



Research Articles

Upaya Pengurangan Limbah Kemasan Plastik Air Minum Melalui Kajian Kualitas Keran Air Siap Minum (KASM) di Wilayah Kota Bogor

Efforts to Reduce Drinking Water Plastic Packaging Waste Through Study of the Quality of Ready-to-Drink Water Taps (KASM) in the Bogor City Area

Ani Iryani^{1*}, Yulian Syahputri¹, Dania Ramadhini², Dicky Budhi Purnama³

¹Program Studi Kimia, Universitas Pakuan, Jl. Pakuan PO. Box 452, Bogor, 16144, Indonesia

²PT Syslab, Sentul City Plaza Amsterdam, Jl. MH. Thamrin, Citaringgul, Bogor, 16810, Indonesia

³Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Tirta Pakuan Kota Bogor, 16142, Indonesia

**corresponding author email: ani.iryani62@gmail.com*

Manuscript received: 24-04-2024. Accepted: 25-06-2024

ABSTRAK

Penjualan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (Inaplas) dan BPS, Indonesia menghasilkan 64 juta ton sampah/tahun, dan 3,2 juta ton merupakan sampah plastik dari AMDK. Berkaitan dengan ketergantungan masyarakat untuk mengkonsumsi AMDK, pemerintah melalui Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Tirta Pakuan membuat program unggulan yaitu Keran Air Siap Minum (KASM). Masalahnya banyak warga tidak memanfaatkan layanan KASM ini. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk membandingkan kualitas AMDK dan KASM agar masyarakat dapat memperoleh informasi dan meningkatkan kepercayaan terhadap kualitas, keamanan dan kebersihan air minum yang berasal dari KASM. Metode penelitian ini meliputi pengambilan sampel dilanjutkan dengan analisis parameter fisika (warna, bau, rasa, suhu), kimia (kekeruhan, TDS, logam-logam, pH, Cl⁻, F⁻, NO²⁻, NO³⁻, NH₃, kesadahan, CN⁻, SO₄²⁻) dan mikrobiologi Total (*Coliform*, *E.coli*) berdasarkan baku mutu PERMENKES 492/2010. Sampel KASM diambil sebanyak 3 titik menggunakan metode SNI 8995:2021. Sampel AMDK diperoleh dengan membeli AMDK sebanyak 5 merk secara random. Analisis parameter fisika, kimia dan mikrobiologi dianalisis menggunakan metode APHA, SNI, US-EPA dengan menggunakan ICP-OES, spektrofotometer UV-Vis dan nefelometer. Hasil menunjukkan seluruh sampel KASM dan AMDK telah memenuhi baku mutu PERMENKES 492/2010. Berdasarkan perbandingan hasil analisis, seluruh sampel AMDK memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan kualitas sampel KASM meskipun untuk parameter mikrobiologi, kimia dan fisika lainnya tidak berbeda secara signifikan.

Kata kunci: AMDK; KASM; Limbah kemasan plastik

ABSTRACT

Sales of bottled drinking water (AMDK) increase in line with population growth every year. Based on data from the Indonesian Plastic Industry Association (Inaplas) and BPS, Indonesia produces 64 million

tons of waste/year, and 3.2 million tons of plastic waste comes from AMDK. In connection with the community's dependence on consuming AMDK, the government through the Regional Public Company (PERUMDA) Tirta Pakuan created a superior program, namely Tap Water Ready to Drink (KASM). The problem is that many residents do not take advantage of KASM's services. The aim of this research is to compare the quality of AMDK and KASM so that the public can obtain information and increase confidence in the quality, safety and cleanliness of drinking water originating from KASM. This research method includes sampling followed by analysis of physical parameters (color, odor, taste, temperature), chemical (turbidity, TDS, metals, pH, Cl⁻, F⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₃, hardness, CN⁻, SO₄²⁻) and Total microbiology (Coliform, E.coli) based on quality standards PERMENKES 492/2010. KASM samples were taken at 6 points using the SNI 8995:2021 method. The AMDK sample was obtained by purchasing 5 brands of AMDK randomly. Physical, chemical and microbiological parameters were analyzed using the APHA, SNI, US-EPA methods using ICP-OES, UV-Vis spectrophotometer and nephelometer. The results show that all KASM and AMDK samples have met the quality standards of PERMENKES 492/2010. Based on the comparison of analysis results, all AMDK samples had lower quality compared to KASM samples even though other microbiological, chemical and physical parameters were not significantly different.

