan karsinogenik yang dapat ditemukan dalam kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tahapan proses pengolahan biji kopi yang diterapkan oleh kedai kopi, memperoleh kadar OTA dalam biji kopi berdasarkan data dari negara-negara dengan iklim serupa Indonesia, mendapatkan tingkat paparan terhadap OTA dalam kopi bubuk dan estimasi risiko paparan OTA dalam kopi bubuk bagi peminum kopi di Indonesia. Tahap-tahap pengolahan biji kopi ditentukan melalui survei *online*. Keberadaan dan kadar OTA dalam biji kopi dihitung berdasarkan data pustaka dari negara beriklim serupa Indonesia sementara tingkat konsumsi kopi diperoleh dari laporan Survei Konsumsi Makanan Indonesia (SKMI). Kajian paparan dilakukan secara deterministik dan estimasi risiko OTA dinyatakan sebagai % risiko terhadap *provisional tolerable weekly intake (PTWI)* dan margin paparan (*MOE*). Survei kedai kopi (n=20) menunjukkan bahwa pengolahan kopi bubuk yang paling banyak diterapkan di Indonesia adalah dengan metode kering yang terdiri atas tahapan sortasi, penjemuran di bawah sinar matahari, *hulling*, penyangraian dan penggilingan. Kopi bubuk adalah jenis kopi yang paling banyak dikonsumsi kelompok usia dewasa (19-55 tahun). Kadar OTA dalam biji kopi adalah 0,033-168 µg/kg dengan rata-rata 12,25 µg/kg, sedangkan kadarnya dalam kopi bubuk adalah 0,018-55 µg/kg dengan rata-rata 5,60 µg/kg. Paparan OTA dari kopi bubuk adalah 0,014-0,744 ng/kg bb/hari. Hasil estimasi risiko menunjukkan bahwa risiko paparan OTA karena mengonsumsi kopi bubuk adalah rendah dengan persentase risiko <100% PTWI dan nilai MOE > 10.000 untuk semua kategori usia. Dibandingkan kelompok usia lainnya, kelompok usia dewasa (19-55 tahun) memiliki paparan dan risiko tertinggi.

Kata kunci: deterministik, kopi, okratoksin A, paparan, risiko

*Penulis Korespondensi: E-mail: ratihde@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara pengekspor kopi terbesar kedua dunia setelah Brazil (ICO, 2018). Negara tujuan ekspor kopi Indonesia adalah Eropa (36%), Amerika Serikat (32%), Jepang (21%), dan Malaysia, Singapura, Mesir, Algeria 11% (Nugroho, 2014). Data *the International Coffee Organization* (ICO) menunjukkan produksi kopi Indonesia pada tahun 2018 mencapai 612 juta ton. Sementara itu, pada periode tahun 2017/2018 konsumsi kopi Indonesia mencapai 282 juta ton (ICO, 2018).

Biji kopi dapat terkontaminasi oleh berbagai kapang dan bakteri selama budidaya dan pengolahan (Galarce-Bustos *et al.*, 2014). Selain menyebabkan pembusukan, beberapa kapang juga menghasilkan mikotoksin (Barcelo dan Barcelo, 2017). Mikotoksin adalah senyawa toksik hasil metabolisme sekunder kapang yang diproduksi di berbagai substrat dalam kondisi cuaca tertentu (da Rocha *et al.*, 2014). Berbagai jenis mikotoksin tersebut dapat menyebabkan efek toksikologis yang berbeda pada manusia (Afsah-Hejri *et al.*, 2013). Aflatoksin B1, B2, G1, G2, OTA, patulin dan sterigmatosistin adalah mikotoksin yang sering ditemukan dalam kopi (Culliao dan Barcelo, 2015). Disamping itu, kopi dapat terkontaminasi oleh berbagai mikotoksin lainnya seperti trikotesena, nivalenol, deoksinivalenol, toksin T-2, HT-2, diasetoksisirpenol, fumonisin B1, B2, enniatin A, A1, B, B1, dan beauverisin yang dihasilkan oleh kapang *Fusarium* (García-Moraleja *et al.*, 2015a).

Saat ini diketahui tiga jenis okratoksin yaitu okratoksin A (OTA), okratoksin B (OTB), dan okratoksin C (OTC). OTA lebih sering mengontaminasi makanan dan pakan (Kokina *et al.*, 2016) termasuk kopi (Casal *et al.*, 2014). OTA dalam kopi umumnya dikaitkan dengan kapang okratoksigenik yang mengontaminasi pada berbagai tahapan panen dan pasca panen kopi (Geremew *et al.*, 2016) seperti *Penicillium* dan *Aspergillus* (Coronel *et al.*, 2011). Keberadaan OTA sebagai kontaminan biji kopi, kopi sangrai dan kopi dekafeinasi telah banyak dilaporkan (Vecchio *et al.*, 2012). OTA stabil secara kimiawi dalam produk pangan, memiliki waktu paruh ($t_{1/2}$) panjang dalam serum manusia dan menyebabkan risiko serius seperti embriotoksisitas, teratogenisitas, karsinogenisitas, nefrotoksisitas, imunotoksisitas, dan hepatotoksisitas (Jo *et al.*, 2016). Kandungan OTA pada kopi di Indonesia diatur dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Kimia dalam pangan olahan dengan batas maksimum dalam kopi sangrai termasuk kopi bubuk 5 ppb dan kopi instan 10 ppb.

Mengingat kondisi iklim dan beban kesehatan masyarakat yang dapat diakibatkan oleh kontaminasi OTA pada kopi di Indonesia, perlu dilakukan suatu kajian risiko paparan OTA karena konsumsi

kopi. Kajian risiko yang terdiri atas identifikasi dan karakterisasi bahaya, kajian paparan, dan karakterisasi atau estimasi risiko (Sand *et al.*, 2018) adalah suatu metode untuk mengetahui peluang dan keparahan suatu bahaya terhadap kesehatan manusia. Dampak suatu bahaya misalnya OTA dalam kopi terhadap kesehatan peminum kopi dapat dihitung berdasarkan peluang bahaya dan paparannya (Heshmati *et al.*, 2017). Sejauh ini, pustaka dan penelitian mengenai risiko OTA pada kopi di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian ini menggunakan data kadar OTA dari negara lain sebagai referensi, data konsumsi kopi bubuk dari laporan Survei Konsumsi Makanan Individu Indonesia tahun 2014. Penelitian ini menggunakan asumsi bahwa kadar OTA kopi di Indonesia serupa dengan negara tropis lain dan bahwa semua kopi bubuk dihasilkan dengan metode kering dengan tahapan seperti yang diterapkan oleh responden kedai kopi.

Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui tahapan proses pengolahan biji kopi yang diterapkan di kedai kopi Indonesia; 2) mendapatkan kadar OTA biji kopi dan kopi bubuk berdasarkan data OTA pada kopi dari negara-negara dengan iklim tropis; dan (3) mendapatkan estimasi risiko OTA karena konsumsi kopi bubuk di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer untuk mengetahui tahapan pengolahan biji kopi di Indonesia yang banyak dipraktikkan diperoleh melalui survei *online* ke 20 kedai kopi yang berada di provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, Daerah Istimewa Yogyakarta, DKI Jakarta, dan Banten, Indonesia. Data sekunder tentang keberadaan, kadar dan perubahan kandungan OTA di sepanjang tahapan pengolahan biji kopi diperoleh dari berbagai publikasi ilmiah tingkat nasional dan internasional yang diseleksi dari *Google scholar*, *PubMed*, dan *Scopus* dengan kata kunci *mycotoxin coffee*, *ochratoxin coffee*, dan *ochratoxin A coffee*; data konsumsi kopi bubuk dihitung berdasarkan Laporan Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) tahun 2014; sementara acuan batas maksimum OTA pada kopi yang diacu adalah Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2018.

Identifikasi tahapan pengolahan biji kopi di Indonesia

Informasi mengenai tahapan pengolahan biji kopi didapatkan dari hasil survei *online* ke 20 kedai kopi di Indonesia. Kriteria responden yang dipilih adalah kedai kopi yang berlokasi di Indonesia yang juga melakukan penyangraian (*roasting*). Survei se-

cara *online* dilakukan dengan menggunakan kuisio-
ner melalui *google form*.

Identifikasi dan kuantifikasi bahaya OTA dalam biji kopi, kopi sangrai dan kopi bubuk

Data keberadaan, kadar dan perubahan kandungan OTA dalam kopi diperoleh melalui pustaka ilmiah tingkat nasional dan internasional. Pencarian data dilakukan melalui *Google scholar*, *PubMed* dan *Scopus* pada pustaka antara tahun 1990-2019 selama bulan Juni-Juli 2019. Pencarian data dilakukan dengan kata kunci *mycotoxin coffee*, *ochratoxin coffee*, dan *ochratoxin A coffee*. Jumlah pustaka yang berhasil dikumpulkan adalah 824 buah dan dilakukan pengecekan duplikasi sehingga tersaring 808 pustaka. Pustaka kemudian diseleksi dengan kriteria 1) memiliki data kadar OTA dalam biji kopi, kopi sangrai atau kopi bubuk; 2) kopi berasal dari negara yang mempunyai iklim tropis serupa dengan Indonesia; 3) jika kadar OTA dinyatakan sebagai tidak terdeteksi maka digunakan nilai *Limit of Detection* (LOD) instrumen; 4) jika data yang menyatakan tidak terdeteksi tidak mencantumkan LOD, maka tidak diikutsertakan. Dari 824 pustaka, sebanyak 131 buah memiliki kadar OTA. Hasil seleksi dengan kriteria 1-4 di atas menghasilkan 62 pustaka dengan rincian 58 jurnal ilmiah internasional dan nasional; 2 tesis; dan 2 prosiding dengan 195 data kadar OTA dalam biji kopi, kopi sangrai dan kopi bubuk. Walaupun tidak semua sampel kopi berasal dari Indonesia, penggunaan sampel kopi yang berasal dari negara beriklim tropis serupa dapat dijadikan acuan dalam pengambilan data dengan asumsi bahwa kondisi cuaca, lingkungan pengolahan, dan penyimpanan sama dengan Indonesia. Data diolah menggunakan *Microsoft excel* 2010 untuk mendapatkan nilai minimum, maksimum, dan rerata kadar OTA dalam kopi. Evaluasi tingkat kontaminasi OTA pada kopi dilakukan dengan membandingkan rerata kadar OTA hasil penelusuran pustaka dengan batas maksimum OTA pada kopi berdasarkan Peraturan BPOM RI Nomor 8, 2018.

Kajian konsumsi kopi bubuk

Kajian konsumsi kopi bubuk dilakukan dengan menggunakan data profil responden dan data konsumsi kopi bubuk dari laporan SKMI tahun 2014. Data profil responden mencakup kelompok usia dan rerata berat badan per kelompok usia sementara data konsumsi kopi bubuk merupakan rerata tingkat konsumsi kopi bubuk pada enam kelompok usia dalam satuan g/orang/hari. Enam kelompok usia tersebut adalah balita (0-59 bulan), anak (5-12 tahun), remaja (13-18 tahun), dewasa (19-55 tahun), lansia (>55 tahun), dan semua usia (mencakup kelima kelompok usia).

Kajian paparan OTA

Nilai paparan OTA dari kopi bubuk dilakukan dengan pendekatan deterministik yaitu dengan

menghitung *estimated daily intake* (EDI) yang merupakan hasil perkalian kadar OTA pada kopi bubuk dengan tingkat konsumsinya dibagi berat badan (Nugraha *et al.*, 2018). Kadar OTA kopi bubuk diperoleh dengan dua skenario yakni berdasarkan rerata hasil perhitungan kadar OTA dalam biji kopi dengan mempertimbangkan faktor reduksi akibat pengolahan (Nehad *et al.*, 2005) dan berdasarkan rerata hasil perhitungan kadar OTA dalam kopi sangrai termasuk kopi bubuk. Nilai paparan OTA karena konsumsi kopi bubuk dengan dua skenario kandungan okratoksin dihitung dengan formula sebagai berikut:

Nilai Paparan (EDI)=

$$\frac{\sum \text{kadar OTA} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{kg}} \text{ produk}\right) \times \text{rerata konsumsi (g produk)}}{\text{berat badan(kg orang)}} \dots (1)$$

Perhitungan EDI dilakukan untuk nilai minimum, maksimum dan rerata hasil penelitian. Nilai paparan juga dihitung untuk konsumsi pada batas maksimum OTA kopi berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2018.

Estimasi risiko OTA

Estimasi risiko OTA dari kopi bubuk dinyatakan sebagai persen (%) risiko dan *margin of exposure* (MOE). Persen risiko adalah perbandingan nilai paparan terhadap *provisional tolerable weekly intake* (PTWI) atau konsentrasi acuan yang dianggap aman (Efanny *et al.*, 2019). Nilai % risiko OTA merupakan nilai relatif risiko akibat paparan OTA karena konsumsi kopi dibagi dengan konsentrasi acuan yang dianggap aman. Nilai PTWI yang digunakan adalah 100 ng/kg bb/minggu (JECFA, 2007). Semakin tinggi % risiko, semakin besar risiko dampak bahaya akibat konsumsi kopi yang mengandung OTA. Persen risiko diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ Risiko} = \frac{\text{paparan} \times \text{berat badan}}{\text{nilai PTWI}} \times 100\% \dots (2)$$

