



**RISIKO PAPARAN KADMIUM DARI COKELAT BATANG PADA KONSUMEN DI INDONESIA
(RISK OF CADMIUM EXPOSURE FROM CHOCOLATE BARS ON CONSUMERS IN INDONESIA)**

Dias Erfan¹, Lilis Nuraida^{1,2}, dan Puspo Edi Giriwono^{1,2}

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Kampus IPB Darmaga, PO BOX 220 Bogor 16002, Indonesia

²Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center,
IPB University (Bogor Agricultural University), Bogor 16680, Indonesia
E-mail: lnuraida@apps.ipb.ac.id

Diterima: 29-06-2021

Direvisi: 01-09-2021

Disetujui: 20-09-2021

ABSTRACT

Cadmium (Cd) is a common contaminant found in cocoa derivative products such as chocolate bars because it is carried away from cocoa beans. The popularity of chocolate bars among Indonesian consumers may pose a health risk due to Cd content in chocolate bars. The present study aimed to estimate the risk of dietary exposure on Cd from chocolate bars to the Indonesian population. The data of chocolate bars consumption in 1324 respondents were obtained from Individual Food Consumption Survey in 2014. Samples of 10 different variants of chocolate bars were collected from markets in Indonesia from the provinces of DKI Jakarta and West Java. All samples were analyzed for their Cd content using Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS). The results show the highest average consumption of chocolate bars was found in adolescence (13-18 years), followed by a toddler (6-59 months) and children (5-12 years). Cd content in chocolate bars ranged between 0.00012 mg/kg to 0.12 mg/kg with the highest content was found in one variant of sweet dark chocolate bar. None of the samples contained Cd above the maximum limits of Cd (0.5 mg/kg in chocolate bar products) as regulated by NADFC. The highest average exposure to Cd from chocolate bars was found in toddlers (6-59 months), 0.09336 µg/kg BW/day. The average, maximum, and P95th exposures to Cd from chocolate bars in all age groups did not exceed its Provisional Tolerable Monthly Intake (PTMI), indicating that the exposure to Cd through chocolate bar products do not pose any potential risk to human health.

Keywords: cadmium, chocolate bar, Indonesia, risk assessment

ABSTRAK

Kadmium (Cd) merupakan kontaminan yang umum ditemukan pada produk turunan kakao seperti coklat batang karena terbawa dari biji kakao. Popularitas coklat batang di kalangan konsumen Indonesia dapat menimbulkan risiko kesehatan akibat kandungan Cd dalam coklat batang. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan risiko tingkat paparan Cd dari coklat batang pada populasi di Indonesia. Data konsumsi coklat batang pada 1324 responden diperoleh dari Survei Konsumsi Makanan Individu tahun 2014. Sebanyak 10 sampel batang coklat dari varian yang berbeda dikumpulkan dari pasar di Indonesia dari provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat. Seluruh sampel dianalisis kandungan Cd-nya menggunakan metode Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi coklat batang tertinggi ditemukan pada kelompok remaja (13-18 tahun), diikuti oleh balita (6-59 bulan) dan anak-anak (5-12 tahun). Kadar Cd pada seluruh coklat batang berkisar antara 0,00012 mg/kg sampai 0,12 mg/kg dengan kadar Cd tertinggi terdapat pada salah satu varian coklat batang hitam manis. Tidak ada sampel yang mengandung Cd di atas batas maksimum Cd (0,5 mg/kg pada produk coklat batang) sebagaimana diatur oleh BPOM. Rata-rata paparan Cd dari coklat batang tertinggi ditemukan pada kelompok balita (6-59 bulan) yaitu sebesar 0,09336 µg/kg bb/hari. Nilai paparan rata-rata, maksimum dan P95 untuk Cd dari coklat batang di kelompok seluruh umur tidak melebihi Provisional Tolerably Monthly Intake (PTMI) yang menunjukkan bahwa paparan Cd melalui produk coklat batang tidak menimbulkan risiko potensial bagi kesehatan manusia. [Penel Gizi Makan 2021, 44(2):59-70]

Kata kunci: coklat batang, Indonesia, kadmium, kajian risiko

PENDAHULUAN

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang digolongkan ke dalam group 1 komponen karsinogen terhadap manusia oleh International Agency of Research on Cancer (IARC). Paparan Cd berlebih dapat menyebabkan potensi gangguan kesehatan pada manusia seperti nefrotoksisitas, osteoporosis, penyakit kardiovaskular, nekrosis testis, kanker prostat dan testis, serta gagal ginjal dan kondisi neurodegeneratif^{1,2}. Toksisitas Cd pada manusia dapat dilihat dari rute paparan, kuantitas dan tingkat paparannya³. Kadmium bisa terdapat dalam tanah, air dan udara secara alami atau melalui aktivitas antropogenik. Aktivitas vulkanik adalah sumber alami utama pelepasan Cd ke atmosfer. Kadmium diserap dan mengalami bioakumulasi oleh tanaman seperti pohon kakao (*Theobroma cacao* L.), yang dapat menyebabkan tingginya kadar Cd pada biji kakao^{4,5}. Kadar total Cd berdasarkan asal geografis kakao dari beberapa daerah telah dipublikasikan dalam beberapa pustaka ilmiah, seperti kadar kakao dari Amerika Selatan (kecuali Brazil) mengandung lebih banyak Cd dibandingkan negara lain seperti Pantai Gading, Ghana dan Malaysia^{6,7}.

Isu keamanan pangan dan hambatan perdagangan terkait batasan kadar Cd pada produk cokelat dan turunan biji kakao saat ini tengah diperbincangkan oleh Codex Alimentarius Commission (CAC) sebagai tanggapan dari diberlakukannya European Union Regulation 488/2014 yang mengatur batas maksimum Cd pada pangan termasuk produk turunan kakao⁸⁻¹⁰. Contaminants in the Food Chain (CONTAM Panel) dari European Food Safety Authority (EFSA) menyebutkan bahwa produk cokelat dan turunan biji kakao merupakan salah satu pangan yang memiliki kandungan Cd yang tinggi sehingga harus menjadi perhatian serius¹¹. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) berusaha menjaga paparan Cd dengan mengatur batas maksimum Cd pada produk turunan kakao sebesar 0,5 ppm¹².