Keywords: AMDK; KASM; Plastic packaging waste

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting untuk kehidupan, terutama untuk air minum. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002, air minum adalah air yang dihasilkan melalui suatu proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Manusia rata-rata memerlukan asupan air sebanyak dua liter setiap harinya karena air minum memiliki peran yang sangat penting bagi tubuh diantaranya sebagai asupan mineral, pembentuk sel, mengatur suhu tubuh serta melancarkan pencernaan. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk maka kualitas air tanah di suatu daerah akan semakin rendah pula, sehingga penduduk seringkali tidak memiliki pilihan lain, selain mengkonsumsi air minum dalam kemasan (Aryani, 2017). Menurut Standar Nasional Indonesia No. 01-3553-2006. Air minum dalam kemasan yang mencakup air mineral dan air demineral merupakan air baku yang diproses, dikemas dan aman diminum.

Berdasarkan data yang diolah oleh Asosiasi Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan Indonesia (ASPADIN) dan lembaga riset AC Nielsen, produk AMDK menyumbang 3,2 juta ton dari 11,6 juta ton sampah plastik sepanjang tahun 2021. Berdasarkan data *International Coastal Clean up Report 2017*, sampah plastik di laut, kemasan botol air minum merupakan sampah plastik ketiga terbanyak secara global. Sedangkan pada tahun 2017, terkumpul sebanyak 5346 sampah botol plastik dalam kegiatan pembersihan pantai di Indonesia (Megan, 2019).

Berkaitan dengan ketergantungan masyarakat untuk mengkonsumsi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang semakin tinggi, pemerintah melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) membuat sebuah program unggulan yaitu Kran Air Siap Minum (KASM) sebagai alternatif untuk pemenuhan kebutuhan air minum harian serta sebagai salah satu upaya untuk

mengurangi limbah plastik AMDK. Pembuatan kran air siap minum ini dilaksanakan pula oleh PERUMDA Tirta Pakuan Kota Bogor.

Pembuatan Kran Air Siap Minum (KASM) di kota Bogor berfungsi sebagai salah satu fasilitas untuk memudahkan masyarakat mendapatkan air siap minum secara gratis. Melalui program ini diharapkan sebagai wujud edukasi kepada masyarakat dalam meningkatkan kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan dengan cara mengurangi jumlah penggunaan plastik terutama plastik dari gelas maupun botol air mineral sehingga lingkungan akan lebih terjaga. Saat ini terdapat beberapa unit KASM yang tersebar di tempat-tempat publik, salah satunya di Kebun Raya Bogor (KRB). Sayangnya, berdasarkan survei yang dilakukan oleh penulis terhadap 50 orang partisipan di sekitar area KASM Kebun Raya Bogor, KASM yang disediakan oleh PDAM ini tidak dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat terlihat dari hasil survei dimana sebanyak 50% partisipan belum pernah menggunakan KASM dan sebanyak 68% partisipan meragukan kualitas, keamanan dan ke higienisan KASM tersebut.

Dewasa ini telah banyak dilakukan penelitian mengenai kualitas air minum dalam kemasan (AMDK), salah satunya yang dilakukan oleh Aryani (2017) yang menghasilkan informasi bahwa kelima sampel AMDK yang beredar dimasyarakat memiliki kualitas air minum yang sesuai menurut baku mutu air minum permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Namun demikian, penelitian mengenai kualitas air minum pada kran air siap minum (KASM) masih sangat minim khususnya untuk KASM di wilayah Kota Bogor. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui dan membandingkan kualitas AMDK dan KASM sesuai dengan Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum agar masyarakat dapat memperoleh informasi dan meningkatkan kepercayaan terhadap kualitas, keamanan dan kebersihan air minum yang berasal dari kran air siap minum (KASM).