Margin of exposure (MOE) merupakan rasio antara ambang toksikologis yang didasarkan pada penelitian pada hewan atau perkiraan paparan pada manusia. Angka ini diperoleh dengan membagi dosis acuan (*Bench Mark Dose Level* atau BMDL) dengan nilai paparan yang sebenarnya terjadi (Barlow dan Schlatter, 2010). Semakin tinggi nilai MOE, semakin rendah paparan dan semakin rendah pula risiko kesehatan yang dapat diakibatkannya. Dosis acuan yang digunakan adalah nilai BMDL₁₀ sebesar adalah 25 μg/kg bb/hari (WHO, 2008). Nilai MOE dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{MOE} = \frac{\text{BMDL}_{10}}{\text{nilai paparan}} \dots (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praktik pengolahan biji kopi di kedai kopi Indonesia

Survei pengolahan biji kopi yang dipraktikkan di kedai-kedai kopi Indonesia dilakukan untuk memprediksi jumlah OTA dalam kopi bubuk. Sebanyak 20 kedai kopi di Jakarta, Jawa Barat dan Jawa Tengah merespon survei dan 13 kedai kopi (65%) melakukan pengolahan kopi dengan metode kering. Tahapan proses pengolahan dengan metode kering tersebut meliputi sortasi buah kopi (*coffee cherries*), penjemuran di bawah sinar matahari, dan *hulling* dengan menggunakan mesin *huller* sehingga dihasilkan biji kopi kering (*green coffee bean*). Biji kopi kering selanjutnya disortasi kembali untuk disangrai (*roasting*) untuk menghasilkan kopi sangrai (*roasted bean*). Kopi sangrai kemudian digiling (*grinding*) menggunakan *grinder* dan dihasilkan kopi bubuk (*ground coffee*).

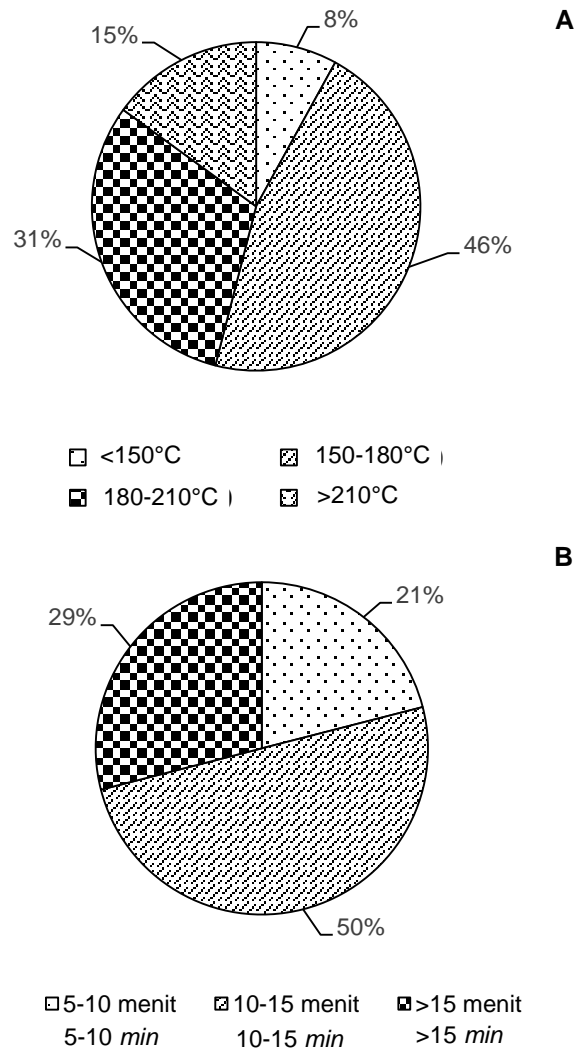
Hasil survei juga menunjukkan bahwa kedai kopi umumnya melakukan penyangraian menggunakan *roaster* pada suhu 120-210°C selama 5-30 menit. Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu yang paling banyak (46%) diaplikasikan oleh responden kedai kopi adalah 150-180°C, sementara 50% responden mengaplikasikan waktu penyangraian selama 10-15 menit. Penyangraian kopi pada suhu 180°C selama 10 menit dilaporkan dapat menurunkan kadar OTA dalam kopi sebesar 31,09% (Nehad *et al.*, 2005).

Kuantifikasi OTA dalam biji kopi, kopi sangrai, dan kopi bubuk

Keberadaan dan kadar OTA dalam kopi dihitung dari data publikasi mengenai OTA dalam kopi dari negara beriklim tropis agar mewakili kondisi cuaca, lingkungan pengolahan dan penyimpanan yang hampir sama dengan Indonesia sehingga bias karena lingkungan dapat diminimalkan. Sebanyak 195 data kadar OTA dalam biji kopi dan/atau kopi sangrai berasal dari 17 negara tropis di benua Afrika, 14 negara tropis di benua Amerika dan 14 negara di benua Asia termasuk Indonesia. Data kandungan OTA dalam kopi di Afrika terbanyak adalah 12 data masing-masing berasal dari Ivory Coast dan Kamerun sedangkan data paling sedikit (1 data) masing-masing dari Burundi, Rwanda, Zimbabwe. Dari negara-negara tropis di benua Amerika, data terbanyak yakni sejumlah 46 data berasal dari Brazil, dan paling sedikit (masing-masing 1 data) dari Guatemala, Mexico, Nicaragua). Dari 14 negara di benua Asia, data terbanyak adalah 20 data dari Thailand, sementara paling sedikit (masing-masing 1 data) dari Malaysia dan Yaman.

Dari 195 data pustaka di atas, diperoleh rata-rata kadar OTA pada biji kopi 12,25±2,90 µg/kg sementara konsentrasinya pada kopi sangrai termasuk kopi bubuk adalah 5,60±0,90 µg/kg (Tabel 1). Rerata

kadar OTA biji kopi dari 45 negara tropis tersebut lebih tinggi daripada kandungan OTA dalam biji kopi di Latvia sebesar 0,018-1,80 µg/kg (Kokina *et al.*, 2016). Nilai rerata tersebut berada dalam kisaran kadar OTA dalam kopi sangrai di Spanyol sebesar 1,50-32,40 µg/kg (García-Moraleja *et al.*, 2015b). Rerata kadar OTA dalam kopi bubuk hasil perhitungan juga lebih tinggi daripada yang dilaporkan oleh Casal *et al.* (2014) pada kopi bubuk di Portugal yang mengandung OTA 2,50 µg/kg.



Gambar 1. Persentase responden kedai kopi yang menyangrai biji kopi pada berbagai A= suhu dan B= waktu (n= 20)

Figure 1. Percentage of coffee shop respondents which roast their coffee beans at various A= temperatures and B= time (n= 20)

Kadar rerata OTA pada kopi sangrai termasuk kopi bubuk yang dihitung berdasarkan data pustaka lebih tinggi dari batas maksimum regulasi Indonesia. Hal ini disebabkan karena data diperoleh dari ber-

bagai negara sehingga menghasilkan data yang heterogen karena kondisi bahan baku, lingkungan, dan penanganan yang berbeda. Potensi biji kopi mengandung mikotoksin tergantung pada beberapa faktor seperti spesies dan strain kapang yang mencemari, aktivitas air, lingkungan (kondisi iklim, penyimpanan dan transportasi) dan kondisi pengolahan (pengolahan basah dan kering) (Paterson dan Lima, 2010).

