

5. ESTIMASI PAPARAN MIKROPLASTIK DARI KONSUMSI AIR MINUM

Paparan partikel mikroplastik dalam manusia dapat berasal dari berbagai sumber, seperti: konsumsi makanan atau minuman dan melalui inhalasi atau pernafasan (Cox *et al.*, 2019). Konsumsi air minum merupakan salah satu jalur masuknya mikroplastik ke dalam tubuh manusia. Keragaman jenis air minum yang dikonsumsi dapat memengaruhi tingkat risiko paparan mikroplastik. Mikroplastik dalam AMDK cenderung memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi mikroplastik dalam air keran. Perbedaan ini dikarenakan AMDK memiliki lebih banyak faktor yang dapat menyebabkan masuknya mikroplastik ke dalam air minum, seperti: proses produksi ataupun abrasi bahan kemasan (Weisser *et al.*, 2021).

Meskipun AMDK mengandung mikroplastik yang lebih tinggi dibandingkan air keran, AMDK merupakan salah satu produk pangan yang banyak dikonsumsi dan tingkat konsumsinya terus menunjukkan peningkatan. Anggapan bahwa AMDK merupakan sumber air minum yang lebih higienis dibandingkan sumber air minum lainnya menjadi salah satu faktor peningkatan konsumsi AMDK (Kankanige & Babel, 2020). Di Indonesia, sumber air yang digunakan untuk konsumsi dapat berupa air leding, air pompa, air sungai, air hujan, air sumur, maupun AMDK. Konsumsi AMDK sebagai sumber air minum menunjukkan peningkatan sejak tahun 2000. Hingga tahun 2011, AMDK sudah memenuhi >25% kebutuhan air minum di Indonesia (BPS, 2016).

Estimasi paparan mikroplastik dalam setiap orang di suatu wilayah dilakukan dengan menjumlahkan jumlah mikroplastik yang bersumber dari konsumsi AMDK dan air keran. Pada AMDK, jumlah asupan mikroplastik (partikel/L/kapita/tahun) diperoleh dengan menjumlahkan rata-rata mikroplastik dalam AMDK setiap wilayah (partikel/L) dengan jumlah konsumsi AMDK (liter/kapita/tahun). Sedangkan pada estimasi paparan mikroplastik dari air keran dilakukan dengan menjumlahkan rata-rata mikroplastik setiap wilayah (partikel/L) dengan estimasi pemenuhan kebutuhan air minum dengan air keran (liter/kapita/tahun). Estimasi pemenuhan kebutuhan air minum dari air keran diperoleh berdasarkan asumsi bahwa setiap orang mengonsumsi 2 liter air minum tiap harinya (730

liter/tahun) (WHO, 2016) dan sebanyak 62% (452,6 liter) air yang dikonsumsi bersumber dari air keran (Vieux *et al.*, 2020).