Pada penelitian ini difokuskan pada KASM di Kebun Raya Bogor dikarenakan KASM tersebut berada pada area strategis di pusat kota yang ramai dengan lalu lalang masyarakat dan KASM tersebut berdekatan dengan pasar, tempat wisata serta pusat perbelanjaan di pusat kota bogor sehingga KASM tersebut sangat berpotensi untuk mewujudkan fungsi dan tujuan adanya KASM. Selain dilatarbelakangi letaknya yang strategis, KASM di area KRB dipilih dikarenakan KASM lainnya di Wilayah Bogor lainnya belum beroperasi kembali sejak adanya pandemi Covid-19. Ketiga sampel KASM akan dibandingkan dengan 5 merek AMDK yang dipilih secara random berdasarkan Regulasi PERMENKES 492/2010. Hasil analisis tersebut akan disosialisasikan ke masyarakat melalui publikasi jurnal, poster dan flayer di sekitar KASM untuk meningkatkan minat dan kepercayaan terhadap kualitas, keamanan dan kebersihan KASM.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian kualitas air minum dalam kemasan dan air kran siap minum dilakukan di Laboratorium PT Syslab yang beralamat di Plaza Amsterdam Blok D2, Sentul. Waktu pelaksanaan dimulai pada April hingga September 2023.

Alat, Bahan dan Instrumen

Bahan dalam penelitian ini adalah sampel air minum kemasan merek V, W, X, Y dan Z serta sampel air kran siap minum dari lokasi M dan N, HNO₃ pekat, BaCl₂.2H₂O, H₂SO₄ 1 N, Indikator K₂CrO₄, AgNO₃ 0,01 N, NaCl 1 N, NaOH 1 N, indikator fenofalein 1%, H₂O₂ 30%, larutan SPADNS, NaF, zirkonil klorida oktahidrat, NaASO₂, NaH₂PO₄, kloramin T, asam barbiturate, NaOH 0,04 M, KCN, HNO₃ p.a, HNO₃ 1+1, air suling bebas logam, HCl p.a, HCl 1+1, larutan induk multi elemen 1000 mg/L, KNO₃, HCl 1 N, NaNO₂, sulfanilamid, naftil etilendiamin dihidroklorida, Na₂C₂O₄, (NH₄)₂SO₄, KMnO₄.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipet volume, pipet serologi, cawan petri, unit filtrasi, membran filter, autoklaf (*Allamerica*), pinset, inkubator (*Memmert Model INE 400*), mikroskop, lampu UV, buret, kuvet, gelas piala, labu ukur 50, 100 mL dan 250 mL, gelas ukur, oven (*Oven Memmert*), timbangan analitik (*Mettler Toledo®*). Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah turbidimeter, spektrofotometer UV-Vis, ICP-OES.

Pengambilan Sampel

Sampel air minum dalam kemasan diperoleh dengan membeli air minum tersebut secara random. Pengambilan sampel air baku, air sumber dan air kran siap minum terdiri dari dua tahap, yaitu pengambilan sampel untuk parameter kimia dan fisik kemudian dilakukan pengambilan sampel air kran siap minum untuk parameter mikrobiologi. Sampel disimpan di dalam *chiller* pada suhu 4 – 6 °C hingga dilakukan analisis.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengambilan sampel air baku, air sumber, Kran Air Siap Minum (KASM) dan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK), analisis sampel air menurut baku mutu air minum permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 meliputi parameter mikrobiologi, fisika dan kimia.

Sampel untuk parameter kimia dan fisika (SNI 8995:2021)

Sampel KASM, dibuka kran air dan biarkan air mengalir selama 1 – 2 menit, sampel ditampung dalam wadah, dan untuk sampel air baku dan air sumber, sampel diambil dan ditampung didalam wadah sampel, dihomogenkan dan diberi label.