Tingkat konsumsi kopi bubuk masyarakat Indonesia

Tingkat konsumsi kopi mengacu pada laporan SKMI 2014 yang merupakan hasil analisis data dari 145.360 responden (Kemenkes, 2014). Responden tersebut dibagi menjadi enam kelompok usia yaitu

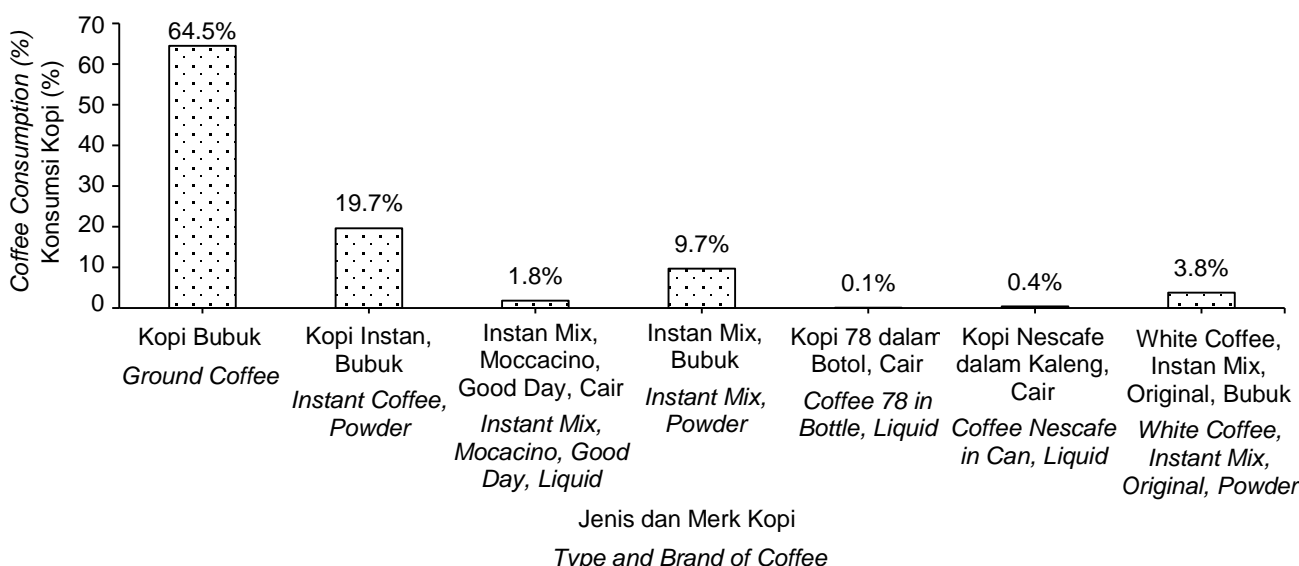
balita (0-59 bulan), anak (5-12 tahun), remaja (13-18 tahun), dewasa (19-55 tahun), lanjut usia (>55 tahun) dan semua usia. Laporan SKMI 2014 menunjukkan sebanyak 52.486 orang mengonsumsi berbagai jenis dan merek kopi. Kopi yang termasuk dalam survei SKMI mencakup 1) kopi bubuk; 2) kopi instan, bubuk; 3) *instan mix*, bubuk; 4) *white coffee, instan mix, original*, bubuk; 5) *instan mix, moccacino, good day*, cair; 6) nescafe, dalam kaleng, cair; dan 7) kopi 78° dalam botol, cair. Diantara berbagai jenis kopi di atas, konsumsi terbanyak adalah kopi bubuk (64,5%); diikuti kopi instan, bubuk (19,7%); *instan mix*, bubuk (9,7%); *white coffee, instan mix, original*, bubuk (3,8%); *instan mix, moccacino, good day*, cair (1,8%); nescafe, dalam kaleng, cair (0,4%), dan kopi 78° dalam botol, cair (0,1%) (Gambar 2).

Tabel 1. Kadar OTA biji kopi dan kopi sangrai negara tropis yang diolah dari data pustaka dalam penelitian ini (n=195)

Table 1. OTA concentration in coffee beans and roasted coffee beans in tropical countries calculated based on data from the references used in this study (n=195)

Kadar OTA (OTA Concentration)	Biji Kopi (µg/kg) (n=120) (Coffee Beans (µg/kg) (n=120))	Kopi Sangrai termasuk Kopi Bubuk (µg/kg) (n=75) (Roasted Coffee Beans (µg/kg)(n=75))
Minimum (Minimum)	0.033	0.018
Maksimum (Maximum)	168	55
Rerata (Mean)	12.25	5.60
Standar deviasi (Standard deviation)	26.21	9.82
Standard error of mean	2.39	0.89
Median (Median)	3.24	1.7
Persentil-95 (Percentile-95)	56.86	29.90
Persentil-99 (Percentile-99)	124.72	38.57

Keterangan: n= jumlah data
Note: n= number of data



Gambar 2. Persentase konsumsi berbagai jenis dan merk kopi di Indonesia yang diolah dari data Survei Konsumsi Makanan Indonesia tahun 2014

Figure 2. Percentage of consumption of various type and brands of coffee, processed from data of the Indonesia Food Consumption Survey 2014

Rerata konsumsi kopi bubuk berdasarkan kelompok usia yang diolah dari laporan SKMI 2014 disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Gambar 3, konsumen kopi bubuk tertinggi adalah kelompok usia dewasa (19-55 tahun) sebesar 72%, lanjut usia (>55 tahun) sebanyak 22%, remaja (13-18 tahun) sebanyak 3%, anak (5-12 tahun) sebanyak 3%, dan balita (0-59 bulan) sebanyak 1%. Hasil ini serupa dengan survei di Polandia yang menunjukkan bahwa kopi bubuk dikonsumsi oleh 40% responden dan paling sering diminum oleh orang berusia 45-55 tahun (55%) (Mokrysz, 2016). Hasil penelitian dari Kuiper-Goodman *et al.* (2010) melaporkan bahwa dalam survei konsumsi makanan di Kanada, 60% orang dewasa mengonsumsi kopi dari kopi bubuk. Mokrysz (2016) menyatakan bahwa jenis kopi yang dikonsumsi berkorelasi dengan usia dan jenis kelamin konsumen. Kelompok usia dewasa merupakan kelompok paling loyal pada jenis kopi, sedangkan kelompok

usia yang lebih muda paling terbuka untuk produk kopi baru. Hal ini dapat diartikan bahwa kelompok usia muda lebih suka mencoba produk baru, sedangkan konsumen yang lebih tua cenderung sulit untuk mengganti produk yang telah lama dikonsumsi.