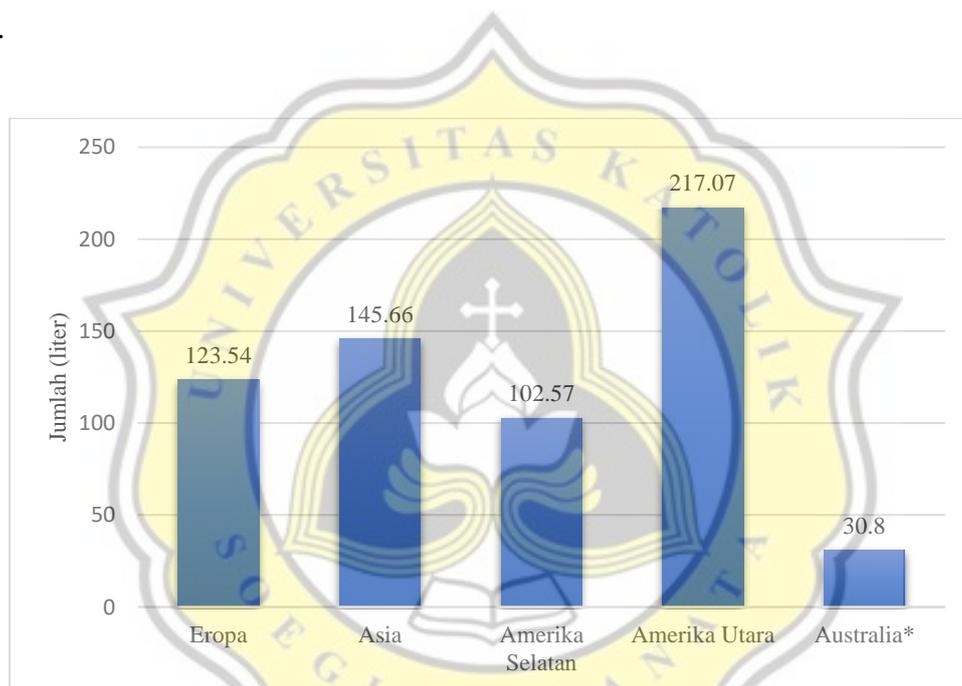
Rata-rata konsentrasi mikroplastik yang diperoleh dari studi pada AMDK dapat dilihat pada Tabel 5. Rata-rata konsentrasi mikroplastik dalam AMDK tertinggi ditemukan di Eropa sebesar 993,3 partikel/L. Sedangkan rata-rata konsentrasi mikroplastik partikel dalam AMDK di Asia, Amerika Utara, dan Afrika berturut-turut ialah 333,3; 272; dan 119,8 partikel/L. Konsentrasi mikroplastik terendah ditemukan dalam AMDK di Amerika Selatan yaitu sebanyak 67,5 partikel/L. Tidak ditemukan data yang dapat mewakili jumlah partikel mikroplastik di Australia sehingga perkiraan jumlah mikroplastik dilakukan dengan mengestimasi rentang jumlah maksimal dan minimal konsentrasi mikroplastik dari studi yang tersedia.

Tabel 5. Rata-rata Konsentrasi Mikroplastik dalam AMDK

Wilayah	Rerata Konsentrasi Mikroplastik (partikel/L)	Rata-rata konsentrasi berdasarkan wilayah (partikel/L)	Referensi
Asia		333,3	
Iran	8,5		(Makhdoumi <i>et al.</i> , 2021)
Thailand	140,0		(Kankanige & Babel, 2020)
China	96,6		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Indonesia	382		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
India	293,7		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Lebanon	1.163,2		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Thailand	249,2		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Eropa		993,3	
Jerman	317		(Weisser <i>et al.</i> , 2021)
Jerman	14		(Schymanski <i>et al.</i> , 2018)
Jerman	2649		(Oßmann <i>et al.</i> , 2018)
Amerika Utara		272	
Amerika Serikat	101		(Ali, 2019)
Amerika Serikat	467,3		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Meksiko	247,8		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Amerika Selatan		67,5	
Brazil	67,5		(Mason <i>et al.</i> , 2018)
Afrika		119,8	
Kenya	119,8		(Mason <i>et al.</i> , 2018)

Australia		358,38
Minimum	67,5	
Maksimum	993,3	
Rata-rata		358,38

Rata-rata jumlah konsumsi AMDK di berbagai wilayah dapat dilihat pada Gambar 3. Rata-rata jumlah konsumsi AMDK tertinggi sebanyak 217,07 liter/kapita ditemukan di Amerika Utara, diikuti Asia (145,66 liter/kapita), Eropa (123,54 liter/kapita), dan Amerika Selatan (102,57 liter/kapita) (Rodwan, 2018). Konsumsi AMDK paling rendah ditemukan di Australia yaitu sebesar 30,8 liter/kapita (Goldstein Market Intelligence, 2020).