Sampel untuk parameter mikrobiologi (SNI 9063:2022)

Wadah sampel uji yang sudah steril disiapkan. Untuk sampel KASM, dilakukan pembersihan pada permukaan luar kran dengan cara mengikis kotoran (sisik, lendir, minyak, atau benda asing lainnya) yang mungkin jatuh, sebelum mengisi wadah sampel, jangan mengambil sampel di kran dengan poros pembuka kran yang bocor, dan lepaskan perangkat tambahan lainnya pada kran jika ada. Kemudian kran air dibuka dan dibiarkan mengalir selama 1 – 2 menit, kemudian kran ditutup. Kran disterilkan menggunakan alkohol 70% (jika kran terbuat dari logam) dengan cara menyemprotkan alkohol pada area mulut kran kemudian mulut kran dibakar hingga mencapai suhu 80°C ± 2°C. Air dialirkan lagi selama 1 – 2 menit selanjutnya dibuka tutup wadah sampel dan pastikan tutupnya tidak terkontaminasi, air ditampung ke dalam wadah sampel. Ruang udara disisakan ± 2,5 cm dari leher botol untuk melakukan homogenisasi sebelum analisis. Mulut wadah sampel dibakar kemudian ditutup.

Diukur parameter lapangan (pH dan suhu). Identitas sampel dicatat pada label untuk setiap wadah yang berisi sampel, dibungkus dengan alumunium foil kemudian disimpan dalam kotak pendingin. Untuk pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat sampling yang telah disterilkan lebih dahulu dengan alkohol 70% untuk menampung sampel, kemudian sampel yang telah diambil atau ditampung dimasukkan ke dalam wadah sampel steril dan diberi label. Setelah diberi label wadah sampel dibungkus dengan alumunium foil untuk menghindari kontaminasi kemudian disimpan dalam kotak pendingin.

Analisis Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Metoda Pengujian
Parameter mikrobiologi			
1	Total bakteri koliform	Jumlah/100 ml	APHA 9222J-2017.
2	E. Coli	Jumlah/100 ml	APHA 9222J-2017.
Parameter Fisika			
1	Warna	TCU	APHA 2120C-2017
2	Bau	-	Organoleptik
3	Rasa	-	Organoleptik
4	Suhu	°C	APHA 2550B-2017
5	Kekeruhan	NTU	APHA 2130B-2017
6	Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	APHA 2540C-2017
Parameter Kimia			
1	Arsen	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
2	Kadmium	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
3	Total Kromium	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
4	Tembaga	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
5	Selenium	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
6	Alumunium	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
7	Besi	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
8	Mangan	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
9	Seng	mg/L	US-EPA 3005A & APHA 3120B-2017
10	pH	mg/L	APHA 4500 H ⁺ B-2017
11	Khlorida	mg/L	APHA 4500-Cl ⁻ B-2017
12	Fluorida	mg/L	APHA 4500-F D-2017
13	Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/L	APHA 4500-NO ₂ B-2017
14	Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/L	APHA 4500 NO ₃ E-2017
15	Amonia	mg/L	APHA 4500-NH ₃ F-2017
16	Kesadahan	mg/L	APHA 2340C-2017
17	Sianida	mg/L	SNI 6989.77-2011
18	Sulfat	mg/L	APHA 4500-SO ₄ ²⁻ E-2017

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh meliputi hasil analisis air baku, air sumber 1 dan air sumber 2, KASM di 3 titik area Kebun Raya Bogor (KRB) serta hasil analisis 5 merk AMDK.

Hasil Analisis Air Baku dan Air Sumber

Air baku, air sumber 1 dan air sumber 2 dianalisis berdasarkan parameter regulasi air minum PERMENKES 492/2010 dan dibandingkan dengan baku mutu air sungai PP 22/2021 lampiran VI kelas 1 untuk melihat kualitas air baku dan air sumber sebagai bahan baku untuk

memperoleh air minum KASM. Hasil analisis menunjukkan untuk parameter mikrobiologi dari Air baku dan air sumber 1 dan 2, jumlah total koliform melebihi baku mutu yaitu masing-masing 64400 NTU, 10710 NTU dan 2330 NTU (baku mutu 1000 MPN/100 ml). Untuk parameter fisika yaitu kekeruhan melebihi baku mutu pada air baku yaitu sebesar 11,78 NTU (baku mutu 5 NTU).

