

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

1. Gambaran Geografis

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar. Kelurahan ini memiliki luas wilayah 662 km² atau sama dengan 66.200 hektar yang terdiri dari 41 RT dan 7 RW. Secara geografis, kelurahan ini berada pada titik koordinat 5°11'04.50" LS dan 119°29'25.90" BT. Kelurahan Tamangapa berasal dari kata "Tamangapa" yang berarti "Tidak apa apa". Kelurahan ini dibentuk dari dua lingkungan atau kampung, yaitu kampung bangkala dan kampung kassi.

Secara umum letak kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala adalah sebagai berikut:

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Kelurahan Manggala
- b. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Gowa
- c. Sebelah barat berbatasan dengan Kelurahan Bangkala dan Kelurahan Biring Romang
- d. Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Gowa

2. Gambaran Demografi

Berdasarkan data yang telah saya dapatkan dari pihak Kelurahan Tamangapa, jumlah penduduk kelurahan Tamangapa pada tahun 2024 tercatat 7.044 jiwa, yang terdiri atas 3.665 perempuan dan 3.379 Laki-laki.

B. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan diKelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala. Pengumpulan data dan pemeriksaan sampel dilakukan sejak bulan Februari – Maret 2025.

Sampel manusia merupakan masyarakat yang mengonsumsi air Minum isi ulang selama 10 tahun terakhir yang berjumlah 40 orang. Jumlah masyarakat tersebut akan digunakan sebagai unit analisis dalam perhitungan ARKL, dimana setiap individu merupakan sasaran yang akan dihitung risikonya setelah terpapar bahan kimia berbahaya yang bersifat karsinogenik dalam hal ini yaitu mikroplastik yang terkandung dalam air Minum isi ulang

Sampel lingkungan merupakan air Minum isi ulang yang diasumsikan telah terkontaminasi bahan kimia berbahaya mikroplastik, dimana lokasi pengambilan sampel air minum isi ulang di ambil di lima titik berbeda yaitu di Kelurahan Tamangapa.

Pengumpulan data di peroleh dari hasil wawancara, pengukuran berat badan, pengambilan sampel lingkungan serta pemeriksaan sampel di Laboratorium Ekotoksikologi Laut Universitas Hasanuddin dan Laboratorium kimia analisa dan Pengawasan mutu pangan Universitas Hasanuddin. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan SPSS.

Hasil analisis data disajikan dalam bentuk tabel dan narasi. Adapun hasil penelitian yang diperoleh sebagai berikut

1. Karakteristik Responden

Karakteristik masyarakat kelurahan Tamangapa merupakan ciri khusus yang melekat pada responden. Adapun karakteristik masyarakat kelurahan Tamangapa yang diambil dalam penelitian ini yaitu umur, tingkat pendidikan dan gangguan kesehatan pada masyarakat kelurahan Tamangapa.

a. Umur

Distribusi masyarakat kelurahan Tamangapa berdasarkan umur dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.1
Distribusi Masyarakat Berdasarkan Kelompok umur di
Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala
Tahun 2025

Kelompok Umur (Tahun)	N	%
30-40	19	47.5
41-50	13	32.5
51-60	8	20.0
Total	40	100.0

Sumber: data primer 2025.

Pada tabel 5.1 menunjukkan bahwa distribusi masyarakat yang mengonsumsi air Minum isi ulang berdasarkan kelompok umur terlihat bahwa dari 40 responden, kelompok umur tertinggi pada umur 30-40 sebanyak 19 orang (47.5%) dan kelompok umur terendah 51-60 tahun sebanyak 8 orang (20.0%).

b. Tingkat Pendidikan

Distribusi masyarakat berdasarkan pendidikan terakhir dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5.2
Distribusi Masyarakat Berdasarkan Tingkat Pendidikan di
Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala
Tahun 2025

Tingkat Pendidikan	N	%
SD	2	5.0
SMP	5	12.5
SMA	29	72.5
S1	4	10.0

Sumber: data primer 2025

Tabel 5.2 menunjukkan distribusi masyarakat yang mengonsumsi air Minum isi ulang menurut tingkat pendidikan, terlihat bahwa dari 40 masyarakat frekuensi tingkat pendidikan tertinggi adalah SMA sebanyak 29 orang (72.5%) dan terendah adalah Tingkat SD sebanyak 2 orang dengan presentase (5.0%).

c. Data gangguan penyakit

Distribusi masyarakat kelurahan Tamangapa berdasarkan gangguan kesehatan yang diderita selama 3 bulan terakhir sebagai berikut:

Tabel 5.3
Distribusi Masyarakat Berdasarkan Gangguan Penyakit di
Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala
Tahun 2025

Jenis gangguan penyakit	Jumlah					Total
	Ya	%	tidak	%	N	%
Mual dan muntah	11	27.5	29	72.5	40	100
Diare	22	55.0	18	45.0	40	100
Reaksi alergi seperti sesak nafas	11	27.5	29	72.5	40	100
Mudah lelah	33	82.5	7	17.5	40	100

Sumber : Data primer, 2024

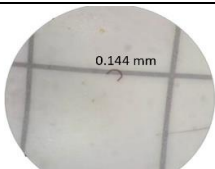
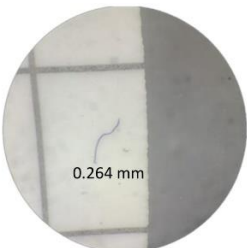
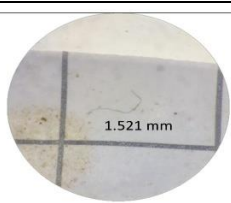
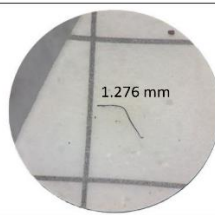
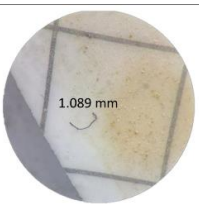
Berdasarkan tabel 5.3 dapat diketahui bahwa dari 40 masyarakat yang mengonsumsi air minum isi ulang dengan berbagai macam keluhan kesehatan selama 3 bulan terakhir diperoleh gangguan kesehatan yang paling banyak dialami ialah sering mengalami mudah lelah sebanyak 33 orang (82.5%) dan yang tidak sering dialami yaitu mual dan muntah sebanyak 11 orang (27.5%).

2. Kelimpahan Mikroplastik pada Air Minum Isi ulang

a. Mikroplastik pada Air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa

Tabel 5.4 menunjukkan bahwa seluruh sampel air minum isi ulang yang diambil dari lima titik pengambilan di Kelurahan Tamangapa terdeteksi mengandung bahan kimia berbahaya berupa mikroplastik. Hasil identifikasi kelimpahan mikroplastik menunjukkan bahwa konsentrasi pada masing-masing titik bervariasi, dengan beberapa titik memiliki nilai yang serupa dan lainnya berbeda secara signifikan. Konsentrasi mikroplastik tertinggi ditemukan pada Depot 4 dengan nilai sebesar 8.000 µg/L, sedangkan konsentrasi terendah terdeteksi pada Depot 1, yaitu sebesar 3.333 µg/L. Variasi ini mengindikasikan adanya perbedaan potensi sumber kontaminasi di tiap lokasi pengambilan sampel.