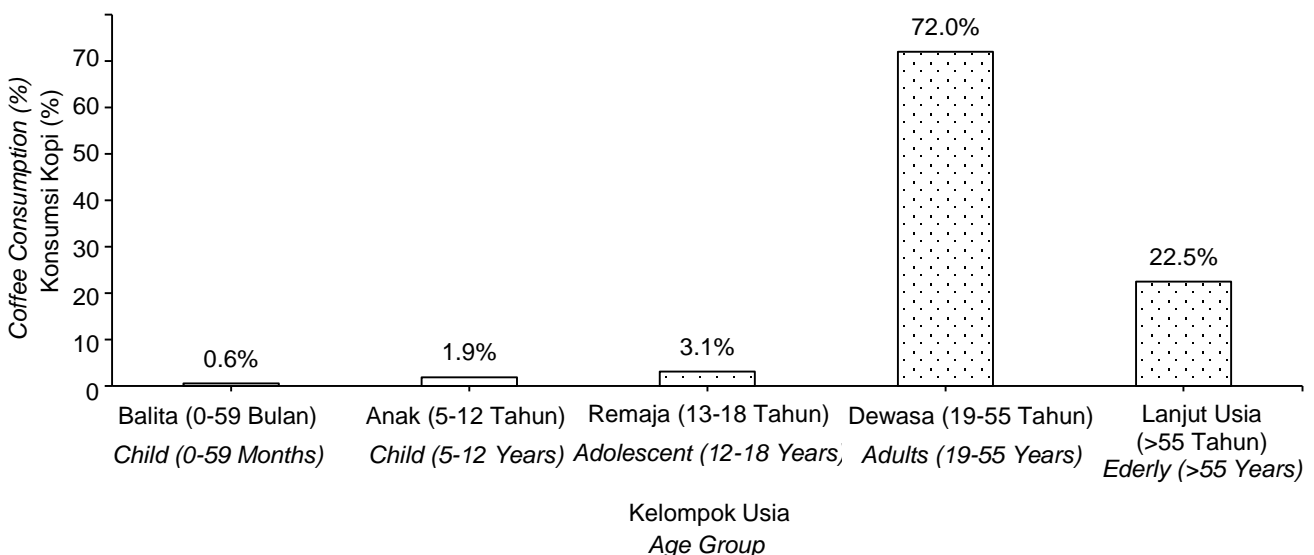
Nilai paparan OTA dari konsumsi kopi bubuk di Indonesia

Nilai paparan OTA dari konsumsi kopi bubuk dihitung dengan dua pendekatan yakni skenario 1 yang didasarkan pada rerata hasil perhitungan kadar OTA dalam biji kopi yang mengalami penurunan 31,09% (Nehad *et al.*, 2005) dan skenario 2 yang menggunakan rerata hasil perhitungan kadar OTA dalam kopi sangrai termasuk kopi bubuk. Hasil perhitungan nilai paparan kemudian dibandingkan dengan nilai paparan pada batas maksimum OTA yang diizinkan oleh regulasi di Indonesia (Tabel 3).

Tabel 2. Konsumsi kopi bubuk di Indonesia menurut kelompok usia dan berat badan*
 Tabel 2. Consumption of ground coffee in Indonesia per age groups and body weight*

Kelompok Usia (Age Group)	Rerata Berat Badan (kg) ± SD** (Body Weight Average (kg) ± SD**)	Rerata Konsumsi Kopi Bubuk (g) ± SD** (Average Consumption of Ground Coffee (g) ± SD**)
Balita (0-59 bulan) (Child (0-59 months))	12.20±2.56	0.02±3.34
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	24.24±8.56	0.11±4.18
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent (13-18 years))	46.68±9.77	0.25±7.46
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	57.57±10.53	6.10±7.48
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	52.23±10.72	1.83±8.27
Semua usia (All age groups)	55.15±12.11	8.32±7.61

Keterangan: *Kemenkes (2014); **SD= Standar deviasi
 Note: *Ministry of Health (2014); **SD= Standard deviation



Gambar 3. Proporsi konsumen kopi bubuk di Indonesia menurut kelompok usia, data diolah dari Survei Konsumsi Makanan Indonesia tahun 2014

Figure 3. Proportion of consumer of ground coffee based on age groups, processed from data of the Indonesia Food Consumption Survey 2014

Pada skenario 1 kisaran rerata nilai paparan OTA dari konsumsi kopi bubuk oleh kelima kelompok usia adalah 0,017-0,895 ng/kg bb/hari dengan persentil-95 0,008-4,154 ng/kg bb/hari dan persentil-99 0,176-9,112 ng/kg bb/hari. Sementara itu dengan skenario 2 kisaran rerata nilai paparan OTA dari konsumsi kopi adalah lebih rendah yakni 0,011-0,594 ng/kg bb/hari dengan persentil-95 0,061-3,170 ng/kg bb/hari dan persentil-99 0,079-4,090 ng/kg bb/hari.

Pada setiap kelompok usia, nilai rerata paparan OTA dari kopi bubuk berdasarkan kadar OTA olahan data pustaka pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai paparan yang didasarkan pada pada batas maksimum OTA di negara Indonesia. Penelitian lain melaporkan paparan OTA dari konsumsi kopi di Spanyol sebesar 0,19-0,22 ng/kg bb/hari (Coronel *et al.*, 2011). Mitchell *et al.* (2017) dalam penelitiannya menunjukkan sekitar 60% orang dewasa di Amerika Serikat adalah peminum kopi dengan paparan OTA rata-rata 0,05 ng/kg bb/hari dan persentil-95 sebesar 0,12 ng/kg bb/hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok usia dewasa (19-55 tahun) terpapar OTA lebih tinggi dibanding kelompok usia lainnya. Estimasi paparan OTA dengan skenario 1 pada kelompok ini adalah sebesar 0,895 ng/kg bb/hari, sementara

dengan skenario 2 estimasi paparannya adalah 0,594 ng/kg bb/hari. Tingginya paparan OTA pada kelompok usia dewasa disebabkan oleh tingginya jumlah konsumsi kopi per hari dibandingkan kelompok usia lainnya. Ostry *et al.* (2015) menyatakan hal serupa bahwa kopi merupakan penyumbang asupan OTA yang lebih tinggi pada populasi wanita berusia 18-59 tahun dibandingkan dengan populasi lainnya. Kuiper-Goodman (2010) menyatakan bahwa perbedaan kelompok usia pada pola konsumsi makanan akan menghasilkan perbedaan kontribusi spesifik terhadap total paparan. Menurut Coronel *et al.* (2011), berat badan dapat berpengaruh terhadap paparan saat dimasukkan ke dalam perhitungan dan hasilnya menunjukkan perbedaan ketika konsumsi per kg berat badan dianalisis.