Cokelat batang merupakan produk turunan biji kakao yang dihasilkan melalui proses pencampuran beberapa produk turunan biji kakao seperti kakao massa, lemak kakao dan kakao bubuk dengan atau tanpa penambahan susu dan gula¹³. Cokelat batang memiliki atribut warna, aroma dan penampakan yang digemari konsumen¹⁴. Data di Australia menunjukkan 77,5 persen konsumen usia diatas 14 tahun gemar mengonsumsi cokelat batang¹⁵. Berdasarkan survei yang dilakukan

oleh Licorice terhadap 500 konsumen di Indonesia di rentang usia 10 – 59 tahun pada periode bulan Juni 2018 - Des 2018 menunjukkan bahwa 69,6 persen dari total responden gemar mengonsumsi cokelat batang¹⁶. Selain itu, berdasarkan survei yang dilakukan oleh JAKPAT terhadap 4.735 responden pada beberapa provinsi di Indonesia pada rentang usia 16 – 50 tahun dan tingkat ekonomi yang beragam, ditemukan bahwa mayoritas responden membeli 1 – 2 cokelat batang di setiap transaksi bahan makanan mereka¹⁷. Dalam Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan nomor 34 tahun 2019 tentang kategori pangan, BPOM mengatur pengklasifikasian jenis cokelat batang diantaranya cokelat batang hitam manis, cokelat batang hitam, cokelat batang susu dan cokelat batang putih berdasarkan kandungan total padatan kakao, padatan kakao tanpa lemak, lemak kakao dan padatan susu¹⁸.

Kajian risiko terhadap potensi gangguan kesehatan akibat konsumsi bahan makanan yang berisiko kontaminasi logam berat perlu dilakukan seiring semakin meningkat tuntutan konsumen dan pemerintah terhadap keamanan pangan¹⁹. Kajian risiko merupakan kerangka kerja yang terdiri dari identifikasi dan karakterisasi bahaya, kajian paparan dan karakterisasi risiko. Sejauh ini, data kajian mengenai risiko Cd pada cokelat batang di Indonesia masih terbatas. Semakin tingginya minat konsumsi cokelat batang di Indonesia dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan akibat paparan Cd. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji risiko gangguan kesehatan karena paparan logam berat Cd dari konsumsi cokelat batang di Indonesia.

METODE

Pengambilan Data Konsumsi Cokelat Batang

Data konsumsi cokelat batang pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri dari profil responden yang mencakup data usia dan berat badan, serta konsumsi cokelat batang pada populasi di Indonesia yang diambil dari laporan Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) tahun 2014 dengan total responden sebanyak 1324 responden²⁰. Data usia responden dikelompokkan ke dalam 6 kelompok usia yaitu balita (6 – 59 bulan), anak (5 – 12 tahun), remaja (13 – 18 tahun), dewasa (19 – 55 tahun), lansia (> 55 tahun) dan seluruh umur. Konsumsi cokelat batang dinyatakan dalam satuan gram/orang/hari. Data konsumsi cokelat batang dari masing-masing responden selanjutnya diolah untuk mengetahui asupan

Cd dari coklat batang pada setiap individu dalam satuan $\mu\text{g}/\text{orang}/\text{hari}$.

Identifikasi Sampel Cokelat Batang

Data kandungan Cd dalam coklat batang pada penelitian ini menggunakan data primer. Identifikasi sampel coklat batang dilakukan berdasarkan jenis coklat batang yang terdapat dalam *database* komposisi gizi makanan olahan SKMI 2014 dan diatur dalam Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan nomor 34 tahun 2019 tentang kategori pangan, diantaranya coklat batang hitam manis, coklat batang hitam, coklat batang susu dan coklat batang putih¹⁸. Sampel yang telah diidentifikasi selanjutnya diambil dari toko ritel di wilayah Jakarta, Bogor dan Bekasi selama periode Januari – Februari 2021. Varian sampel sebanyak 10 buah mengacu kepada jumlah dan varian coklat batang yang terdapat dalam *database* komposisi gizi makanan olahan SKMI 2014 yang beredar di pasaran yang terdiri dari coklat batang hitam manis (n=3), coklat batang hitam (n=1), coklat batang susu (n=5) dan coklat batang putih (n=1).

Setiap sampel varian coklat batang merupakan sampel komposit dari 3 buah sampel coklat batang dari merek dan varian yang sama namun berbeda kode produksi. Penetapan 3 buah sampel coklat batang dari masing-masing merk dan varian yang sama dengan kode produksi yang berbeda untuk dijadikan 1 sampel komposit mengacu pada *European Union Regulation 333/2007* yang mengatur metode pengambilan sampel dan analisis untuk pengendalian kadar Cd dalam bahan makanan²¹.

Analisis Kadar Cd pada Cokelat Batang

Pengujian kadar Cd pada setiap sampel komposit dari total 10 sampel varian coklat batang dilakukan dengan metode *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS) pada laboratorium yang telah terakreditasi KAN. Metode ICP-MS memiliki limit deteksi (LOD) yang lebih rendah dibandingkan dengan beberapa metode uji lainnya sehingga mampu memberikan data kadar Cd pada sampel dengan lebih presisi dan sensitif²².