Tabel 5.4
Jumlah warna bentuk dan ukuran mikroplastik di
Kelurahan Tamangapa Kota Makassar
Tahun 2025

Sampel	Kelimpahan mikroplastik	Warna	Bentuk	Ukuran	Gambar
Depot 1	3,333 Partikel/L	merah	Line	0,144	
		Biru	Line	0,215	
		Transparan	Line	0,98	
		Transparan	Line	0,249	
		Transparan	Line	0,176	
Depot 2	6,667 Partikel/L	Transparan	Line	0,235	
		Biru	Line	0,416	
		Transparan	Line	0,2	
		Biru	Line	0,122	
		Transparan	Line	0,357	
		Biru	Line	0,256	
		Biru	Line	0,264	
		Hitam	Line	0,152	
		Transparan	Line	0,533	
Depot 3	4,000 Partikel/L	Biru	Line	0,463	
		Transparan	Line	1,521	
		Coklat	Line	1,49	
		Biru	Line	0,744	
		Transparan	Line	1,127	
		Transparan	Line	0,766	
Depot 4	8,000 Partikel/L	Hitam	Fragmen	0,167	
		Hitam	Line	0,354	
		Transparan	Fragmen	0,343	
		Hitam	Line	0,819	
		Hitam	Line	1,276	
		Biru	Line	2,011	
		Hitam	Line	1,152	
		Transparan	Line	1,494	
		Hitam	Line	2,077	
		Hitam	Line	1,318	
		Hitam	Line	0,607	
		Biru	Line	0,461	
		Biru	Line	0,645	
Depot 5	4,000 Partikel/L	Hijau	Fragmen	0,156	
		Coklat	Line	0,665	
		Biru	Line	0,476	
		Biru	Line	0,256	
		Hitam	Line	1,565	
		Hitam	Line	1,089	

Sumber Data Primer, 2025

Berdasarkan pada tabel 5.4 menunjukkan bahwa jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala yaitu berbentuk line. Sedangkan jenis mikroplastik yang paling sedikit ditemukan yaitu fragment Dengan warna coklat, merah, biru, transparan dan coklat. Ukuran yang ditemukan antara 0,2-2,077 mm.

b. Jumlah dan Jenis Polimer Mikroplastik pada Air Minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala

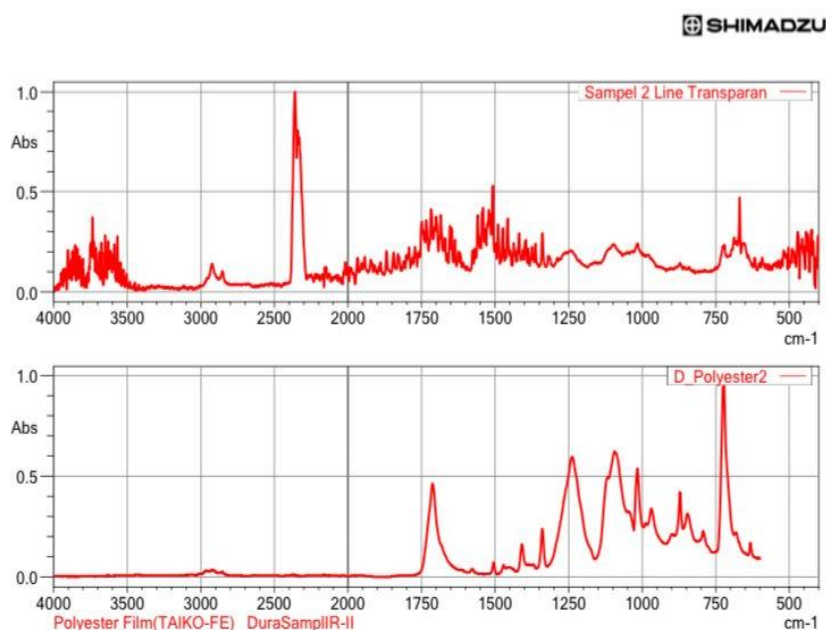
Berdasarkan pada tabel 5.4 menunjukkan bahwa jumlah mikroplastik ditemukan sebanyak 39 pada air Minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa yaitu warna hitam. Pada tabel 5.4 juga menunjukkan bahwa jenis polimer mikroplastik yang terdeteksi pada mikroplastik Air Minum isi ulang yaitu jenis polimer *Polyester* (PS) pada titik 1,2,3, dan pada titik 5 terdeteksi jenis polimer *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Data hasil pemeriksaan warna mikroplastik dan pada sampel air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.5
Jumlah Mikoplastik dan Jenis Polimer Mikoplastik pada Air
Minum isi ulang Kelurahan Tamangapa Kecamatan
Manggala Kota Makassar Tahun 2025

Sampel	Jumlah mikoplastik	Polimer
Depot 1	6	Polyester
Depot 2	10	Polyester
Depot 3	6	Polyester
Depot 4	12	Polyester
Depot 5	6	PET

Sumber Data Primer 2025



Berdasarkan Tabel 5.5, jumlah total mikoplastik yang teridentifikasi pada sampel air dari depot air minum isi ulang mencapai 39 partikel. Jenis polimer mikoplastik yang ditemukan bervariasi, di mana pada depot 1 hingga depot 4 seluruh mikoplastik yang terdeteksi merupakan jenis polyester, sedangkan pada depot 5 ditemukan mikoplastik dengan jenis polimer *polyethylene terephthalate* (PET).

3. Analisis Pemajanan

Tabel 5.6
Nilai Analisis Pemajanan Semua Masyarakat yang Mengonsumsi
Air Minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa
Kecamatan Manggala Tahun 2025

No	Nama	Analisis Pemajanan				
		R	F _E	D _t	W _b	T _{avg}
1.	Responden 1	1	350	30	50	19950
2.	Responden 2	1.5	350	30	60	19950
3.	Responden 3	1.5	350	30	50	19950
4.	Responden 4	1.5	350	30	67	19950
5.	Responden 5	1	350	30	59	19950
6.	Responden 6	1	350	30	70	19950
7.	Responden 7	1.5	350	30	68	19950
8.	Responden 8	1.5	350	30	54	19950
9.	Responden 9	1.5	350	30	70	19950
10.	Responden 10	1.5	350	30	55	19950
11.	Responden 11	1.5	350	30	52	19950
12.	Responden 12	2	350	30	49	19950
13.	Responden 13	2	350	30	54	19950
14.	Responden 14	2	350	30	60	19950
15.	Responden 15	2	350	30	66	19950
16.	Responden 16	1	350	30	65	19950
17.	Responden 17	1	350	30	57	19950
18.	Responden 18	2	350	30	73	19950
19.	Responden 19	2	350	30	58	19950
20.	Responden 20	2	350	30	67	19950
21.	Responden 21	1.5	350	30	58	19950
22.	Responden 22	1.5	350	30	73	19950
23.	Responden 23	1	350	30	69	19950
24.	Responden 24	2	350	30	50	19950
25.	Responden 25	1.5	350	30	68	19950
26.	Responden 26	1	350	30	60	19950
27.	Responden 27	2	350	30	70	19950
28.	Responden 28	2	350	30	67	19950
29.	Responden 29	1.5	350	30	55	19950
30.	Responden 30	2	350	30	58	19950
31.	Responden 31	1	350	30	65	19950
32.	Responden 32	1.5	350	30	45	19950
33.	Responden 33	1.5	350	30	56	19950
34.	Responden 34	1	350	30	69	19950
35.	Responden 35	1	350	30	57	19950
36.	Responden 36	1	350	30	54	19950
37.	Responden 37	1	350	30	60	19950

38	Responden 38	1	350	30	64	19950
39	Responden 39	1.5	350	30	65	19950
40	Responden 40	2	350	30	73	19950

Sumber: Data Primer, 2025

R : Laju Asupan

F_E : Frekuensi

D_t : Durasi Pajanan

W_b : Berat Badan

T_{avg} : Periode Waktu Rata Rata

Tabel 5.6 menunjukkan bahwa dari 40 masyarakat

Kelurahan Tamangapa yang diwawancarai, masyarakat yang memiliki laju asupan terendah yaitu sebesar 1 L/hari. Sementara itu, laju asupan yang tertinggi yaitu sebesar 2 L/hari. Pada frekuensi pajanan semuanya menunjukkan nilai yang sama yaitu 350 hari/tahun. Pada durasi pajanan nilai yang tertinggi yaitu 10 tahun dan nilai terendah yaitu 2 tahun. Sementara itu, berat badan tertinggi yaitu 70 kg dan terendah 45 kg.