Hasil Analisis Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan Kran Air Siap Minum (KASM)

Air minum dalam kemasan yang dijadikan sampel disampling dari 5 merk AMDK secara acak diberikan nama AMDK 1, AMDK 2, AMDK 3, AMDK 4 dan AMDK 5, sedangkan sampel KASM disamakan namanya menjadi KASM A, B dan C. Sampel-sampel ini dianalisis berdasarkan parameter regulasi air minum PERMENKES 492/2010. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 1: Hasil Analisis Air Minum dalam Kemasan (AMDK)

NO.	PARAMETER	HASIL ANALISIS					BAKU MUTU	SATUAN
		AMDK 1	AMDK 2	AMDK 3	AMDK 4	AMDK 5		
Mikrobiologi								
1	Total Koliform	0	0	0	0	0	0	Col/100 mL
2	E. Coli	0	0	0	0	0	0	Col/100 mL
Parameter Fisika								
1	Warna	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	15	TCU
2	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	-
3	Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	-
4	Suhu Udara	26,0	26,6	27,0	26,9	26,4	-	-
5	Suhu	2,0	2,5	2,5	2,7	2,9	Suhu Udara ± 3	°C
6	Kekeruhan	0	0	0	0	0	5	NTU
7	Total Padatan Terlarut (TDS)	140	210	86	172	94	500	mg/L
Parameter Kimia								
1	Arsen, As	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,01	mg/L
2	Kadmium, Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	mg/L
3	Krom Total, Cr	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05	mg/L
4	Tembaga, Cu	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	2	mg/L
5	Selenium, Se	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	mg/L
6	Aluminium, Al	0,045	0,034	0,036	0,043	0,039	0,2	mg/L
7	Besi, Fe	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	0,3	mg/L
8	Mangan, Mn	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,4	mg/L
9	Seng, Zn	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	3	mg/L
10	pH	7,67	7,86	7,48	7,46	7,80	6,5-8,5	mg/L
11	Klorida, Cl	8,5	28,5	3,2	12,5	9,3	250	mg/L
12	Fluorida, F	0,27	0,56	0,29	0,07	0,63	1,5	mg/L
13	Nitrat, NO ₃ -N	0,226	0,317	0,329	0,580	0,137	50	mg/L
22	Nitrit, NO ₂ -N	<0,001	<0,001	0,003	0,002	0,003	3	mg/L
15	Amonia, N-NH ₃	0,004	0,015	0,008	0,006	0,009	1,5	mg/L
16	Kesadahan Total, CaCO ₃	40,8	40,8	16,3	32,7	16,3	500	mg/L
17	Sianida, CN	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,07	mg/L
18	Sulfat, SO ₄	3,945	12,637	2,707	4,325	2,940	250	mg/L

Keterangan: Baku Mutu Air Minum PERMENKES 492/2010

Tabel 2: Hasil Analisis Kran Air Siap Minum (KASM)