Estimasi Paparan Cd

Estimasi paparan Cd dari produk coklat batang dilakukan dengan menggunakan pendekatan deterministik yaitu nilai paparan rata-rata, maksimum dan persentil 95 (P95). Nilai paparan harian atau *estimated daily intake* (EDI) dihitung dengan mengalikan data

konsumsi dari setiap responden (gram/orang/hari) dengan kadar Cd (mg/kg) dalam produk coklat batang, dibagi dengan data berat badan (kg) dari setiap responden, sehingga didapatkan nilai paparan masing-masing responden yang dinyatakan dalam satuan $\mu\text{g}/\text{kg}$ bb/hari dengan persamaan berikut²³:

$$\text{Nilai Paparan} = \frac{\sum(\text{Tingkat konsumsi} \times \text{Kadar Logam Berat})}{\text{Berat Badan}}$$

Karakterisasi Risiko Kadmium (Risk Characterization)

Kadmium dikategorikan ke dalam cemaran logam berat yang bersifat karsinogenik sehingga nilai *health-based guidance value* (HBGV) yang digunakan adalah *provisional tolerable monthly intake* (PTMI) untuk paparan kronis. Nilai PTMI Cd adalah 25 μg per kg berat badan per bulan²⁴. Estimasi risiko kesehatan dari Cd pada produk coklat batang dapat dikarakterisasi dengan membandingkan antara nilai paparan Cd pada pangan dengan nilai PTMI sehingga didapatkan nilai risiko masing-masing responden yang dinyatakan dalam satuan persen dengan persamaan berikut^{25,26}:

$$\% \text{ Risiko} = \frac{\text{Nilai Paparan (EDI)}}{\text{Provisional Tolerable Monthly Intake (PTMI)}} \times 100\%$$

Jika nilai paparan Cd lebih besar dari nilai PTMI maka dapat disimpulkan terdapat risiko terhadap kesehatan dari tingkat paparan tersebut.

HASIL

Tingkat Konsumsi Cokelat Batang

Total jumlah responden yang mengonsumsi produk coklat batang pada populasi Indonesia yang disurvei pada laporan SKMI 2014 terdiri dari 145 responden dari kelompok umur balita (6–59 bulan), anak (5–12 tahun) sebanyak 388 responden, remaja (13–18 tahun) sebanyak 210 responden, dewasa (19–55 tahun) sebanyak 497 responden dan lansia (lebih dari 55 tahun) sebanyak 84 responden. Kelompok usia dewasa (19–55 tahun) memiliki jumlah responden tertinggi dibandingkan dengan kelompok lainnya untuk populasi Indonesia yaitu sebesar 37,54 persen.

Rata-rata konsumsi coklat batang pada populasi di Indonesia yang mengonsumsi produk coklat batang (*eater only*) untuk kelompok seluruh umur adalah sebesar 14,79 g/orang/hari. Nilai rata-rata konsumsi coklat batang tertinggi berasal dari kelompok umur remaja (13 – 18 tahun) diikuti dengan kelompok balita (6-59 bulan) dan anak (5-12 tahun)

sebesar 17,07 g/orang/hari, 15,49 g/orang/hari dan 15,26 g/orang/hari. Cokelat batang manis merupakan jenis cokelat batang yang paling banyak dikonsumsi diikuti dengan cokelat batang susu, yaitu sebanyak 991 responden dan 241 responden. Namun, rata-rata konsumsi cokelat batang susu lebih tinggi dibandingkan cokelat batang lainnya, yaitu sebesar 24,84 g/orang/hari. Nilai tingkat konsumsi P95 dari seluruh jenis cokelat batang yang tertinggi pada kelompok balita (6–59 bulan) sebesar 56,80 g/orang/hari (Tabel 1).

Kadar Cd Cokelat Batang

Nilai kadar Cd dari sepuluh sampel cokelat

batang dapat dilihat pada Gambar 1. Kadar Cd dari masing-masing varian cokelat batang berada pada interval 0,00012 – 0,12 ppm. Nilai terendah menggunakan pendekatan upperbound (UB), yaitu data tidak terdeteksi dinyatakan sebagai LOD sebesar 0,00012 ppm²⁴.

Salah satu sampel produk cokelat batang hitam manis memiliki kadar Cd tertinggi yaitu sebesar 0,12 ppm, diikuti dengan produk cokelat batang hitam lainnya dengan kadar Cd sebesar 0,08 ppm, namun kadar Cd keduanya masih berada dibawah batas maksimum Cd yang diatur oleh BPOM untuk produk cokelat batang sebesar 0,5 ppm.

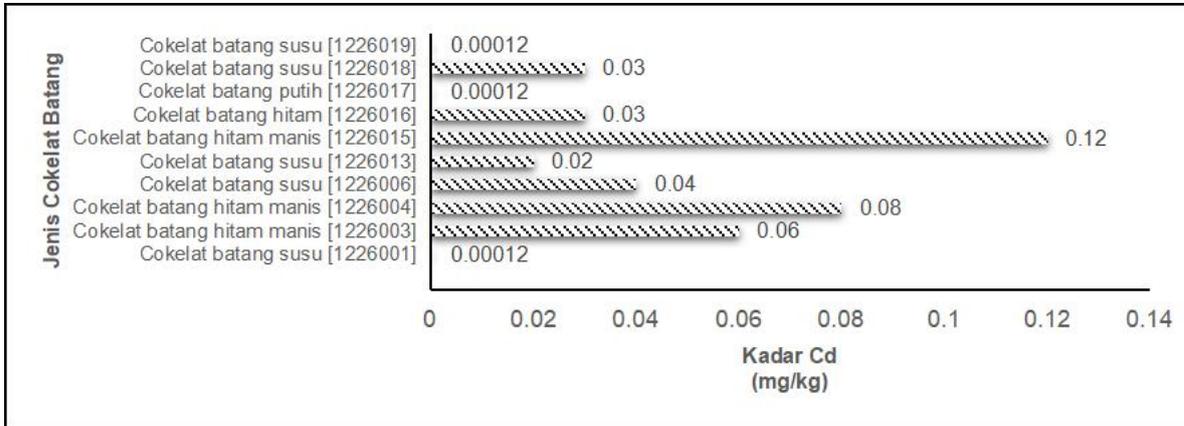
Tabel 1
Tingkat konsumsi (g/orang/hari) cokelat batang pada populasi di Indonesia