Estimasi risiko yang dinyatakan sebagai % risiko

Estimasi risiko OTA karena konsumsi kopi bubuk di Indonesia yang dinyatakan sebagai % risiko terhadap PTWI JECFA dapat dilihat pada Tabel 4. Perhitungan berdasarkan skenario 1 maupun 2 menunjukkan bahwa kelompok usia dewasa (19-55 tahun) memiliki risiko terpapar OTA lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok usia lainnya yakni berturut-turut 51,5 dan 34,2%.

Tabel 3. Perbandingan tingkat paparan OTA dari konsumsi kopi bubuk data penelitian ini dengan paparan pada batas maksimum (BM)

Table 3. Comparison of OTA exposure due to ground coffee consumption from this study using exposure at the maximum limit (BM)

Kelompok Usia (Age Group)	Paparan OTA Hasil Penelitian (ng/kg BB/hari) (OTA exposure in this study (ng/kg bw/day))					Paparan pada BM (Exposure on Maximum Limit)
	Minimum	Maksimum (Maximum)	Rerata (Mean)	Persentil (Percentile)		
				95	99	
Skenario 1: Berdasarkan kadar OTA biji kopi dan penurunan akibat penyangraian (31,09%) (Scenario 1: Based on the OTA level of coffee beans and the reduction due to roasting (31.09%))						
Balita (<5 tahun) (Child (<5 years))	0.000047	0.237	0.017	0.080	0.176	0.010
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	0.000103	0.523	0.038	0.177	0.388	0.023
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent 13-18 years)	0.000121	0.615	0.045	0.208	0.457	0.027
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	0.002411	12.275	0.895	4.154	9.112	0.530
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	0.000797	4.055	0.296	1.372	3.010	0.175
Semua usia (All age group)	0.003429	17.457	1.272	5.908	12.959	0.754
Skenario 2: Berdasarkan kadar OTA pada kopi sangrai termasuk kopi bubuk (Scenario 2: Based on the OTA level of roasted coffee including ground coffee)						
Balita (<5 tahun) (Child (<5 years))	0.000037	0.112	0.011	0.061	0.079	0.010
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	0.000081	0.248	0.025	0.135	0.174	0.023
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent 13-18 years)	0.000096	0.292	0.030	0.159	0.205	0.027
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	0.001908	5.831	0.594	3.170	4.090	0.530
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	0.000630	1.926	0.196	1.047	1.351	0.175
Semua usia (All age group)	0.002714	8.293	0.845	4.509	5.816	0.754

Keterangan: BM= Batas maksimum, asumsi batas maksimum sesuai Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018
Note: BM= Maximum limit, assumption of maximum limit refers to BPOM No. 8 Year 2018

Nilai persen paparan ini serupa dengan Mitchell *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa risiko paparan OTA di Amerika Serikat pada persentil-95 untuk populasi konsumen yang paling rentan adalah 6,19 ng/kg bb/hari, yang kurang dari 50% nilai PTWI JECFA. Galarce-Bustos *et al.* (2014) menganalisis 63 sampel kopi yang memiliki kadar OTA lebih rendah dari batas maksimum Eropa dengan estimasi paparan harian OTA jauh lebih rendah dari nilai *Tolerable Daily Intake* (TDI).

Pada persentil-95, kelompok usia dewasa memiliki risiko paparan OTA yang tinggi (>100% PTWI) sebesar 239,2% pada skenario 1 atau 182,5% dengan skenario 2. Persen risiko berdasarkan skenario 1 dan 2 pada persentil-99 kelompok usia dewasa juga tinggi yaitu berturut-turut 524,6 dan 235,4%. Risiko pada persentil-95 menunjukkan risiko bagi 95% populasi pada atau diatas nilai paparan, sementara risiko persentil-99 menunjukkan risiko bagi 99% populasi pada atau diatas nilai paparan. Kelompok lanjut usia (>55 tahun) juga memiliki nilai risiko paparan OTA yang tinggi (>100% PTWI) pada persentil-99 jika digunakan skenario 1, tetapi tidak

pada skenario 2. Hal ini dapat dihubungkan dengan tingkat paparan yang lebih tinggi akibat konsumsi kopi yang lebih banyak sehingga dapat berpengaruh terhadap persentase nilai risikonya.

Risiko paparan OTA dari rerata hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan risiko paparan berdasarkan kadar OTA sesuai batas maksimum pada setiap kelompok usia. Meskipun demikian, rerata nilai risiko pada semua kelompok usia dapat dianggap aman karena berada di bawah 100% PTWI.

Estimasi risiko yang dinyatakan sebagai MOE

Tabel 5 menunjukkan nilai MOE OTA dari konsumsi kopi bubuk di Indonesia. Pada umumnya nilai MOE lebih besar atau sama dengan 10.000 dianggap aman dan tidak menimbulkan risiko kesehatan masyarakat. Nilai acuan ini merupakan hasil kali antara faktor 100 untuk perbedaan interspesies dan intraspesies, faktor 10 dari BMDL₁₀ yang merupakan 10% pertambahan risiko buruk (tumor) pada hewan uji jika dibandingkan dengan risiko kontrol dan faktor tambahan 10 untuk variabilitas manusia dalam perbaikan DNA dan siklus sel (Nugraha *et al.*, 2018).

Tabel 4. Estimasi risiko (dinyatakan sebagai % risiko) paparan OTA dari konsumsi kopi bubuk di Indonesia
 Tabel 4. Risk estimate (expressed as % risk) exposure to OTA due to ground coffee consumption in Indonesia

Kelompok Usia (Age Group)	Risiko (%) terhadap PTWI JECFA (Risk (%) to PTWI JECFA)				Nilai Risiko Paparan pada BM (Risk of Exposure on Maximum Limit)	
	Minimum	Maksimum (Maximum)	Rerata (Mean)	Persentil (Percentil)		
				95	99	
Skenario 1: Berdasarkan kadar OTA biji kopi dan penurunan (31,09%) akibat penyangraian (Scenario 1: Based on the OTA level of coffee beans and the reduction due to roasting (31.09%))						
Balita (<5 tahun) (Child (<5 years))	0.0006	2.889	0.211	0.978	2.144	0.125
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	0.0025	12.672	0.924	4.289	9.407	0.547
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent 13-18 years)	0.0056	28.726	2.094	9.722	21.325	1.241
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	0.1388	706.670	51.511	239.174	524.607	30.521
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	0.0416	211.772	15.437	71.675	157.212	9.146
Semua usia (All age group)	0.1891	962.729	70.176	325.838	714.697	41.580
Skenario 2: Berdasarkan kadar OTA pada kopi sangrai termasuk kopi bubuk (Scenario 2: Based on the OTA level of roasted coffee including ground coffee)						
Balita (<5 tahun) (Child (<5 years))	0.0004	1.372	0.140	0.746	0.962	0.125
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	0.0020	6.020	0.613	3.273	4.222	0.547
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent 13-18 years)	0.0045	13.647	1.390	7.419	9.571	1.241
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	0.1099	335.728	34.203	182.514	235.449	30.521
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	0.0329	100.610	10.250	54.695	70.558	9.146
Semua usia (All age group)	0.1497	457.378	46.596	248.647	320.763	41.580