NO.	PARAMETER	HASIL ANALISIS			BAKU MUTU	SATUAN
		KASM A	KASM B	KASM C		
	Mikrobiologi					
1	Total Koliform	0	0	0	0	Col./100 mL
2	E. Coli	0	0	0	0	Col./100 mL
	Parameter Fisika					
1	Wama	2,1	1,7	<0,6	15	TCU
2	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	-
3	Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	-
4	Suhu Udara	26,5	26,3	26,6	-	
5	Suhu	2,7	2,1	2,4	Suhu Udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
6	Kekeuhuan	0,75	0,71	0,87	5	NTU
7	Total Padatan Terlarut (TDS)	112	118	104	500	mg/L
	Parameter Kimia					
1	Arsen, As	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,01	mg/L
2	Kadmium, Cd	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	mg/L
3	Krom Total, Cr	<0,003	<0,003	<0,003	0,05	mg/L
4	Tembaga, Cu	<0,011	<0,011	<0,011	2	mg/L
5	Selenium, Se	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	mg/L
6	Aluminium, Al	0,006	0,075	<0,003	0,2	mg/L
7	Besi, Fe	<0,017	<0,017	<0,017	0,3	mg/L
8	Mangan, Mn	<0,007	<0,007	<0,007	0,4	mg/L
9	Seng, Zn	<0,007	<0,007	<0,007	3	mg/L
10	pH	7,30	7,24	7,72	6,5-8,5	mg/L
11	Klorida, Cl	2,7	3,0	9,6	250	mg/L
12	Fluorida, F	0,21	<0,02	<0,02	1,5	mg/L
13	Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$	0,734	0,716	0,735	50	mg/L
22	Nitrit, $\text{NO}_2\text{-N}$	0,008	0,008	<0,001	3	mg/L
15	Amonia, N-NH_3	0,007	0,015	0,004	1,5	mg/L
16	Kesadahan Total, CaCO_3	59,2	57,2	59,2	500	mg/L
17	Sianida, CN	<0,006	<0,006	<0,006	0,07	mg/L
18	Sulfat, SO_4	18,718	25,044	13,381	250	mg/L

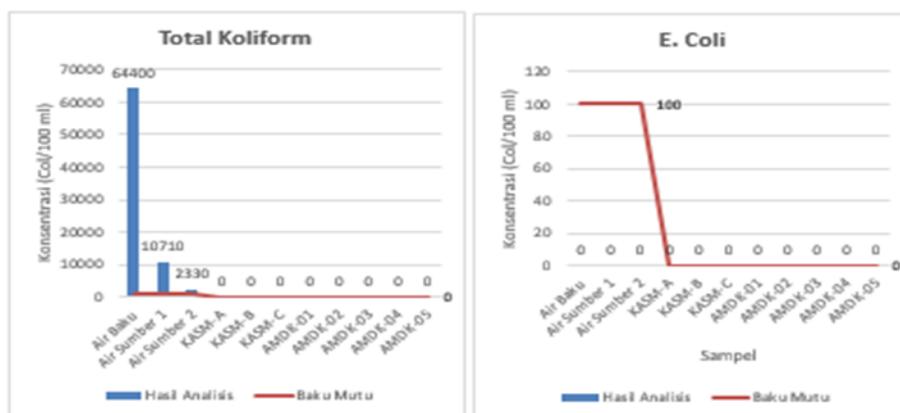
Keterangan: Baku Mutu Air Minum PERMENKES 492/2010

Dapat dilihat dari Tabel 1 dan Tabel 2 bahwa semua parameter Mikrobiologi, Fisika dan kimia, baik untuk AMDK maupun KASM memenuhi baku mutu air minum.

Perbandingan Hasil Analisis Air Baku, Air Sumber, AMDK dan KASM

Air baku, air sumber yang berasal dari Sungai Cisadane dianalisis berdasarkan parameter regulasi PERMENKES 492/2010 untuk air minum namun hasil dibandingkan dengan regulasi PP 22 tahun 2021 lampiran VI Kelas 1 tentang air yang diperuntukan sebagai air baku untuk air minum. Air baku dilihat sebagai inlet sebelum melalui proses pengolahan, air sumber 1 dan 2 sebagai inlet proses. Sampel ketiga KASM diuji berdasarkan parameter dan baku mutu regulasi air minum PERMENKES 492/2010 yang kemudian akan dibandingkan kembali dengan hasil analisis air baku dan air sumber sebagai sampel outlet. Untuk melihat perbandingan dan menilai kualitas terbaik dari AMDK dan KASM, maka seluruh sampel air minum tersebut dibandingkan dengan parameter PERMENKES 492/2010. Perbandingan tersebut dapat dijelaskan dengan grafik-grafik berikut ini.