Jenis Cokelat Batang	Kelompok umur	Jumlah responden	Tingkat Konsumsi (g/orang/hari)				
			Minimum	Maksimum	Rata-rata	SD	P-95
Seluruh Cokelat Batang	6-59 bulan	145	0,16	180,00	15,49	22,03	56,80
	5-12 tahun	388	0,50	100,00	15,26	15,64	48,00
	13-18 tahun	210	0,25	120,00	17,07	19,10	56,62
	19-55 tahun	497	0,16	150,00	14,04	18,29	50,00
	>55 tahun	84	1,00	47,00	10,15	9,17	30,00
	Seluruh umur	1324	0,16	180,00	14,79	17,76	50,00
Cokelat batang hitam manis	6-59 bulan	104	0,16	68,00	13,22	13,77	54,25
	5-12 tahun	307	0,50	100,00	13,66	13,87	40,00
	13-18 tahun	158	0,75	100,00	14,42	15,88	37,34
	19-55 tahun	359	0,16	150,00	11,91	15,52	35,10
	>55 tahun	63	1,00	47,00	9,42	8,72	23,70
	Seluruh umur	991	0,16	150,00	12,83	14,59	37,53
Cokelat batang hitam	6-59 bulan	10	0,33	12,00	4,93	3,52	9,75
	5-12 tahun	16	1,00	25,00	9,83	6,52	22,00
	13-18 tahun	12	2,00	15,00	9,06	4,63	15,00
	19-55 tahun	50	1,00	50,00	9,03	8,12	20,55
	>55 tahun	8	1,00	28,00	11,91	9,01	25,20
	Seluruh umur	96	0,33	50,00	8,98	7,28	21,00
Cokelat batang susu	6-59 bulan	31	2,00	180,00	26,52	38,65	96,25
	5-12 tahun	64	0,55	100,00	24,22	21,32	68,00
	13-18 tahun	42	0,25	120,00	28,52	26,47	74,25
	19-55 tahun	90	0,25	100,00	25,02	26,39	85,50
	>55 tahun	14	1,00	30,00	11,72	11,03	30,00
	Seluruh umur	241	0,25	180,00	24,84	26,52	75,00
Cokelat Batang Putih	6-59 bulan	0	-	-	-	-	-
	5-12 tahun	1	20,00	20,00	20,00	-	20,00
	13-18 tahun	0	-	-	-	-	-
	19-55 tahun	0	-	-	-	-	-
	>55 tahun	0	-	-	-	-	-
	Seluruh umur	1	20,00	20,00	20,00	-	20,00

Tingkat Paparan Cd dari Cokelat Batang

Nilai rata-rata berat badan pada kelompok umur balita (6–59 bulan) sebesar 13,10 kg, anak (5–12 tahun) sebesar 26,70 kg, remaja (13–18 tahun) sebesar 46,62 kg, dewasa (19–55 tahun) sebesar 59,35 kg, lansia (lebih dari 55 tahun) sebesar 56,96 kg dan 42,54 kg untuk

seluruh kelompok umur. Nilai paparan rata-rata dan P95 untuk EDI Cd dari konsumsi seluruh coklat batang pada kelompok seluruh umur masing-masing sebesar 0,03969 dan 0,14111 µg/kgBB/hari dengan rata-rata paparan tertinggi ditemukan pada kelompok umur balita (6-59 bulan) yaitu sebesar 0,09336 µg/kgBB/hari (Tabel 2).



Gambar 1
Kadar Cd pada Cokelat Batang

Tabel 2
Paparan Cd (µg/kg bb/hari) dari Cokelat Batang pada Berbagai Kelompok Umur

Jenis Cokelat Batang	Kelompok umur	Paparan Cd (µg/kg bb/ hari)				
		Minimum	Maksimum	Rata-rata	SD	P-95
Seluruh Cokelat Batang	6-59 bulan	0,000063	0,595041	0,093362	0,104788	0,287329
	5-12 tahun	0,000041	0,454902	0,055953	0,064404	0,178463
	13-18 tahun	0,000070	0,252632	0,029360	0,035493	0,075580
	19-55 tahun	0,000011	0,414747	0,019557	0,030181	0,061052
	>55 tahun	0,000004	0,080899	0,016829	0,016758	0,048323
	Seluruh umur	0,000004	0,595041	0,039688	0,059685	0,141107
Cokelat batang hitam manis	6-59 bulan	0,001655	0,595041	0,118244	0,110063	0,333300
	5-12 tahun	0,002362	0,454902	0,067322	0,067472	0,204919
	13-18 tahun	0,001705	0,252632	0,036305	0,037730	0,086252
	19-55 tahun	0,000318	0,414747	0,024497	0,033855	0,067060
	>55 tahun	0,002303	0,080899	0,020181	0,017803	0,061422
	Seluruh umur	0,000318	0,595041	0,049210	0,065051	0,172185
Cokelat batang hitam	6-59 bulan	0,001021	0,023841	0,010993	0,007764	0,022199
	5-12 tahun	0,000548	0,021000	0,011486	0,006221	0,019988
	13-18 tahun	0,001077	0,009847	0,005690	0,002718	0,009313
	19-55 tahun	0,000401	0,024430	0,004526	0,003995	0,010304
	>55 tahun	0,000375	0,016634	0,006540	0,005258	0,014609
	Seluruh umur	0,000375	0,024430	0,006673	0,005600	0,019398
Cokelat batang susu	6-59 bulan	0,000063	0,250000	0,036459	0,057823	0,169503
	5-12 tahun	0,000041	0,097561	0,013409	0,018406	0,045873
	13-18 tahun	0,000070	0,069565	0,008599	0,013258	0,029574
	19-55 tahun	0,000011	0,043689	0,007769	0,009977	0,028191
	>55 tahun	0,000004	0,023622	0,006423	0,006675	0,017268
	Seluruh umur	0,000004	0,250000	0,013024	0,025759	0,041096
Cokelat Batang Putih	6-59 bulan	-	-	-	-	-
	5-12 tahun	0,000062	0,000062	0,000062	-	0,000062
	13-18 tahun	-	-	-	-	-
	19-55 tahun	-	-	-	-	-
	>55 tahun	-	-	-	-	-
	Seluruh umur	0,000062	0,000062	0,000062	-	0,000062

Nilai rata-rata konsumsi seluruh jenis coklat batang pada kelompok balita (6-59 bulan) lebih rendah dibandingkan kelompok remaja (13-18 tahun), namun rata-rata paparan Cd pada kelompok umur balita lebih tinggi dibandingkan kelompok umur remaja.