Keterangan: PTWI= Povisional Tolerable Weekly Intake (JECFA, 2007); BM= Batas maksimum; asumsi batas maksimum sesuai Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018

Note: PTWI= Povisional Tolerable Weekly Intake (JECFA, 2007); BM= Maximum Limit; assumption of BM refers to BPOM No. 8 Year 2018

Tabel 5. Estimasi risiko (dinyatakan sebagai MOE) OTA dari konsumsi kopi bubuk di Indonesia
 Table 5. Risk Estimation (expressed as MOE) of OTA from ground coffee consumption in Indonesia

Kelompok Usia (Age Group)	Nilai MOE (MOE Value)					Nilai MOE pada BM (MOE on Maximum Limit)
	Minimum	Maksimum (Maximum)	Rerata (Mean)	Persentil (Percentile)		
				95	99	
Skenario 1: Berdasarkan kadar OTA biji kopi dan penurunan (31,09%) akibat penyangraian Scenario 1: Based on the OTA level of coffee beans and the reduction due to roasting (31.09%)						
Balita (<5 tahun) (Child (<5 years))	537537880.9	105587.8	1448536.2	311972.4	142231.6	2444754.5
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	243410515.4	47812.8	655933.2	141268.9	64406.0	1107045.6
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent (13-18 years))	206800337.8	40621.5	557277.5	120021.3	54719.0	940540.3
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	10368850.0	2036.7	27941.6	6017.8	2743.6	47158.2
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	31387129.3	6165.3	84580.8	18216.2	8305.0	142750.5
Semua usia (All age group)	7290735.2	1432.1	19646.8	4231.3	1929.1	33158.7
Skenario 2: Berdasarkan kadar OTA pada kopi sangrai termasuk kopi bubuk Scenario 2: Based on the OTA level of roasted coffee including ground coffee						
Balita (<5 tahun) (Child (<5 years))	679098481.8	222250.4	2181569.9	408821.8	316907.9	2444754.5
Anak (5-12 tahun) (Child (5-12 years))	307512674.6	100640.5	987869.1	185124.7	143503.8	1107045.6
Remaja (13-18 tahun) (Adolescent (13-18 years))	261261206.7	85503.7	839288.6	157281.0	121920.1	940540.3
Dewasa (19-55 tahun) (Adults (19-55 years))	13099486.6	4287.1	42081.4	7886.0	6113.0	47158.2
Lanjut usia (>55 tahun) (Elderly (>55 years))	39652929.8	12977.3	127383.1	23871.3	18504.4	142750.5
Semua usia (All age group)	9210750.3	3014.4	29589.1	3327.0	2579.0	19895.2

Keterangan: BM= Batas maksimum, asumsi batas maksimum sesuai Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018
 Note: BM= Maximum Limit, assumption of ML refers to BPOM No. 8 Year 2018

Pada semua kelompok usia, nilai rerata MOE yang dihitung berdasarkan rerata kadar OTA baik skenario 1 maupun 2 memberikan nilai >10.000 sehingga dapat disimpulkan bahwa paparan OTA dari konsumsi kopi memiliki risiko kesehatan yang rendah. Meskipun demikian, pada skenario 1 kelompok usia dewasa (19-55 tahun) pada persentil-95 maupun persentil-99 serta kelompok lanjut usia (>55 tahun) pada persentil-99 memiliki risiko terpapar OTA lebih tinggi (MOE <10000). Pada skenario 2, risiko paparan OTA tinggi ada pada persentil-95 dan persentil-99 kelompok usia dewasa (<10000). Kelompok usia dewasa memiliki tingkat risiko OTA yang lebih tinggi (<10000) dibandingkan dengan kelompok usia lainnya yang disebabkan oleh paparan yang lebih tinggi karena berat badan dan konsumsi kopi per hari yang lebih tinggi. Menurut Adetunji *et al.* (2017), MOE lebih rendah dari 10000 menandakan bahwa paparan berada diatas BMDL₁₀ yang dapat menimbulkan risiko kesehatan masyarakat. Nugraha *et al.* (2018) menyatakan bahwa MOE dibawah 10000 menandakan prioritas untuk dilakukan manajemen risiko.

Nilai MOE hasil penelitian lebih kecil dibandingkan dengan MOE berdasarkan batas maksimum

kadar OTA yang diizinkan. Leong *et al.* (2011) menyatakan bahwa MOE memberikan gambaran tingkat risiko, semakin tinggi nilai MOE maka semakin kecil potensi risiko paparan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei *online* pada kedai kopi dengan jumlah responden terbatas (n= 20), pengolahan biji kopi yang paling banyak (65%) dipraktikkan di kedai kopi di Indonesia adalah dengan metode kering (tanpa fermentasi) dan penyangraian terutama (46-50%) dilakukan pada suhu 150-180°C selama 10-15 menit. Hasil pengolahan data pustaka dari 195 data kadar OTA kopi dari 45 negara beriklim serupa Indonesia diketahui bahwa kadar OTA biji kopi berada dalam kisaran 0,033-168 µg/kg dengan rerata 12,25±26,20 µg/kg. Sementara itu, kadar OTA pada kopi sangrai yang mencakup kopi bubuk adalah 0,018-55 µg/kg dengan rerata 5,60±9,82 µg/kg.

Berdasarkan data biji kopi yang diolah dengan tahap proses mayoritas responden (skenario 1) diperoleh rerata paparan OTA dari konsumsi kopi bubuk adalah oleh kelima kelompok usia adalah