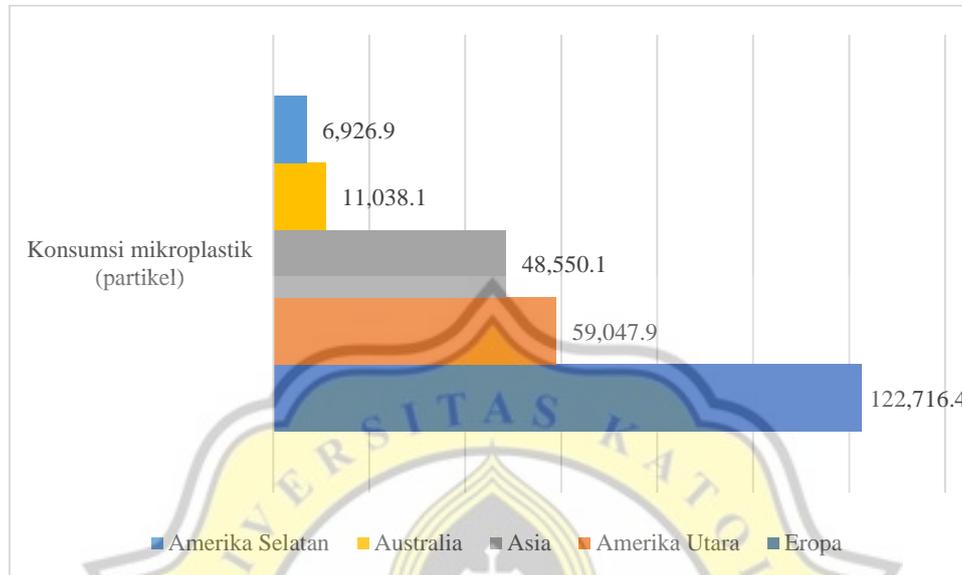


Gambar 8. Rata-rata konsumsi AMDK (liter/kapita/tahun)
(Goldstein Market Intelligence, 2020; Rodwan, 2018)

*Data tahun 2017

Jumlah asupan partikel mikroplastik dari AMDK setiap wilayah dapat dilihat pada Gambar 4. Konsumen AMDK di Eropa paling tinggi berisiko terpapar mikroplastik dari AMDK. Dengan rata-rata konsumsi AMDK sebanyak 123,54 liter/tahun, sebanyak 122.712 partikel mikroplastik akan terasup oleh 1 orang setiap tahunnya. Sedangkan konsumen AMDK di Amerika Utara, satu orang menerima asupan setidaknya 59.047 partikel mikroplastik dalam satu tahun. Di Asia, jumlah ini menurun menjadi sebanyak 48.550 partikel/kapita/tahun. Asupan mikroplastik terendah ditemukan di Amerika Selatan dengan jumlah asupan sebanyak 6.926 partikel/kapita/tahun. Data konsumsi

AMDK di Afrika sangat terbatas, namun estimasi konsumsi AMDK diperkirakan cukup rendah karena setidaknya 75% populasi Afrika menggunakan air tanah sebagai sumber utama air minum (UN Water Africa, 2021).