Nilai Risiko Paparan Cd dari Cokelat Batang

Persentase nilai risiko paparan Cd dari konsumsi produk coklat batang pada penduduk Indonesia disajikan pada Tabel 3. Kelompok umur balita (6–59 bulan) memiliki nilai risiko paparan rata-rata, P95 dan maksimum Cd yang lebih besar dibandingkan

dengan kelompok umur lainnya yaitu sebesar 11,21 persen, 34,49 persen dan 71,43 persen terhadap 100 persen PTMI.

Data pada Tabel 3 menunjukkan, bahwa 95 persen populasi balita (6–59 bulan) memiliki nilai risiko paparan Cd sama atau kurang dari 34,49 persen terhadap 100 persen PTMI. Nilai risiko yang lebih tinggi ditunjukkan dari paparan Cd maksimum pada kelompok balita sebesar 71,43 persen terhadap 100 persen PTMI. Data pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa nilai risiko paparan Cd P95 tertinggi berasal dari jenis coklat batang hitam manis yaitu sebesar 20,67 persen.

Tabel 3
Nilai Risiko Paparan Cd (persen) dari Cokelat Batang pada Berbagai Kelompok Umur

Jenis Cokelat Batang	Kelompok umur	Risiko (%)				
		Minimum	Maksimum	Rata-rata	SD	P-95
Seluruh Cokelat Batang	6-59 bulan	0,0076	71,4335	11,2080	12,5795	34,4932
	5-12 tahun	0,0049	54,6101	6,7171	7,7316	21,4242
	13-18 tahun	0,0084	30,3279	3,5247	4,2609	9,0732
	19-55 tahun	0,0014	49,7895	2,3478	3,6231	7,3292
	>55 tahun	0,0005	9,7117	2,0203	2,0117	5,8011
	Seluruh umur	0,0005	71,4335	4,7644	7,1651	16,9397
Cokelat batang hitam manis	6-59 bulan	0,1987	71,4335	14,1950	13,2128	40,0120
	5-12 tahun	0,2836	54,6101	8,0819	8,0998	24,6001
	13-18 tahun	0,2046	30,3279	4,3584	4,5295	10,3544
	19-55 tahun	0,0382	49,7895	2,9408	4,0643	8,0504
	>55 tahun	0,2765	9,7117	2,4227	2,1372	7,3736
	Seluruh umur	0,0382	71,4335	5,9076	7,8092	20,6704
Cokelat batang hitam	6-59 bulan	0,1225	2,8621	1,3197	0,9321	2,6650
	5-12 tahun	0,0658	2,5210	1,3789	0,7468	2,3995
	13-18 tahun	0,1293	1,1821	0,6830	0,3263	1,1180
	19-55 tahun	0,0481	2,9328	0,5433	0,4796	1,2370
	>55 tahun	0,0450	1,9968	0,7851	0,6312	1,7538
	Seluruh umur	0,0450	2,9328	0,8011	0,6723	2,3286
Cokelat batang susu	6-59 bulan	0,0076	30,0120	4,3768	6,9415	20,3485
	5-12 tahun	0,0049	11,7120	1,6097	2,2096	5,5069
	13-18 tahun	0,0084	8,3512	1,0323	1,5916	3,5503
	19-55 tahun	0,0014	5,2448	0,9326	1,1977	3,3842
	>55 tahun	0,0005	2,8358	0,7710	0,8013	2,0730
	Seluruh umur	0,0005	30,0120	1,5634	3,0923	4,9335
Cokelat Batang Putih	6-59 bulan	-	-	-	-	-
	5-12 tahun	0,0074	0,0074	0,0074	-	0,0074
	13-18 tahun	-	-	-	-	-
	19-55 tahun	-	-	-	-	-
	>55 tahun	-	-	-	-	-
	Seluruh umur	0,0074	0,0074	0,0074	-	0,0074

BAHASAN

Nilai rata-rata konsumsi coklat batang dan P95 pada populasi di Indonesia untuk kelompok seluruh umur sebesar 14.79 g/orang/hari dan 50 g/orang/hari (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa 95 persen populasi di Indonesia memiliki tingkat konsumsi coklat batang sebesar ≤ 50 g/orang/hari. Penelitian konsumsi coklat pada populasi di Brazil menunjukkan data yang sedikit lebih rendah dibandingkan data konsumsi di Indonesia yaitu sebesar 10 g/orang/hari²⁷. Sedangkan, data yang berbeda ditunjukkan pada populasi di India dan di Pakistan yang menunjukkan tingkat konsumsi produk berbasis coklat masing-masing sebesar 20 g/orang/hari dan 40 g/orang/hari^{28,29}.

Coklat batang hitam manis merupakan jenis coklat batang yang paling banyak dikonsumsi diikuti dengan coklat batang susu, yaitu masing-masing dikonsumsi oleh sebanyak 991 responden dan 241 responden. Coklat batang hitam manis umumnya mengandung total padatan kakao yang lebih besar sehingga menghasilkan tekstur yang lebih kering dan lengket, sedangkan coklat batang susu yang kandungan total padatan kakao-nya lebih rendah menghasilkan tekstur yang lebih meleleh di dalam mulut³⁰. Pada penelitian lain juga dijelaskan bahwa coklat hitam dapat menurunkan keinginan untuk makan sesuatu yang manis, menekan asupan energi dan meningkatkan rasa kenyang dibandingkan dengan coklat susu³¹. Hal tersebut menjelaskan meskipun coklat batang hitam manis merupakan jenis coklat batang yang paling banyak dikonsumsi oleh responden, namun nilai rerata konsumsi produk coklat batang hitam manis pada kelompok seluruh umur tidak lebih tinggi dibandingkan jenis coklat batang susu yang mencapai 24,84 g/orang/hari.