Tabel 5.7

Nilai mean, median, minimum dan maksimum Analisis Pemajanan Masyarakat yang Mengonsumsi Air Minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala Tahun 2025

No	Analisis Pemajanan	Mean	Median	Min	Max
1.	Laju Asupan (R)	1.4875	1.5	1	2
2.	Frekuensi Pajanan (F _E)	350	350	350	350
3.	Durasi Pajanan (D _t)	6.825	7	2	10
4.	Berat Badan (W _b)	61	60	45	73
5.	T _{avg}	70 x 350			

Sumber: Data Primer 2025

c. Laju Asupan (R)

Laju asupan (R) yang dimaksud adalah banyaknya air minum isi ulang yang mengandung mikroplastik di konsumsi dalam waktu 24 jam. Berdasarkan hasil wawancara masyarakat Kelurahan

Tamangapa menggunakan kuesioner diketahui bahwa rata rata (*mean*) laju asupan masyarakat kelurahan Tamangapa adalah 1,466667 L/hari, nilai tengah atau median yaitu 1,5 L/hari. Adapun laju asupan yang terendah adalah 1L/hari dan laju asupan tertinggi 2 L/hari.

b. Frekuensi Pajanan (F_E)

Frekuensi pajanan (F_E) yang dimaksud adalah waktu pajanan air Minum isi ulang yang mengandung mikroplastik dan dikonsumsi oleh masyarakat Kelurahan Tamangapa dalam satu tahun. Diketahui bahwa nilai rata rata (*mean*), nilai tengah (*median*), nilai tertinggi dan terendah semuanya memperoleh nilai yang sama yaitu 350 hari/tahun

c. Durasi Pajanan

Durasi pajanan yang dimaksud adalah lamanya waktu masyarakat Kelurahan Tamangapa yang mengonsumsi air minum isi ulang dalam satuan tahun. Dapat diketahui bahwa rata rata (*mean*) durasi pajanan yaitu 6.466667 tahun, sedangkan nilai tengah (*median*) yaitu 5.5 tahun. Adapun durasi pajanan real time yang terendah adalah 2 tahun, sementara yang tertinggi adalah 10 tahun.

d. Berat badan

Berat badan yang dimaksud adalah berat badan masyarakat Kelurahan Tamangapa yang diukur dengan menggunakan timbangan berat badan pada saat dilakukan wawancara, dapat

diketahui bahwa nilai rata rata (mean) berat badan 59,1 kg. sedangkan, nilai (median) yaitu 58 kg. Adapun berat badan masyarakat Kelurahan Tamangapa tertinggi, sementara yang terendah yaitu

e. Periode Waktu Rata Rata (T_{avg})

Untuk menentukan analisis pemajanan atau intake mikroplastik pada air minum isi ulang tergantung pada kelimpahan mikroplastik pada air minum isi ulang (C), laju asupan (R), frekuensi pajanan (F_E), berat badan masyarakat (W_b) dan durasi pajanan (D_t)

Tabel 5.8
Nilai Mean, Median, Minimum dan Maksimum Intake
(Karsinogenik) Masyarakat yang mengonsumsi yang
Mengonsumsi air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa
Kecamatan Manggala
Tahun 2025

Intake (mg/L/hari)	Real Time	Life time
Mean	1.58391E-05	7.06E-05
Median	1.27297E-05	5.7E-05
Minimum	1.96253E-06	2.48E-05
Maksimum	3.74269E-05	0.000145

Sumber: Data Primer, 2025

Tabel 5.8 menunjukkan bahwa intake kelimpahan mikroplastik yang masuk kedalam tubuh masyarakat di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala melalui konsumsi air minum isi ulang dengan rata sebesar 1.58391E-05 $\mu\text{g/L/hari}$.

Berikut ini perhitungan nilai asupan harian (intake) karsinogenik untuk durasi pajanan real time sebagai berikut pada masyarakat no. 5 dan 10.

a. Masyarakat no. 10 (Tertinggi)

$$I = \frac{C \times R \times Fe \times Dt}{Wb \times tavg}$$

$$I = \frac{67 \times 2 \times 350 \times 10}{49 \times 25550}$$

$$I = \frac{469000}{1251950}$$

$$I = 0,3746156$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada masyarakat no.10 memiliki nilai intake tertinggi yaitu sebesar 0,3746156

b. Masyarakat no. 5 (Terendah)

$$I = \frac{C \times R \times Fe \times Dt}{Wb \times tavg}$$

$$I = \frac{33 \times 1 \times 350 \times 2}{59 \times 25550}$$

$$I = \frac{23100}{1507450}$$

$$I = 0,015324$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada masyarakat no. 5 memiliki nilai *intake* terendah yaitu 0,014324. Hasil perhitungan nilai intake setiap individu dapat dilihat pada lampiran.

1. Karakteristik Risiko

Karakteristik Risiko dilakukan dengan membandingkan atau membagi nilai intake dengan dosis atau konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang di gunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah intake (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (RFD) atau konsentrasi referensi (RFC) yang didapat dari *Environmental Protection Agency* (EPA).

Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan sebagai Risk Quotient (RQ) untuk efek efek karsinogenik. *Risk Quotient* (RQ) dapat juga di interpretasikan sebagai aman atau tidak amannya suatu agen risiko terhadap masyarakat Kelurahan Tamangapa. Tingkat risiko dinyatakan aman apabila $RQ \leq 1$ dan dinyatakan tidak aman apabila $RQ > 1$. Adapun nilai dari perhitungan karakteristik risiko akibat kandungan mikroplastik pada air minum isi ulang yang di konsumsi oleh masyarakat kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala dapat di lihat pada tabel di berikut:

Tabel 5.9
Distribusi Nilai Risiko (RQ) pada Masyarakat yang
mengonsumsi yang Mengonsumsi air minum isi ulang di
Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala
Tahun 2025

Intake			RfD	RQ	
variabel	Real time	Life time		Real time	Life time
Mean	1.58391E-05	7.06E-05	0.005	0.003168	0.014127
Median	1.27297E-05	5.7E-05	0.005	0.002546	0.011407
Min	1.96253E-06	2.48E-05	0.005	0.000393	0.004962
Max	3.74269E-05	0.000145	0.005	0.007485	0.029038

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan tabel 5.9 masyarakat Kelurahan Tamangapa dengan nilai RQ tertinggi untuk durasi pajanan real time yaitu masyarakat no. 10 ($RQ = 0,007492312$). Sementara itu, masyarakat dengan RQ terendah adalah masyarakat no. 5 ($RQ = 0,000306478$) dan untuk pajanan life time RQ tertinggi adalah masyarakat no. 5 ($RQ = 0,029038$). Sementara itu, masyarakat dengan RQ terendah adalah masyarakat no. 10 ($RQ = 0,0074922$).

Karakteristik risiko kesehatan untuk efek karsinogenik dinyatakan Risk Quotient (RQ). RQ di hitung dengan membagi asupan karsinogenik setiap risk agent dengan dosis reference (RfD). Berdasarkan *enviromental protection agency* (EPA) diperoleh RfD mikroplastik paparan oral adalah 0,005 mg/L/hari berdasarkan jenis polimer mikroplastik.