Gambar 9. Estimasi Paparan Mikroplastik dari Konsumsi AMDK Per Tahun

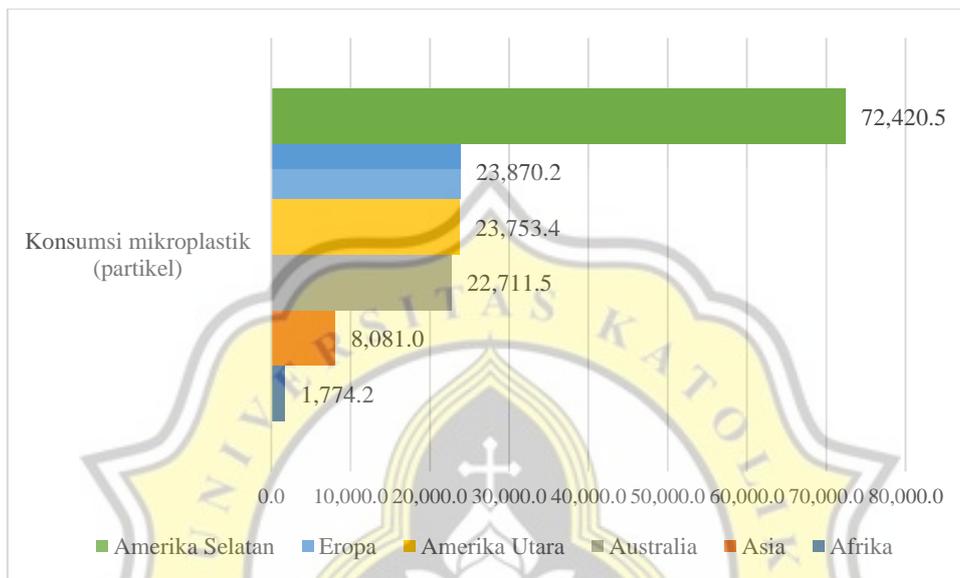
Rata-rata konsentrasi mikroplastik yang diperoleh dari studi dalam air keran dapat dilihat pada Tabel 6. Pada sumber air keran, rata-rata konsentrasi mikroplastik paling tinggi terdapat di Amerika Selatan dengan jumlah rata-rata 160 partikel/liter, diikuti oleh Eropa (16,61 partikel/liter), Amerika Utara (52,5 partikel/liter), Asia (333,3 partikel/liter), dan Afrika (3,9 partikel/liter). Data perkiraan kandungan mikroplastik di Australia dilakukan seperti pada perhitungan estimasi mikroplastik dalam AMDK, yaitu dengan menggunakan estimasi rentang jumlah maksimal dan minimal konsentrasi mikroplastik dari studi yang tersedia. Meskipun data di Afrika dan Amerika Selatan dapat diperoleh, jumlah studi yang tersedia masih sangat terbatas.

Tabel 6. Rata-rata Konsentrasi Mikroplastik dalam Air Keran

Wilayah	Rerata Konsentrasi Mikroplastik (partikel/L)	Rata-rata konsentrasi berdasarkan wilayah (partikel/L)	Referensi
Asia		17,9	
Jepang	27		(Mukotaka <i>et al.</i> , 2021)
Hong Kong	2,18		(Lam <i>et al.</i> , 2020)
China	440		(Tong <i>et al.</i> , 2020)
India	6,24		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Indonesia	3,23		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Lebanon	6,64		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Eropa		16,61	
Perancis	47		(Mukotaka <i>et al.</i> , 2021)
Finlandia	97		(Mukotaka <i>et al.</i> , 2021)
Jerman	53		(Mukotaka <i>et al.</i> , 2021)
Jerman	0,0035		(Mintenig <i>et al.</i> , 2019)
Inggris	7,73		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Perancis	1,82		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Jerman	0,91		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Irlandia	1,83		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Slovakia	3,83		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Swiss	2,74		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Republik Ceko	0,04		(Pivokonsky <i>et al.</i> , 2018)
Denmark	0,049		(Strand <i>et al.</i> , 2018)
Amerika Utara		52,5	
Amerika Serikat	46		(Mukotaka <i>et al.</i> , 2021)
Meksiko	18		(Shruti <i>et al.</i> , 2020)
Amerika Serikat	182		(Ali, 2019)
Kuba	7,2		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Amerika Serikat	9,2		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Amerika Selatan		160	
Brazil	316		(Pratesi <i>et al.</i> , 2021)
Ekuador	4		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Afrika		3,9	
Uganda	3,9		(Kosuth <i>et al.</i> , 2018)
Australia		50,18	
Minimum	3,9		
Maksimum	160		
Rata-rata		50,18	

Data konsumsi air keran sangat terbatas dan tidak terpusat untuk konsumsi saja, sehingga perhitungan rata-rata konsumsi air keran dilakukan dengan menggunakan persentase

konsumsi AMDK dan air keran seperti yang dilakukan oleh Cox *et al.* (2019). Dengan mengasumsikan bahwa dalam sehari setiap orang mengonsumsi 2 liter air minum (730 liter/tahun) (WHO, 2016) dan kebutuhan air tersebut dipenuhi melalui konsumsi air keran sebanyak 62% dan AMDK sebanyak 38% (Vieux *et al.*, 2020), maka sebanyak 452,6 liter air minum dikonsumsi melalui air keran dalam setahun.