Coklat batang susu memiliki karakteristik tekstur dan rasa yang cenderung lebih disukai konsumen karena dipengaruhi oleh jumlah total padatan kakao yang terkandung di dalamnya dan penambahan bahan lainnya, seperti susu. Penambahan susu dalam proses pembuatan coklat batang susu dapat menghasilkan warna coklat yang lebih terang, kesan creamy dan manis, sehingga penampakan dan rasa produk coklat batang susu lebih menarik¹⁴. Hasil penelitian pada konsumen di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan bahwa produk coklat susu merupakan jenis coklat yang paling banyak dipilih dibandingkan jenis coklat lainnya, yaitu sebesar 37,6 persen dari total 100 persen responden³². Hasil penelitian

di Turki dan Slovakia juga menunjukkan bahwa produk coklat susu merupakan jenis coklat yang paling banyak dikonsumsi dibandingkan jenis coklat lainnya, yaitu sebesar 33 persen dan 41,4 persen^{33,34}. Penelitian lain di Spanyol juga menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi coklat batang tertinggi berada pada jenis coklat batang susu sebesar 8 g/orang/hari, diikuti dengan jenis coklat batang hitam sebesar 5 g/orang/hari³⁵. Tingkat konsumsi maksimum dan P95 dari kelompok balita, jauh melebihi tingkat konsumsi dari kelompok umur lainnya. Hal ini perlu menjadi perhatian, mengingat kelompok balita merupakan kelompok konsumen yang paling rentan terhadap segala jenis kontaminasi dalam rantai makanan, salah satunya logam berat Cd²⁸.

Kadar Cd dari seluruh sampel coklat batang masih dibawah batas maksimum Cd yang diatur oleh BPOM untuk produk coklat batang sebesar 0,5 ppm¹². Sampel dengan kandungan Cd tertinggi berasal dari salah satu varian coklat batang hitam manis yaitu sebesar 0,12 ppm, diikuti dengan varian coklat batang hitam manis lainnya dengan kandungan Cd sebesar 0,08 ppm. Pada penelitian lain dilaporkan bahwa produk coklat hitam memiliki kadar Cd tertinggi dibandingkan jenis coklat susu dan coklat putih yaitu sebesar 2.3 ppm³⁶. Hal serupa juga dilaporkan pada penelitian di Brazil dan Austria, dimana kadar Cd tertinggi juga ditemukan pada produk coklat hitam yaitu sebesar 0,1076 ppm dan 0,194 ppm^{27,37}.

Tingginya kadar Cd pada produk coklat batang dapat dipengaruhi oleh jumlah total padatan kakao dan kadar Cd yang terkandung dalam bahan baku asal biji kakao yang digunakan dalam proses produksi coklat²⁷. Penelitian di Amerika Serikat juga menunjukkan bahwa kandungan Cd berkorelasi positif dengan persen kakao yang terkandung pada produk coklat³⁸. BPOM mengatur kandungan minimal total padatan kakao pada jenis coklat batang hitam, coklat batang hitam manis dan coklat batang susu masing-masing sebesar 35, 30 dan 25 persen. Sedangkan, coklat batang putih diatur kandungan minimal lemak kakao sebesar 20 persen¹⁸.

Kadar Cd pada biji kakao dari beberapa daerah seperti Amerika Selatan (kecuali Brazil) mengandung lebih banyak Cd dibandingkan negara lain seperti Pantai Gading, Ghana dan Malaysia⁶. Pada beberapa penelitian menunjukkan, kadar Cd pada biji kakao asal Ekuador dapat mencapai 0.94 ppm dan pada biji kakao asal Ghana hanya sebesar 0.27

ppm^{5,39}. Sedangkan, pada biji kakao asal Sulawesi Barat dan Sulawesi Tenggara memiliki kadar Cd masing-masing sebesar 0.75 ppm dan 0.67 ppm⁴⁰. Oleh karena itu, masih terdapat beberapa biji kakao asal Indonesia dan Amerika Latin yang memiliki kandungan Cd yang melebihi batas maksimum Cd pada bahan baku lemak kakao dan produk turunan kakao lainnya sebesar 0,5 ppm^{12,41}.

Nilai rerata konsumsi cokelat batang dari seluruh responden pada setiap kelompok umur tidak berbeda nyata, sehingga kandungan Cd dari cokelat batang yang dikonsumsi dan berat badan dari setiap responden menjadi faktor yang mempengaruhi perbedaan tingkat paparan Cd dari setiap kelompok umur. Oleh karena itu, kelompok balita merupakan kelompok konsumen yang lebih berisiko memiliki tingkat paparan Cd yang lebih tinggi, mengingat berat badan pada kelompok balita yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok umur lainnya⁴². Hal ini dibuktikan dengan data pada penelitian ini yang menunjukkan meskipun nilai rerata konsumsi seluruh jenis cokelat batang pada kelompok balita (6-59 bulan) lebih rendah dibandingkan kelompok remaja (13-18 tahun), namun rerata paparan Cd pada kelompok umur balita lebih tinggi dibandingkan kelompok umur remaja yaitu sebesar 0,09336 µg/kg bb/hari (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh faktor nilai berat badan pada kelompok umur balita yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan kelompok umur remaja dan kelompok umur lainnya. Menurut hasil penelitian di Pakistan, tingkat paparan Cd dari konsumsi cokelat untuk kelompok umur anak-anak dan dewasa bahkan dapat mencapai 5,3 – 14,5 µg/orang/hari²⁹. WHO menetapkan nilai batasan paparan Cd sebesar 25 µg/kgBB/bulan atau setara dengan 0.83333 µg/kgBB/hari, sehingga tingkat paparan Cd maksimum dan P95 pada populasi di Indonesia masih berada dibawah yang diperkenankan oleh WHO²⁴.

Kelompok umur balita (6–59 bulan) memiliki nilai risiko P95 paparan logam berat Cd dari konsumsi cokelat batang sebesar 34,49 persen terhadap 100 persen PTMI. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan nilai risiko P95 paparan logam berat Cd dari konsumsi cokelat batang dari kelompok usia lainnya. Penelitian yang dilakukan di India menunjukkan nilai risiko paparan Cd dari konsumsi produk cokelat pada kelompok umur anak dapat mencapai 38.42 persen dari 100 persen nilai PTMI²⁸. Namun, hasil penelitian pada populasi di Brazil menunjukkan nilai risiko paparan Cd dari konsumsi produk

cokelat pada kelompok umur anak dan dewasa hanya sebesar 8.6 persen dan 1.8 persen dari 100 persen nilai PTMI²⁷.