Berikut ini perhitungan nilai tingkat risiko karsinogenik untuk durasi pajanan real time pada masyarakat 5 dan 10.

a. Masyarakat no 5 (Tertinggi)

$$RQ = \frac{\text{Intake}}{RfD}$$

$$RQ = \frac{0,00000153239}{0,005}$$

$$RQ = 0,000000306478$$

b. Masyarakat no.10 (Terendah)

$$RQ = \frac{\text{Intake}}{RfD}$$

$$RQ = \frac{0,000037461}{0,005}$$

$$RQ = 0,0074922$$

C. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan sejak bulan Februari sampai dengan bulan Maret 2025. Pengambilan sampel Air minum ulang di lakukan dilima titik yaitu di Depot air minum isi ulang Kelurahan Tamangapa yang dimana pengambilan sampel masing masing satu sampel setiap titik.

Identifikasi bahaya merupakan tahapan pertama dalam Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Tahapan ini mencakup pengumpulan data konsentrasi mikroplastik yang terdapat pada air minum isi ulang di depot-depot yang berada di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar. Data tersebut diperoleh melalui hasil analisis laboratorium terhadap sampel air yang dikumpulkan dari beberapa depot air minum isi ulang. Setelah tahap identifikasi bahaya, langkah selanjutnya adalah analisis pajanan, yang bertujuan untuk menghitung nilai intake atau besar pajanan mikroplastik pada masing-masing responden.

Untuk menghitung nilai intake ini, dibutuhkan sejumlah data numerik yang meliputi faktor antropometri, antara lain waktu pajanan (f_E), frekuensi pajanan (F_E), durasi pajanan (D_t), dan berat badan responden (W_b). Data tersebut dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner kepada masyarakat sebagai responden penelitian. Selain itu, nilai numerik lain seperti laju asupan (R) dan periode waktu rata-

rata (T_{avg}) digunakan sebagai acuan standar dan diambil dari nilai default yang ditetapkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA).

1. Mikroplastik pada Air Minum Isi Ulang

a. Jumlah mikroplastik

Plastik menjadi salah satu polutan yang berbahaya karena sifatnya yang sulit terurai. Sebagian besar plastik dihasilkan oleh aktivitas manusia yang akan berakhir di lingkungan baik air maupun. Plastik memiliki sifat persisten dan hidrofobik yang semakin lama dapat menjadi partikel yang berukuran lebih kecil seperti megaplastik, makroplastik, mikroplastik, dan nanoplastik. Partikel plastik yang mempunyai ukuran Berdasarkan proses terbentuknya, mikroplastik terbentuk dari proses fragmentasi dari benda plastik yang lebih besar, baik saat pemakaian maupun saat telah menjadi sampah. Maka, mekanisme tersebut termasuk ke dalam kategori mikroplastik sekunder. Sementara itu, mikroplastik primer terbentuk melalui pembuatan plastik dengan desain yang berukuran sangat kecil. Mikroplastik saat ini diketahui telah ditemukan pada perairan, tanah, udara, bahkan dalam bahan makanan dan minuman (Nizar et al., 2025).

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran sangat kecil (<5 mm) yang berasal dari degradasi plastik makro maupun dari produk industri secara langsung. Keberadaan mikroplastik dalam air minum isi ulang kini menjadi perhatian serius karena berpotensi menjadi agen pencemar baru yang dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia. Penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh sampel air minum isi ulang dari lima depot yang berada di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, terdeteksi mengandung mikroplastik dengan jenis polimer dominan yaitu polyester

Berdasarkan hasil penelitian terhadap lima sampel air minum isi ulang yang berasal dari 5 depot berbeda di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, seluruh sampel terdeteksi positif mengandung mikroplastik dengan total sebanyak 39 partikel. Seluruh depot menggunakan jenis air *Reverse Osmosis* (RO) sebagai air olahan, dengan sumber air baku yang sama, yaitu air PDAM. Teknik pencucian galon di semua depot dilakukan menggunakan mesin. Adapun rincian usia mesin pencuci galon pada masing-masing depot adalah sebagai berikut: depot 1 menggunakan mesin berusia 5 tahun, depot 2 berusia 8 tahun, sedangkan depot 3, 4, dan 5 masing-masing

menggunakan mesin yang telah beroperasi selama 10 tahun. Dari sisi legalitas, tiga depot (depot 1, 4, dan 5) memiliki surat izin operasional, sementara dua depot lainnya (depot 2 dan 3) belum memiliki surat izin tersebut.

Berdasarkan hasil identifikasi laboratorium, ditemukan bahwa titik 4 memiliki jumlah mikroplastik tertinggi sebesar 8000 $\mu\text{g/L}$, sedangkan titik 1 memiliki konsentrasi terendah yaitu 3.333 $\mu\text{g/L}$. Variasi konsentrasi ini menunjukkan adanya ketidaksamaan tingkat kontaminasi mikroplastik yang diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan sekitar depot, seperti kedekatan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang, serta perbedaan dalam sistem pengolahan air dan peralatan yang digunakan pada masing-masing depot.

Pengujian kadar mikroplastik dalam sampel air minum isi ulang dilakukan di Laboratorium Ekotoksikologi Laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, diketahui bahwa konsentrasi mikroplastik dalam air minum isi ulang berada dalam rentang antara 3,333 hingga 8.000 $\mu\text{g/L}$. Pengukuran dilakukan pada lima titik sampel berbeda, yang menunjukkan variasi kadar mikroplastik antar lokasi. Pada titik 1, konsentrasi mikroplastik tercatat sebesar 3,333 $\mu\text{g/L}$,

sedangkan pada titik 2 ditemukan sebesar 6,667 $\mu\text{g/L}$. Titik 3 dan titik 5 menunjukkan konsentrasi yang sama, yaitu sebesar 4.000 $\mu\text{g/L}$. Sementara itu, titik 4 memiliki nilai tertinggi dengan konsentrasi mencapai 8.000 $\mu\text{g/L}$. Hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan tingkat kontaminasi mikroplastik antar depot air minum isi ulang, yang kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor seperti sumber air baku, sistem filtrasi, serta sanitasi dan pengelolaan depot itu sendiri. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengawasan dan pengujian rutin terhadap kualitas air minum yang beredar di masyarakat untuk mencegah paparan mikroplastik secara terus-menerus.

Penelitian mikroplastik telah banyak dilakukan di dunia, baik di Eropa, China, hingga Antartika. Penelitian tersebut dilakukan didasarkan pada potensi paparan mikroplastik pada makhluk hidup melalui proses biomagnifikasi yang terjadi pada rantai makanan. Ukuran mikroplastik yang sangat kecil dapat memungkinkan mikroplastik tertelan oleh berbagai organisme laut atau perairan. Semakin kecil ukuran mikroplastik, maka tingkat *bioavailabilitas* nya semakin meningkat sehingga mikroplastik dapat masuk ke dalam mikroorganisme seperti zooplankton (Pratiwi & Hudatwi, 2023).

Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Faujiah dan Wahyuni (2022), yang menyatakan bahwa keberadaan mikroplastik dalam air minum isi ulang sangat dipengaruhi oleh peralatan depot yang berbahan plastik seperti PVC, PE, dan PP yang dapat melepaskan mikroplastik selama proses penyaringan dan pengisian ulang. Selain itu, penelitian oleh Waryati et al. (2023) menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan galon dan metode pencuciannya dapat meningkatkan jumlah mikroplastik dalam air.