0,017-0,895 ng/kg bb/hari dengan persentil-95 0,008-4,154 ng/kg bb/hari dan persentil-99 0,176-9,112 ng/kg bb/hari. Sementara itu dengan skenario 2 menggunakan data kadar OTA kopi sangrai, kisaran rerata nilai paparan OTA dari konsumsi kopi adalah lebih rendah yakni 0,011-0,594 ng/kg bb/hari dengan persentil-95 0,061-3,170 ng/kg bb/hari dan persentil-99 0,079-4,090 ng/kg bb/hari. Rerata paparan pada kedua skenario lebih rendah daripada 100% PTWI pada semua kelompok usia. Nilai rerata MOE pada semua kelompok usia juga lebih dari 10000 atau berada pada batas margin yang aman sehingga tidak menunjukkan risiko kesehatan masyarakat. Meskipun demikian, persentil-95 dan persentil-99 kelompok usia dewasa (19-55 tahun) memiliki nilai paparan yang paling tinggi karena konsumsi kopi dalam jumlah paling banyak, sehingga estimasinya pun tinggi (>100% PTWI dan MOE<10000) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok usia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetunji MC, Atanda OO, Ezekiel CN. 2017. Risk assessment of mycotoxins in stored maize grains consumed by infants and young children in Nigeria. *Children* 4: 58. <https://doi.org/10.3390/children4070058>
- Afsah-Hejri L, Jinap S, Hajeb P, Radu S, Shakibazadeh S. 2013. A review on mycotoxins in food and feed: Malaysia case study. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 12: 629-651. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12029>
- Barcelo JM, Barcelo RC. 2017. Post-harvest practices linked with ochratoxin A contamination of coffee in three provinces of Cordillera Administrative Region, Philippines. *Food Addit Contam Part A* 35: 328-340. <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1393109>
- Barlow S, Schlatter J. 2010. Risk assessment of carcinogens in food. *Toxicol Appl Pharmacol* 243: 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2009.11.004>
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2018. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Kimia Dalam Pangan Olahan. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Casal S, Vieira T, Cruz R, Cunha SC. 2014. Ochratoxin A in commercial soluble coffee and coffee substitutes. *Food Res Int* 61: 56-60. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.04.045>
- Coronel MB, Marin S, Cano G, Ramos AJ, Sanchis V. 2011. Ochratoxin A in Spanish retail ground roasted coffee: Occurrence and assessment of the exposure in Catalonia. *Food Control* 22: 414-419. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.09.012>
- Culliao AGL, Barcelo JM. 2015. Fungal and mycotoxin contamination of coffee beans in Benguet province, Philippines. *Food Addit Contam Part A* 32: 250-260. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.1001796>
- da Rocha MEB, da Chagas OliveiraFreire F, Maia FEF, Guedes MIF, Rondina D. 2014. Mycotoxins and their effects on human and animal health. *Food Control* 36: 159-165. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.021>
- Efanny M, Andarwulan N, Yuliana ND. 2019. Dietary Exposure Assessment and Risk Characterization of Lead Based on Lead Contaminant Research (Online) in Indonesia and Indonesian Individual Food Consumption Survey (IFCS). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 278. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012021>
- Galarce-Bustos O, Alvarado M, Vega M, Aranda M. 2014. Occurrence of ochratoxin A in roasted and instant coffees in Chilean market. *Food Control* 46: 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.014>
- García-Moraleja A, Font G, Mañes J, Ferrer E. 2015a. Analysis of mycotoxins in coffee and risk assessment in Spanish adolescents and adults. *Food Chem Toxicol* 86: 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.10.014>
- García-Moraleja A, Font G, Mañes J, Ferrer E. 2015b. Simultaneous determination of mycotoxin in commercial coffee. *Food Control* 57: 282-292. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.04.031>
- Geremew T, Abate D, Landschoot S, Haesaert G, Audenaert K. 2016. Occurrence of toxigenic fungi and ochratoxin A in Ethiopian coffee for local consumption. *Food Control* 69: 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.025>
- Heshmati A, Zohrevand T, Khaneghah AM, Nejad ASM, Sant'Ana AS. 2017. Co-occurrence of aflatoxins and ochratoxin A in dried fruits in Iran: Dietary exposure risk assessment. *Food Chem Toxicol* 106: 202-208. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.05.046>
- [ICO] International Coffee Organization. 2018. Historical Data on the Global Coffee Trade. http://www.ico.org/new_historical.asp?section=Statistics [22 April 2019].
- [JECFA] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2007. Evaluation of certain food additives and contaminants. In 68th report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Geneva: WHO.

- Jo E-J, Mun H, Kim S-J, Shim W-B, Kim M-G. 2016. Detection of ochratoxin A (OTA) in coffee using chemiluminescence resonance energy transfer (CRET) aptasensor. *Food Chem* 194: 1102-1107. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.152>
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. 2014. Survei Konsumsi Makanan Individu. Buku Studi Diet Total: Survei Konsumsi Makanan Individu Indonesia. Jakarta: Lembaga Penerbitan Litbangkes-Kementerian Kesehatan.
- Kokina A, Pugajeva I, Bartkevics V. 2016. Improved sensitivity of ochratoxin A analysis in coffee using high-performance liquid chromatography with hybrid triple quadrupole-linear ion trap mass spectrometry (LC-QqQLIT-MS/MS). *Food Addit Contam Part A* 33: 693-702. <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1152138>
- Kuiper-Goodman T, Hilts C, Billiard SM, Kiparissis Y, Richard IDK, Hayward S. 2010. Health risk assessment of ochratoxin A for all age-sex strata in a market economy. *Food Addit Contam Part A* 27: 212-240. <https://doi.org/10.1080/026520309.03013278>
- Leong Y-H, Rosma A, Latiff AA, Ahmad NI. 2011. Exposure assessment and risk characterization of aflatoxin B1 in Malaysia. *Mycotoxin Res* 27: 207-214. <https://doi.org/10.1007/s12550-011-0097-4>
- Mitchell NJ, Chen C, Palumbo JD, Bianchini A, Cappozzo J, Stratton J, Ryu D, Wu F. 2017. A risk assessment of dietary ochratoxin A in the united states. *Food Chem Toxicol* 100: 265-273. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.12.037>
- Mokrysz S. 2016. Consumer preferences and behaviour on the coffee market in Poland. *Forum Scientiae Oeconomia* 4: 91-107.
- Nehad EA, Farag MM, Kawther MS, Abdel-Samed AKM, Naguib K. 2005. Stability of ochratoxin A (OTA) during processing and decaffeination in commercial roasted coffee beans. *Food Addit Contam* 22: 761-767. <https://doi.org/10.1080/02652030500136852>
- Nugraha A, Khotimah K, Rietjens IMCM. 2018. Risk assessment of aflatoxin B1 exposure from maize and peanut consumption in Indonesia using the margin of exposure and liver cancer risk estimation approaches. *Food Chem Toxicol* 113: 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.01.036>
- Nugroho A. 2014. The impact of food safety standard on Indonesia's coffee exports. *Procedia Environ Sci* 20: 425-433. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.054>
- Ostry V, Malir F, Dofkova M, Skarkova J, Pfohl-Leszkwicz A, Ruprich J. 2015. Ochratoxin a dietary exposure of ten population groups in the czech republic: Comparison with data over the world. *Toxins* 7: 3608-3635. <https://doi.org/10.3390/toxins7093608>
- Paterson RRM, Lima N. 2010. How will climate change affect mycotoxins in food?. *Food Res Int* 43: 1902-1914. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.010>
- Sand S, Lindqvist R, Langerholc T, Swedish National Food Agency (NFA), Uppsala, Sweden. 2018. Risk ranking of chemical and microbiological hazards in food. *EFSA J* 16: e160813. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.e160813>
- Vecchio A, Mineo V, Planeta D. 2012. Ochratoxin A in instant coffee in Italy. *Food Control* 28: 220-223. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.04.029>
- [WHO] World Health Organization. 2008. Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Ochratoxin A. Geneva: WHO