Gambar 10. Estimasi Paparan Mikroplastik dari Konsumsi Air Keran Per Tahun

Jumlah asupan partikel mikroplastik dari konsumsi air keran setiap wilayah dapat dilihat pada Gambar 5. Orang yang mengonsumsi air keran di Amerika Selatan berisiko paling tinggi terpapar mikroplastik. Dengan rata-rata konsumsi AMDK sebanyak 160 liter/kapita/tahun, setiap orang akan terasap sebanyak 72.420 partikel mikroplastik setiap tahunnya. Di Eropa dan Amerika Utara, konsumen air keran akan terasap kira-kira 23.000 partikel/kapita/tahun. Rata-rata asupan mikroplastik dari air keran di Australia ialah sebanyak 22.711 partikel/kapita/tahun. Asupan mikroplastik terendah ditemukan di wilayah Afrika dengan jumlah asupan mikroplastik sebanyak 1.774 partikel/kapita/tahun.

Jumlah partikel mikroplastik yang terasap melalui air minum diperoleh dengan menjumlahkan total asupan partikel mikroplastik dari AMDK dan air keran. Total asupan mikroplastik satu orang selama setahun dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Estimasi Asupan Mikroplastik dari Air Minum

Wilayah	Konsumsi Mikroplastik dari AMDK (partikel/tahun)	Konsumsi Mikroplastik dari Air Keran (partikel/tahun)	Total Konsumsi Mikroplastik (partikel/tahun)
Asia	48.550,1	8.081	56.631,1
Amerika Selatan	6.926,9	72.420,5	79.347,4
Amerika Utara	59.047,9	23.753,4	82.801,2
Australia	16.336,3	37.090,6	53.426,9
Afrika	-	1.774,2	1.774,2
Eropa	122.716,4	23.870,2	146.586,6

Orang yang mengonsumsi air minum di Eropa berisiko paling tinggi terpapar mikroplastik dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Setidaknya sejumlah 146.586 partikel mikroplastik terasup satu orang dalam setahun dari konsumsi air minum saja. Jumlah mikroplastik dari konsumsi air minum di Amerika Utara dan Amerika Selatan ialah sebesar 82.801 dan 79.347 partikel/kapita/tahun. Jumlah ini hampir sama dengan hasil penelitian Cox *et al.* (2019) yang mengestimasi bahwa dalam satu tahun, satu warga Amerika dapat terpapar mikroplastik sebanyak 81.000 hingga 123.000 partikel dari air minum. Konsumsi mikroplastik paling rendah ditemukan di Afrika dengan jumlah konsumsi 13.337 partikel/tahun/orang.

Meskipun pengaruh mikroplastik dalam tubuh manusia belum sepenuhnya diketahui, namun beberapa penelitian mikroplastik dalam organisme invertebrata melaporkan adanya reaksi tertentu seperti: inflamasi, perubahan struktur membran organ tubuh (Von Moos *et al.*, 2012), penyumbatan saluran pencernaan (Wright *et al.*, 2013) hingga gangguan kesehatan sistem reproduksi (Sussarellu *et al.*, 2016). Studi oleh Schwabl & Ko (2019) juga menemukan keberadaan mikroplastik dalam feses manusia yang membuktikan bahwa mikroplastik dapat masuk ke dalam saluran pencernaan manusia dan berpeluang untuk terakumulasi. Oleh karenanya, diperlukan standar berupa batas maksimum konsentrasi mikroplastik dalam air minum, terutama pada AMDK.