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel biota laut ikan dan kerang diukur sebesar 0,01 partikel/g atau 10 partikel/kg pada ikan dan 7 partikel/individu pada kerang. Mikroplastik hanya ditemukan dalam bentuk garis. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pada ikan tenggiri, ikan terbang, ikan haring, ikan Carangidae, dan ikan Baronang, mikroplastik ditemukan dalam jumlah rata-rata mikroplastik sebesar $5,9 \pm 5,1$ /ikan. Mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan-ikan ini dalam bentuk fragmen, film, styrofoam, dan monofilamen. Selain itu, ditemukan pula bahwa terdapat 1,53 – 1,08 partikel per gram dan 1,96 – 1,12 partikel per individu mikroplastik dalam sampel lambung ikan. Sementara itu, para peneliti

menemukan rata-rata kelimpahan mikroplastik dalam tubuh ikan sebesar 1,5 partikel/individu (Anwar et al., 2024)

b. Bentuk Mikroplastik

Mikroplastik memiliki beberapa bentuk yang umum ditemukan diperairai yaitu fiber, fragmen, film, serat, pelet, lembaran dan foam. Fragmen merupakan partikel keras yang berbentuk tidak beraturan dari pecahan plastik yang lebih besar. Mikroplastik bentuk fragmen berasal dari hasil aktivitas manusia seperti fragmentasi dari botol minuman, toples, galon, map mika, dan pipa paralon. Mikroplastik bentuk fiber dihasilkan dari aktivitas masyarakat pesisir seperti fragmentasi monofilamen pakaian, tali, dan alat tangkap nelayan seperti pancing dan jaring. Mikroplastik dengan bentuk film dapat berasal dari produk plastik yang memiliki densitas rendah sehingga sangat mudah robek dan terpecah-pecah. Mikroplastik jenis ini berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik makanan. Mikroplastik bentuk pelet berasal dari sisa bahan baku kegiatan industri, bahan toiletries, sabun, dan pembersih muka. Dan mikroplastik bentuk foam dapat berasal dari kemasan pengepakan dan tas plastik (Faujiah & Wahyuni, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tahun 2025 terhadap lima sampel air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, teridentifikasi dua jenis bentuk mikroplastik, yakni *line* (serat memanjang) dan *fragment* (pecahan). Mikroplastik berbentuk *line* terdeteksi pada sampel air dari titik 1 dan titik 2, yang menunjukkan kemungkinan adanya kontaminasi dari sistem filtrasi atau peralatan depot yang terbuat dari bahan berserat, seperti spons, kain penyaring, atau tali plastik yang digunakan dalam proses produksi air.

Kontaminan ini bisa masuk ke dalam air akibat degradasi material penyaring yang tidak diganti secara berkala atau kurang bersih secara fisik. Sementara itu, mikroplastik berbentuk *fragment* ditemukan pada titik 3, 4, dan 5, yang mengindikasikan adanya pecahan plastik dari material yang lebih besar, kemungkinan berasal dari dinding galon, corong, atau wadah plastik lainnya yang terpapar suhu tinggi atau sinar UV selama proses penyimpanan dan distribusi. Selain itu, kurangnya sanitasi di lingkungan sekitar depot serta kebiasaan penggunaan ulang galon tanpa pembersihan menyeluruh turut memperbesar risiko kontaminasi mikroplastik. Temuan ini memperlihatkan bahwa bentuk dan sumber mikroplastik dalam air minum isi ulang sangat

bergantung pada kondisi teknis masing-masing depot, termasuk bahan peralatan, perawatan filtrasi, serta praktik sanitasi secara keseluruhan.

Mikroplastik berbentuk line adalah partikel mikroplastik yang berbentuk seperti serat atau benang kecil, panjang dan tipis. Bentuk ini sering disebut juga fiber. Ukuran Biasanya berukuran mulai dari beberapa ratus mikrometer (mikron) hingga beberapa milimeter panjangnya, dengan diameter yang sangat kecil. Warna Beragam, umum ditemukan warna biru, merah, hitam, putih, atau transparan. Dampak Dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum dan makanan laut. Berpotensi menimbulkan masalah kesehatan karena dapat membawa zat kimia berbahaya (Laksono et al., 2021).

Mikroplastik berbentuk fragment adalah potongan-potongan plastik kecil yang berasal dari pecahan plastik yang lebih besar. Bentuknya biasanya tidak beraturan dan kasar, seperti serpihan kecil plastik yang sudah retak atau hancur menjadi bagian-bagian kecil. Bentuk nya tidak beraturan, seperti serpihan atau pecahan kecil. Permukaannya bisa kasar atau patah patah. Jenis plastik pada mikroplastik fragment biasanya berasal dari plastik *polietilen* (PE), *polipropilen* (PP), *polyester* (PS). Fragmen mudah tersebar

luas Karena kecil dan ringan, fragmen plastik dapat menyebar di air, tanah, dan udara. Berpotensi terserap oleh organisme: Ikan, plankton, dan makhluk air lain dapat menelan fragmen ini tanpa sengaja (Widiana, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Azhari, (2023) menemukan jenis mikroplastik yang ditemukan pada air minum isi ulang yaitu berbentuk line dan film dengan warna merah, biru, transparan dan coklat. Ukuran yang ditemukan antara 0,322-8,155 mm. Mikroplastik dengan bentuk Film memiliki karakteristik partikel datar dan fleksibel dengan tepi halus atau bersudut. Karakteristik fisik mikroplastik film adalah fleksibel dan tipis. Deskripsi alternatif mikroplastik film adalah lembar. Film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi plastik atau kemasan dan memiliki densitas rendah. Mikroplastik dengan bentuk Line memiliki karakteristik bahan berserat panjang yang memiliki panjang jauh lebih panjang daripada lebarnya. Jenis fiber dasarnya berasal dari pemukiman penduduk yang berada di daerah pesisir yang sebagian besar masyarakat bekerja sebagai nelayan.

c. Ukuran Mikroplastik

Salah satu jenis pencemaran lingkungan adalah sampah plastik. Pemakaian plastik dapat mengalami

penumpukan sampah plastik sehingga menjadi faktor utama permasalahan pencemaran lingkungan. Ukuran mikroplastik dapat bervariasi dari beberapa mikrometer hingga beberapa milimeter. Ukuran mikroplastik biasanya didefinisikan sebagai partikel plastik dengan ukuran kurang dari 5 milimeter. Namun, beberapa mikroplastik dapat mencapai ukuran yang lebih besar atau lebih kecil dari 5 milimeter, tergantung pada jenis dan sumbernya. Mikroplastik dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk limbah industri, limbah domestik, produk kosmetik dan kebersihan, serta produk-produk plastik konsumen lainnya. Mikroplastik dapat memiliki bentuk dan warna yang berbeda, dan terbuat dari berbagai bahan seperti polietilena, polipropilena, polivinil klorida, dan polistirena (Pratiwi & Hudatwi, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 5 sampel air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, teridentifikasi sebanyak 39 partikel mikroplastik dengan ukuran bervariasi antara 0,2 mm hingga 2,077 mm. Variasi ukuran mikroplastik berbeda pada setiap titik pengambilan sampel. Pada titik 1, ukuran mikroplastik berkisar antara 0,098 mm (terkecil) hingga 0,249 mm (terbesar). Di titik 2, ukuran mikroplastik berada dalam rentang 0,2 mm hingga 0,533 mm. Sementara

itu, titik 3 menunjukkan ukuran mikroplastik mulai dari 0,167 mm hingga 1,521 mm. Pada titik 4, partikel terkecil berukuran 0,343 mm dan yang terbesar 2,077 mm. Adapun pada titik 5, mikroplastik terdeteksi dengan ukuran antara 0,156 mm hingga 1,565 mm. Temuan ini menunjukkan bahwa ukuran partikel mikroplastik dalam air minum isi ulang sangat bervariasi dan kemungkinan dipengaruhi oleh sumber serta proses pengolahan air yang berbeda di masing-masing depot.