Cokelat batang hitam merupakan jenis cokelat batang yang memberikan nilai risiko paparan Cd P95 tertinggi yaitu sebesar 20,67persen. Produk cokelat hitam merupakan jenis cokelat yang memberikan paparan Cd paling signifikan, khususnya pada kelompok umur anak-anak²⁷. Hal ini perlu menjadi perhatian mengingat paparan Cd pada kelompok umur balita (6–59 bulan) dan anak-anak (5–12 tahun) tidak hanya berasal dari produk cokelat batang saja, melainkan dapat berasal dari jenis pangan lainnya yang dimakan sehari. Kontributor terbesar paparan Cd pada populasi di Indonesia adalah air minum diikuti produk ikan dan olahannya yaitu sebesar 38,94 persen dan 23,69 persen⁴³. Sedangkan, produk lainnya hanya berkontribusi sebanyak 6,86 persen dari total 100 persen paparan Cd sehari⁴³. Secara keseluruhan nilai risiko paparan Cd P95 dan maksimum dari mengkonsumsi seluruh jenis cokelat batang pada kelompok seluruh umur sebesar 16,94 persen dan 71,43 persen dari 100 persen nilai PTMI (Tabel 3). Hal ini menunjukkan tidak ada risiko dari paparan Cd terhadap kesehatan yang ditimbulkan akibat konsumsi produk cokelat batang bagi penduduk Indonesia.

KESIMPULAN

Cokelat batang hitam manis merupakan jenis cokelat batang yang paling banyak dikonsumsi diikuti dengan cokelat batang susu, yaitu sebanyak 991 responden dan 241 responden. Nilai rata-rata konsumsi produk cokelat batang susu pada kelompok seluruh umur lebih tinggi dibandingkan cokelat batang hitam manis ataupun cokelat batang lainnya, yaitu sebesar 24,84 g/orang/hari. Kelompok umur remaja (13–18 tahun) memiliki rata-rata tingkat konsumsi tertinggi dari seluruh jenis cokelat batang dibandingkan kelompok umur lainnya. Kadar Cd dari 10 sampel cokelat batang yang dikonsumsi masyarakat Indonesia berada pada interval 0,00012 – 0,12 ppm, namun masih dibawah batas maksimum Cd yang ditetapkan oleh BPOM untuk produk cokelat batang yaitu sebesar 0,5 ppm. Cokelat batang hitam manis memiliki kadar Cd tertinggi dibandingkan dengan jenis cokelat batang lainnya. Nilai risiko P95 untuk paparan Cd dari konsumsi seluruh jenis cokelat batang pada kelompok seluruh umur sebesar 34,49 persen, sehingga masih dianggap tidak menimbulkan risiko masalah kesehatan karena masih berada dibawah nilai 100 persen PTMI.

Kelompok umur balita (6–59 bulan) merupakan kelompok konsumen yang paling rentan karena berat badan pada kelompok umur balita yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan kelompok umur lainnya, sehingga menjadikan penyebab risiko kesehatan lebih tinggi akibat dari konsumsi coklat batang.

SARAN

Nilai risiko paparan Cd dari konsumsi coklat batang pada penelitian ini menunjukkan tidak ada risiko masalah kesehatan yang ditimbulkan pada konsumen di Indonesia, sehingga batas maksimum Cd yang ditetapkan oleh BPOM pada produk coklat batang untuk saat ini masih dirasa cukup relevan dan belum diperlukan kaji ulang. Selain itu, mengingat tingkat konsumsi dan nilai risiko paparan Cd dari konsumsi coklat batang tertinggi berasal dari kelompok umur balita (6–59 bulan), maka perlu diadakan penyuluhan kepada para orang tua untuk mengawasi tingkat konsumsi coklat batang pada anak-anak, khususnya pada kelompok balita.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Manajemen Data Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan untuk melakukan kegiatan penelitian ini.

RUJUKAN

1. International Agency For Research on Cancer [IARC]. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry. Volume 58. *IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks to Humans* 58, 1–415 (1993).
2. Hezbullah, M., Sultana, S., Chakraborty, S. R. & Patwary, M. I. Heavy metal contamination of food in a developing country like Bangladesh: An emerging threat to food safety. *J Toxicol Env. Heal.* 8, 1–5 (2016).
3. Bernhoft, R. A. Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. *J Env. Public Heal.* 2012, (2012).
4. Abt, E., Fong Sam, J., Gray, P. & Robin, L. P. Cadmium and lead in cocoa powder and chocolate products in the US Market. *Food Addit Contam Part B Surveill* 11, 92–102 (2018).
5. Chavez, E. *et al.* Concentration of cadmium in cacao beans and its relationship with soil cadmium in southern Ecuador. *SCI Total Env.* 533, 205–214 (2015).
6. Mounicou, S., Szpunar, J., Andrey, D., Blake, C. & Lobinski, R. Concentrations and bioavailability of cadmium and lead in cocoa powder and related products. *Food Addit Contam* 20, 343–352 (2003).
7. Bertoldi, D., Barbero, A., Camin, F., Caligiani, A. & Larcher, R. Multielemental fingerprinting and geographic traceability of Theobroma cacao beans and cocoa products. *Food Control* 65, 46–53 (2016).
8. Codex Alimentarius Commission [CAC]. *Joint FAO/WHO food standards programme codex committee on contaminants in foods 13th session: discussion paper on the development of a code of practice for the prevention and reduction of cadmium contamination in cocoa.* 30 (2019).
9. Argüello, D. *et al.* Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. *SCI Total Env.* 649, 120–127 (2019).
10. Rosales-Huamani, J. A. *et al.* Study to determine levels of heavy metals in cocoa crops applied to inland areas of Peru: “The case of the campo Verde-Honorio tournavista corridor”. *Agronomy* 10, 1–19 (2020).
11. European Food Safety Authority [EFSA]. Commission Regulation (EU) No 488/2014 amending Regulation (EC) NO 1881/2006 as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs. *EFSA J.* (2014) doi:10.2903/j.efsa.2011.1975.
12. Badan Pengawas Obat dan Makanan [BPOM]. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Pada Pangan Olahan. (2018).
13. Shafi, F., Reshi, M., Aiman & Iqra, B. Chocolate Processing. *Ijabr* 8, 408–419 (2018).
14. Rasuluntari, I. N., Muhammad, D. R. A. & Praseptiangga, D. Panelist acceptance level on milk chocolate bar with cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) powder addition. *Nusant. Biosci.* 8, 297–300 (2016).
15. Roy Morgan. Why not all – chocolate that is! 2 million Australians love bars, blocks & boxes [cited September 27, 2020]. Available from: <http://www.roymorgan.com/findings/8065-australian-chocolate-market-march-2019-201907260627>.