Penelitian terkait juga dilakukan Fahrendy, (2024) tentang Ukuran mikroplastik pada AMDK juga bervariasi, pada hasil penelitian ini terdapat ukuran tertinggi pertamadengan nilai 1,82 mm dengan jenis filamen transparan terdapat pada sampel B2', tertinggi kedua dengan nilai 1,55 mm dengan jenis fiber merah terdapat pada sampelC2 dan nilai tertinggi ketiga 1,52 mm dengan jenis fiber hitam terdapat pada sampel B1 Temuan

Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Haji (2021) yang menyatakan Perbedaan ukuran dapat dipengaruhi oleh proses fragmentasi di perairan, semakin lama waktu fragmentasi maka akan dihasilkan mikroplastik dengan ukuran yang semakin kecil pula. Potongan plastik besar menjadi rapuh atau menua karena beberapa faktor lain seperti terkena radiasi UV, gelombang,

perubahan iklim dan faktor abiotik lainnya. Plastik tersebut perlahan-lahan terpecah menjadi potongan-potongan kecil sehingga menghasilkan ukuran berdiameter

d. Warna mikroplastik

Warna plastik memengaruhi kecepatan degradasinya menjadi mikroplastik. Plastik berwarna cerah seperti merah, biru, dan hijau cenderung lebih cepat terfragmentasi akibat paparan sinar matahari dibandingkan plastik berwarna netral seperti hitam atau putih. Hal ini disebabkan oleh sifat warna cerah yang lebih mudah menyerap energi cahaya, mempercepat proses fotodegradasi (Yunasar, 2023)

Warna mikroplastik itu sendiri dapat berubah dikarenakan mikroplastik mengalami proses pelapukan, mikroplastik yang berwarna hitam mengindikasikan bahwa tingginya kadar kontaminan dan partikel organik lainnya yang berhasil diserap oleh mikroplastik itu sendiri, sehingga mikroplastik yang memiliki kemampuan daya serap polutan yang tinggi, semakin pekat warna mikroplastik tersebut maka dapat diartikan mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan. Sedangkan untuk yang tidak memiliki warna atau yang biasa di sebut dengan transparan pada umumnya tidak adanya warna ini disebabkan oleh warna dari plastik itu sendiri atau di akibatkan oleh degradasi oksidatif, terpapar sinar

matahari UV dari sinar infrared, kondisi cuaca, fotodegradasi dan absorpsi dari bahan kimia. Warna dari mikroplastik itu sendiri juga mengindikasikan berapa lama waktu tinggalnya (Annas, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian terhadap lima sampel air minum isi ulang yang diambil dari Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, teridentifikasi mikroplastik dengan variasi warna yang mencolok, yaitu merah, transparan, biru, hitam, coklat, dan hijau. Warna-warna tersebut diduga mencerminkan asal-usul mikroplastik, yang kemungkinan berasal dari bahan plastik produk rumah tangga, kemasan makanan dan minuman, serta perlengkapan depot air minum yang mengalami degradasi. Pada titik 1, ditemukan lima partikel mikroplastik dengan rincian: satu berwarna merah, satu berwarna hitam, dan tiga partikel transparan. Titik 2 menunjukkan dominasi warna biru dengan lima partikel, disertai satu hitam dan tiga transparan. Di titik 3 terdeteksi tiga partikel transparan, satu partikel coklat, satu hitam, dan dua berwarna biru. Titik 4 memperlihatkan konsentrasi tertinggi warna hitam, yaitu tujuh partikel, diikuti dua partikel transparan dan tiga berwarna biru. Sedangkan pada titik 5 ditemukan satu partikel hijau, satu coklat, dua berwarna biru, dan satu hitam.

Variasi warna ini penting dicermati karena warna mikroplastik dapat memengaruhi kemampuan partikel dalam menyerap bahan kimia berbahaya dari lingkungan, serta memengaruhi daya tarik partikel bagi organisme akuatik. Warna gelap seperti hitam dan coklat, misalnya, seringkali dikaitkan dengan tingkat degradasi yang lebih tinggi dan potensi kontaminan yang lebih besar. Sementara partikel transparan dan berwarna cerah dapat disalahartikan sebagai makanan oleh biota laut. Oleh karena itu, karakterisasi warna mikroplastik dalam air minum menjadi indikator penting dalam menilai potensi risiko paparan terhadap kesehatan manusia

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriyo & Noviana (2023) Berdasarkan hasil analisis awal menunjukkan bahwa AMDK pada semua sampel blanko baik kemasan botol dan gallon, merk A dan P sudah terdapat mikroplastik. Mikroplastik pada semua sampel berbentuk fragmen dengan warna hitam, coklat, transparan, dan putih, serta fiber dengan warna merah, biru, hijau, dan hitam. Dan mikroplastik berbentuk fragmen jauh lebih banyak dibandingkan dengan fiber.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Abdulloh, (2020) ditemukan mikroplastik pada air minum isi ulang (AMIU) di Kecamatan Gunung Anyar Surabaya sebanyak 25 sampel

mengandung mikroplastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE), 13 sampel mengandung mikroplastik dengan jenis *Polyvinyl Chloride* (PVC) dan 11 sampel mengandung mikroplastik jenis *Polyethylene* (PE). Mikroplastik tersebut berbentuk fiber dengan 159 partikel berwarna biru, 130 partikel berwarna merah, 67 partikel berwarna bening dan 35 partikel kuning. Ditemukan juga mikroplastik pada air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa Kota Makassar sebanyak 0,8 partikel/L dengan bentuk line berwarna merah dan ukurannya 1.02 - 1,49 mm.

Murphy (2016) menjelaskan warna mikroplastik dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan dasar, proses pembuatan dan penggunaan produk plastik mikroplastik yang berasal dari serat tekstil sintesis seperti polyester dan acrylic cenderung berwarna putih atau warna warni yang cerah, mikroplastik yang berasal dari ban mobil dan produk karet lainnya dapat berwarna hitam atau abu abu gelap, mikroplastik yang terbawa oleh air dan terkena sinar matahari dalam waktu lama dapat mengalami perubahan warna menjadi kuning atau coklat.

e. Dampak mikroplastik terhadap kesehatan

Berdasarkan data pada Tabel 5.3, diketahui bahwa dari 40 responden masyarakat yang mengonsumsi air minum isi ulang dan melaporkan berbagai keluhan kesehatan selama tiga bulan terakhir, gangguan kesehatan yang paling umum dialami adalah mudah lelah, yang dilaporkan oleh 26 orang (86,7%). Sementara itu, keluhan kesehatan yang paling jarang dialami oleh responden adalah mual dan muntah, yang hanya dilaporkan oleh 6 orang (20%). Temuan ini mengindikasikan adanya kecenderungan gejala yang dapat berkaitan dengan kualitas air minum yang dikonsumsi. Secara spesifik, gejala mudah lelah dapat mengindikasikan adanya paparan zat tertentu dalam air minum, seperti logam berat atau senyawa kimia lain dalam jumlah rendah yang bersifat toksik kronis. Sementara mual dan muntah, meskipun lebih jarang terjadi, dapat menjadi respons tubuh terhadap kontaminasi mikroba atau bahan kimia akut. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun gejala yang muncul bersifat non-spesifik, namun bisa menjadi indikator awal adanya potensi cemaran pada air minum isi ulang.

Karena ukurannya yang sangat kecil, mikroplastik dapat dengan mudah ditelan oleh biota laut dan berpotensi memberikan dampak negatif jika terakumulasi didalam tubuh

manusia atau biota lainnya melalui rantai makanan. Mikroplastik dengan ukuran lebih kecil dari 20 μm dapat meningkatkan kekhawatiran terhadap kesehatan manusia. Mikroplastik jika terakumulasi didalam tubuh dapat memberikan dampak negatif seperti peradangan pada organ, cedera internal dan atau eksternal, transformasi kandungan kimia plastik kedalam tubuh, gangguan mikroba usus yang menyebabkan penyumbatan saluran usus sehingga mengakibatkan sensasi kenyang semu, stres fisiologis, perubahan pola makan, penghambatan pertumbuhan, dan penurunan kesuburan

Mikroplastik telah ditemukan dalam air minum, baik dalam air kemasan maupun air keran, dan bahkan dalam makanan yang kita konsumsi sehari-hari, seperti ikan dan kerang. Ketika mikroplastik masuk ke dalam tubuh, Namun demikian, mikroplastik telah terdeteksi dalam berbagai sumber air, termasuk air kemasan dan air keran, serta dalam beragam produk makanan, terutama hasil laut. Sejumlah studi awal menunjukkan bahwa akumulasi mikroplastik di dalam tubuh berpotensi memicu gangguan kesehatan seperti inflamasi jaringan dan disfungsi hormon, meskipun masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme dan dampaknya secara menyeluruh (Indrian, 2023)

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikroplastik dalam aliran darah manusia terdiri dari *polietilen*, *polipropilen*, dan *stirena terpolimerisasi*. Studi lain menunjukkan bahwa Mikroplastik masuk melalui inhalasi dengan mendeteksi keberadaan Mikroplastik di paru-paru manusia, dengan komposisi mikroplastik terbanyak di paru-paru bagian bawah. Mikroplastik yang mencemari manusia dapat masuk ke organ manusia melalui aliran darah *Polystyrene* mikroplastik yang memasuki darah manusia dapat menyebabkan hemolisis, dan jika dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan peradangan. Dengan masuknya mikroplastik ke dalam darah manusia, ada kemungkinan untuk menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia namun masih memerlukan penelitian lebih lanjut tentang efek toksik mikroplastik pada kesehatan manusia. Mikroplastik dapat menyebabkan masalah toksisitas, baik secara akut maupun kronis jika terpapar secara rutin dan dalam jumlah yang banyak, namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak toksik mikroplastik pada manusia serta potensi risiko Kesehatan yang dapat disebabkan oleh paparan mikroplastik secara langsung dan dengan jumlah yang banyak (Aulia et al., 2023).

2. Analisis Pemajanan

a. Laju Asupan

Laju asupan (R) ditentukan berdasarkan jumlah air minum isi ulang yang dikonsumsi oleh setiap individu per hari, yang dihitung dalam satuan liter per hari (L/hari). Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa laju asupan tertinggi yang dicatat pada responden mencapai 2 liter per hari, sedangkan nilai terendah sebesar 1 liter per hari. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan pola konsumsi air minum antar individu, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti usia, aktivitas fisik, kondisi cuaca, dan kebiasaan konsumsi masing-masing rumah tangga. Nilai laju asupan ini menjadi komponen penting dalam perhitungan analisis risiko kesehatan lingkungan, khususnya untuk mengetahui seberapa besar paparan mikroplastik dari konsumsi air minum isi ulang terhadap tubuh manusia.

Laju asupan dikatakan sebagai variabel yang paling banyak menentukan nilai besaran risiko (RQ) yang muncul. Semakin besar laju asupan maka akan semakin besar pula nilai tingkat risiko yang muncul dengan mempertimbangkan perbedaan durasi pajanan, frekuensi pajanan dan berat badan responden (Safitri, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Kasim dkk., (2023) terkait analisis risiko kesehatan lingkungan dari paparan polietilen tereftalat mikroplastik dalam minum isi ulang di Tamangapa Kota Makassar menunjukkan konsentrasi mikroplastik polietilen tereftalat rata-rata 0,0052 miligram per kilogram per hari, tingkat asupan rata-rata 210 miligram per kilogram per hari, frekuensi paparan rata-rata 350 hari, durasi paparan rata-rata 30 tahun, paparan asupan rata-rata mikroplastik polietilen tereftalat di atas 0,0004 mg/l dan nilai hasil bagi risiko rata-rata di atas 1 diperoleh.

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap 40 responden, seluruhnya menunjukkan nilai *Risk Quotient* (RQ) < 1, yang berarti tidak berisiko mengalami dampak kesehatan karsinogenik akibat paparan mikroplastik dalam jangka waktu proyeksi 70 tahun ke depan. Saat ini, belum terdapat standar baku mengenai ambang batas kadar mikroplastik dalam air minum dalam kemasan (AMDK), baik dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia maupun dari *World Health Organization* (WHO). Meskipun demikian, penelitian terkait tetap perlu dilakukan secara berkelanjutan, mengingat potensi bahaya mikroplastik terhadap kesehatan manusia, terutama melalui mekanisme akumulasi dalam rantai makanan yang dapat menyebabkan gangguan sistemik dalam jangka panjang.

b. Frekuensi pajanan

Frekuensi pajanan merupakan jumlah hari dalam satu tahun di mana masyarakat mengonsumsi air minum isi ulang di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa rata-rata frekuensi pajanan masyarakat terhadap air minum isi ulang adalah 350 hari per tahun, yang menunjukkan tingkat konsumsi yang sangat tinggi dan hampir bersifat harian. Angka ini mencerminkan tingginya ketergantungan masyarakat terhadap air minum isi ulang sebagai sumber utama air konsumsi harian. Dengan tingkat frekuensi pajanan yang sedemikian besar, potensi risiko paparan kronis terhadap mikroplastik dalam air tersebut menjadi semakin signifikan, terutama jika air tersebut secara konsisten mengandung bahan kimia berbahaya seperti mikroplastik.

Frekuensi pajanan diperoleh dari jumlah hari dalam setahun di mana masyarakat rutin mengonsumsi air minum isi ulang. Semakin tinggi frekuensi konsumsi, maka semakin besar pula potensi paparan terhadap mikroplastik yang terkandung di dalam air tersebut. Hal ini berimplikasi pada meningkatnya risiko kesehatan, terutama yang bersifat karsinogenik akibat akumulasi bahan kimia berbahaya yang terikat pada partikel mikroplastik. Konsumsi air minum isi ulang secara terus-

menerus tanpa adanya kontrol kualitas yang memadai dapat menyebabkan efek kronis pada tubuh manusia, seperti gangguan sistem pencernaan, stres oksidatif, gangguan hormonal, hingga potensi kerusakan organ dalam jangka panjang. Oleh karena itu, pemantauan terhadap frekuensi konsumsi dan kadar kontaminan dalam air sangat penting untuk perhitungan risiko kesehatan secara kuantitatif.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hajra, (2020) tentang terjadinya dan asupan makanan terkait mikroplastik dalam air minum di Arab Saudi Analisis air minum di Arab Saudi mengungkapkan rendahnya tingkat mikroplastik dalam ukuran 25-500 μm mirip dengan penelitian lain yang menganalisis kisaran ukuran yang sama. Sumber air minum di Arab Saudi adalah air tanah dan air laut desalinasi, dan dalam penelitian ini tidak ada perbedaan dalam tingkat kontaminasi. Jumlah sampel dalam penelitian ini cukup untuk mewakili merek populer dan air ledeng, namun, meningkatkan ukuran sampel akan bermanfaat untuk secara akurat memperkirakan kontribusi air minum terhadap asupan populasi mikroplastik. Jumlah partikel rata-rata ditemukan 1,9 pcl/L dan kisaran 0,99-26 pcl/L . Nilai-nilai ini sesuai dengan asupan tahunan mikroplastik sebesar 2.550-5,100.

c. Durasi Paparan

Durasi paparan dalam penelitian ini merujuk pada lamanya waktu, dalam hitungan tahun, masyarakat mengonsumsi air minum isi ulang yang berasal dari depot-depot di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala. Data mengenai durasi paparan diperoleh melalui wawancara langsung dengan responden untuk mengetahui sejak kapan mereka mulai rutin mengonsumsi air minum isi ulang dari wilayah tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa durasi paparan tertinggi adalah selama 10 tahun, sedangkan durasi terpendek tercatat selama 2 tahun. Adapun nilai rata-rata durasi paparan dari seluruh responden adalah 4,6 tahun. Temuan ini memberikan gambaran tentang seberapa lama masyarakat terekspos terhadap potensi kontaminan mikroplastik dalam air minum isi ulang di wilayah tersebut.