16. Southeast Asian Market Insights Licorice. The potential of local cocoa and Indonesian Chocolate Consumption [cited September 27, 2020]. Available from: <http://report.licorice.pink/blog/indonesia/the-potential-of-local-cocoa-and-indonesian-chocolate-consumption/>.
17. Mobile Survey Platform Indonesia JAKPAT. The sweet tooth: candy and chocolate consumption survey report. [cited September 27, 2020]. Available from: <https://blog.jakpat.net/the-sweet-tooth-candy-and-chocolate-consumption-survey-report/>.
18. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia [BPOM]. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 34 tahun 2019 tentang Kategori Pangan. (2019).
19. Salama, A. K. Health risk assessment of heavy metals content in cocoa and chocolate products sold in Saudi Arabia products sold in Saudi Arabia. *Toxin Rev.* 38, 318–327 (2018).
20. Kementerian Kesehatan. Survey konsumsi makanan individu. Buku Studi Diet Total: Survei Konsumsi Makanan Individu Indonesia. Jakarta-Indonesia: Lembaga Penerbitan Litbangkes. (2014).
21. European Food Safety Authority [EFSA]. Commission Regulation (EU) No 333/2007 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the level of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, 3-MCPD and benzo(a)pyrene in foodstuffs. (2007).
22. Wilschefski, S. C. & Baxter, M. R. Inductively coupled plasma mass spectrometry: introduction to analytical aspects. *Clin Biochem Rev* 40, 115–133 (2019).
23. Arigbede, O. E., Olutona, G. O. & Dawodu, M. O. Dietary intake and risk assessment of heavy metals from selected biscuit brands in Nigeria. *J. Heavy Met. Toxic. Dis.* 4, 2–3 (2019).
24. World Health Organization [WHO]. Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-third meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA). (2011).
25. Food and Agriculture Organization [FAO]/World Health Organization [WHO]. *Safety Evaluation of certain contaminant in food. Sixty-fourth meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA).* (2006).
26. Peixoto, R. R. A., Oliveira, A. & Cadore, S. Risk assessment of cadmium and chromium from chocolate powder. *Food Addit Contam Part B Surveill* 11, 256–263 (2018).
27. Villa, J. E. L., Peixoto, R. R. A. & Cadore, S. Cadmium and lead in chocolates commercialized in Brazil. *J Agric Food Chem* 62, 8759–8763 (2014).
28. Dahiya, S., Karpe, R., Hegde, A. G. & Sharma, R. M. Lead, cadmium and nickel in chocolates and candies from suburban areas of Mumbai, India. *J. Food Compos. Anal.* 18, 517–522 (2005).
29. Jalbani, N., Kazi, T. G., Afridi, H. I. & Arain, M. B. Determination of toxic metals in different brand of chocolates and candies, marketed in Pakistan. *J. Anal. Environ. Chem.* 10, 48–52 (2009).
30. Aprotosoai, A. C., Luca, S. V. & Miron, A. Flavor chemistry of cocoa and cocoa products — an overview. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15, 73–91 (2015).
31. Sørensen, L. B. & Astrup, A. Eating dark and milk chocolate: a randomized crossover study of effects on appetite and energy intake. *Nutr Diabetes* 1–6 (2011) doi:10.1038/nutd.2011.17.
32. Sabarisman, I. *et al.* Analisis deskriptif dan perilaku konsumen bar chocolate di Yogyakarta. *J. Sains dan Seni ITS* 8, 10–12 (2019).
33. GÜldeş, M., Dağdelen, A. F. & Biricik, G. F. Determination and comparison of some trace elements in different chocolate types produced in Turkey. *J. Food, Agric. Environ.* 6, 90–94 (2008).
34. Rogovska, V. & Cukanova, M. Chocolate as a functional food. *ResearchGate* (2015) doi:10.13140/RG.2.1.4507.4403.
35. Balboa-castillo, T., López-garcía, E., Leónmu, L. M. & Pérez-, R. F. Chocolate and health-related quality of life: a prospective study. *PLoS One* 10, 1–11 (2015).
36. Kataoka, Y., Watanabe, T., Hayashi, K. & Akiyawa, H. Surveillance of Cadmium Concentration in Chocolate and Cocoa Powder Products Distributed in Japan. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* 59, 269–274 (2018).
37. Sager, M. Chocolate and cocoa products as a source of essential elements in nutrition. *J Nutr Food Sci* 2, 1–10 (2012).
38. Orzechowski, E. J. Investigating cadmium levels in U.S. cocoa products and the effects on the industry. *Thesis. Newark Univ. Delaware* (2016).
39. Takrama, J. *et al.* Cadmium contamination of cocoa beans and cocoa growing agricultural soils of Ghana: There is no cause for public alarm. *Peak J Public Heal.*

- Manag* 3, 56–61 (2015).
40. Ristanti, E. Y., Suprapti, S. & Ramlah, S. Kandungan logam berat pada biji kakao asal Sulawesi Barat dan Tenggara. *J. Ind. Has. Perkeb.* 11, 67–73 (2016).
 41. Badan Standardisasi Nasional [BSN. SNI 3748:2009 tentang Lemak Kakao. (2009).
 42. Yanus, R. L. *et al.* Trace elements in cocoa solids and chocolate: An ICPMS study. *Elsevier* 119, 1–4 (2014).
 43. Efanny, M. Kajian paparan logam berat dari pangan di Indonesia. *Tesis. Bogor Progr. Stud. Prof. Teknol. Pangan, Inst. Pertan. Bogor* (2018).

[dikosongkan]