Nilai rata-rata durasi paparan masyarakat di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala, tidak melebihi nilai *default* yang ditetapkan oleh *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) untuk estimasi risiko kanker, yaitu sebesar 70 tahun. Berdasarkan teori dari *International Programme on Chemical Safety* (IPCS), durasi paparan dibedakan menjadi dua, yaitu durasi paparan aktual (*real-time exposure*) dan durasi proyeksi sepanjang hayat (*lifetime exposure*), dengan nilai

acuan selama 70 tahun untuk evaluasi risiko kanker. Pendapat ini juga sejalan dengan pernyataan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2012) yang menyebutkan bahwa durasi pajanan adalah jumlah tahun terjadinya kontak atau paparan terhadap suatu bahan, di mana untuk perhitungan risiko nonkanker digunakan nilai *duration time* (Dt) selama 30 tahun, sedangkan untuk perhitungan risiko kanker digunakan Dt selama 70 tahun. Dengan demikian, durasi pajanan rata-rata masyarakat dalam penelitian ini masih berada jauh di bawah nilai referensi risiko kanker menurut standar internasional dan nasional.

d. Berat badan

Berat badan dalam penelitian ini adalah berat badan masyarakat kelurahan tamangapa kecamatan manggala yang di ukur dengan menggunakan timbangan badan digital pada saat dilakukan wawancara (dalam satuan kilogram). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata rata berat badan masyarakat kelurahan tamangapa adalah 59,1 kg.

Berat badan merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi besar kecilnya nilai risiko serta tingkat asupan zat yang diterima oleh individu. Individu dengan berat badan yang lebih rendah cenderung memiliki tingkat risiko kesehatan yang lebih tinggi apabila terpapar zat berbahaya, karena dosis

zat per satuan berat badan menjadi lebih besar. Hal ini dikarenakan berat badan berperan dalam distribusi dan metabolisme zat dalam tubuh, serta berkaitan erat dengan status nutrisi dan kapasitas tubuh dalam menetralkan atau mengeliminasi zat berbahaya. Oleh karena itu, semakin kecil berat badan seseorang, maka semakin besar kemungkinan terjadinya gangguan kesehatan akibat paparan, termasuk paparan mikroplastik dalam air minum.

e. Intake

Dalam penelitian ini, peneliti juga menghitung nilai asupan (intake) paparan mikroplastik berdasarkan durasi paparan seumur hidup (*lifetime exposure*), sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) untuk menilai potensi efek karsinogenik. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan durasi waktu paparan (Dt) selama 30 tahun, yang merepresentasikan umur rata-rata individu, dan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan intake untuk memperoleh estimasi risiko karsinogenik jangka panjang secara lebih akurat.

Berdasarkan hasil perhitungan risiko kesehatan karsinogenik akibat paparan mikroplastik secara real-time, diperoleh nilai dosis harian sebesar 0,0000374616 mg/L/hari. Nilai ini menunjukkan tingkat paparan rata-rata yang sangat

kecil, namun dalam rentang variasi paparan, ditemukan nilai minimum sebesar 0,01324 mg/L/hari dan maksimum sebesar 0,376156 mg/L/hari. Perbedaan nilai ini mencerminkan adanya variasi konsentrasi mikroplastik di berbagai titik sampel atau waktu tertentu, yang dapat memengaruhi besarnya risiko karsinogenik terhadap individu yang terpapar secara terus-menerus dalam jangka panjang. Perbedaan yang cukup signifikan antara nilai minimum dan maksimum tersebut menunjukkan adanya fluktuasi konsentrasi mikroplastik pada masing-masing titik sampel atau waktu pengambilan sampel yang berbeda. Variasi ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti kondisi sanitasi depot, proses pengolahan air, kebersihan wadah pengisian, hingga kontaminasi dari lingkungan sekitarnya. Kondisi ini menjadi penting untuk diperhatikan karena paparan jangka panjang terhadap dosis mikroplastik, meskipun rendah namun terus-menerus, berpotensi meningkatkan risiko efek karsinogenik secara kumulatif, khususnya pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia.

Hal ini sejalan dengan penelitian Nurtang (2020) Analisis asupan harian (*intake*) menunjukkan bahwa masyarakat Desa Tamasaju masih terkategori aman mengonsumsi ikan yang mengandung mikroplastik. Hal ini

dikarenakan jumlah mikroplastik yang ditemukan dalam tubuh ikan tidak terlalu banyak, bahkan didapati beberapa ikan tidak mengandung mikroplastik. Hanya saja perlu diketahui 99 bahwa masuknya mikroplastik dalam tubuh manusia bukan hanya melalui jalur ingesti atau mengkonsumsi ikan, akan tetapi melalui beberapa jalur lain seperti, inhalasi dan melalui kulit.

3. Karakteristik Risiko

Berdasarkan hasil perhitungan 40 responden memiliki nilai $RQ < 1$ tidak berisiko terhadap penyakit karsinogenik akibat mikroplastik dalam waktu 70 tahun mendatang. Standar kadar mikroplastik pada AMDK sendiri belum diatur dalam peraturan menteri kesehatan atau pun *world health organization*, namun penelitian perlu dilakukan karena mikroplastik dapat berdampak pada kesehatan. Masalah kesehatan dapat dipengaruhi oleh akumulasi mikroplastik dalam rantai makanan.

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata nilai Risk Quotient (RQ) pada pajanan secara *real-time*, diketahui bahwa nilai RQ tertinggi terdapat pada responden masyarakat nomor 10 dengan nilai sebesar 0,007492312. Hal ini menunjukkan bahwa individu tersebut memiliki tingkat potensi risiko pajanan mikroplastik paling tinggi dibandingkan responden lainnya dalam kelompok penelitian. Sebaliknya, nilai RQ terendah tercatat pada masyarakat nomor 5, dengan nilai sebesar 0,000306478, yang

mengindikasikan tingkat risiko paparan mikroplastik yang paling rendah dalam populasi studi. Temuan ini mencerminkan adanya variasi individu dalam paparan mikroplastik yang mungkin dipengaruhi oleh perbedaan frekuensi konsumsi air, volume konsumsi harian, serta faktor gaya hidup lainnya.

Penelitian Parveen dkk., (2022) tentang kejadian dan potensi risiko kesehatan akibat trihalometanan dan mikroplastik dalam air kemasan, total konsentrasi THM yang diukur berkisar antara 0,033 hingga 12,27 lg / L. Partikel MP berkisar antara 1 hingga 30 lm, ditemukan di semua sampel yang diuji, dan diidentifikasi sebagai *polypropylene* atau *polyethylene terephthalate*. Jumlah dan berat MP yang sesuai berkisar antara 20–5 hingga 127–35 partikel/L dan 56–14 hingga 355,6–98 mg/L, masing-masing. Simulasi *Monte Carlo* (50.000 iterasi) dilakukan untuk memperkirakan asupan harian kronis (CDI) THM dan anggota parlemen, serta risiko kanker terkait THM (CR) melalui konsumsi BW. Rata-rata CDI THM adalah $1,64 \cdot 10^{-4}$ hingga $6,29 \cdot 10^{-5}$ mg / (kg \$ hari) dan CR terkait berkisar dari minimal $4,89 \cdot 10^{-7}$ hingga CR maksimum $1,9 \cdot 10^{-5}$. CDI untuk anggota parlemen adalah 7–2,61 mg/(kg \$ hari), menghasilkan asupan tahunan 153,3 g.