Perbandingan Hasil Analisis parameter Mikrobiologi

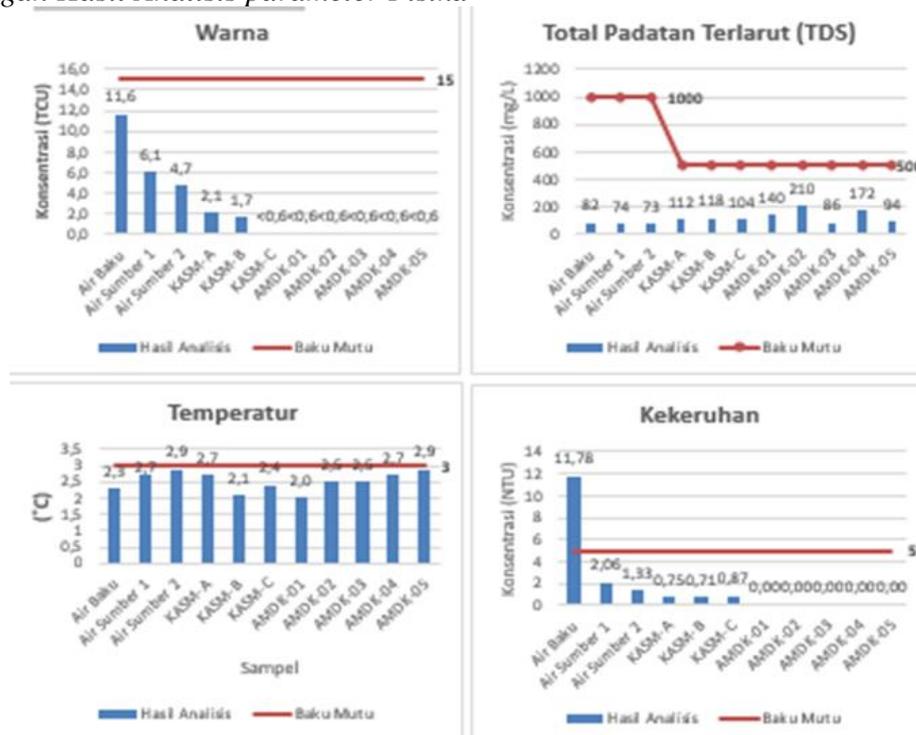


Gambar 1: Grafik Perbandingan Hasil Mikrobiologi Air Baku, Air Sumber, KASM dan AMDK

Berdasarkan Gambar 1, air baku, air sumber 1 dan air sumber 2 tidak memenuhi baku mutu PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 1 untuk parameter total koliform yaitu 64400 koloni/100 mL dimana nilai baku mutu adalah 0 koloni/100 mL, hal ini dapat terjadi karena air sungai Cisadane yang menjadi air baku digunakan untuk kehidupan sehari-hari masyarakat sekitar aliran sungai dan juga sebagai aliran perairan area Bogor dan sekitarnya sehingga air sungai tersebut terkontaminasi oleh limbah yang bersifat organik seperti feses manusia dan hewan berdarah panas (Meliala, 2015). Untuk hasil analisis total koliform air sumber 1 dan 2 tidak memenuhi baku mutu PP 22/2021 namun tidak lebih tinggi dari hasil analisis air baku dikarenakan air sumber telah melalui proses pengolahan sebelumnya sehingga dapat meminimalisir kontaminasi mikroba pada air tersebut. Air baku dan seluruh air sumber memenuhi nilai baku mutu E. Coli sebesar 0 koloni/100 mL.

Untuk hasil analisis air minum KASM memenuhi persyaratan regulasi PERMENKES 492/2010 untuk parameter Total Koliform dan E. Coli dengan hasil sebesar 0 koloni/mL. Jika dilihat dari grafik perbandingan parameter mikrobiologi diatas, menunjukkan bahwa proses pengolahan air baku menjadi air minum KASM sangat baik karena terjadi penurunan yang signifikan terhadap kandungan cemaran mikrobiologi sebelum proses dan setelah melalui proses Instalasi Pengolahan Air (IPA).

Perbandingan Hasil Analisis parameter Fisika



Gambar 2 Perbandingan Hasil Analisis Parameter Fisika Air Baku, Air Sumber, KASM dan AMDK

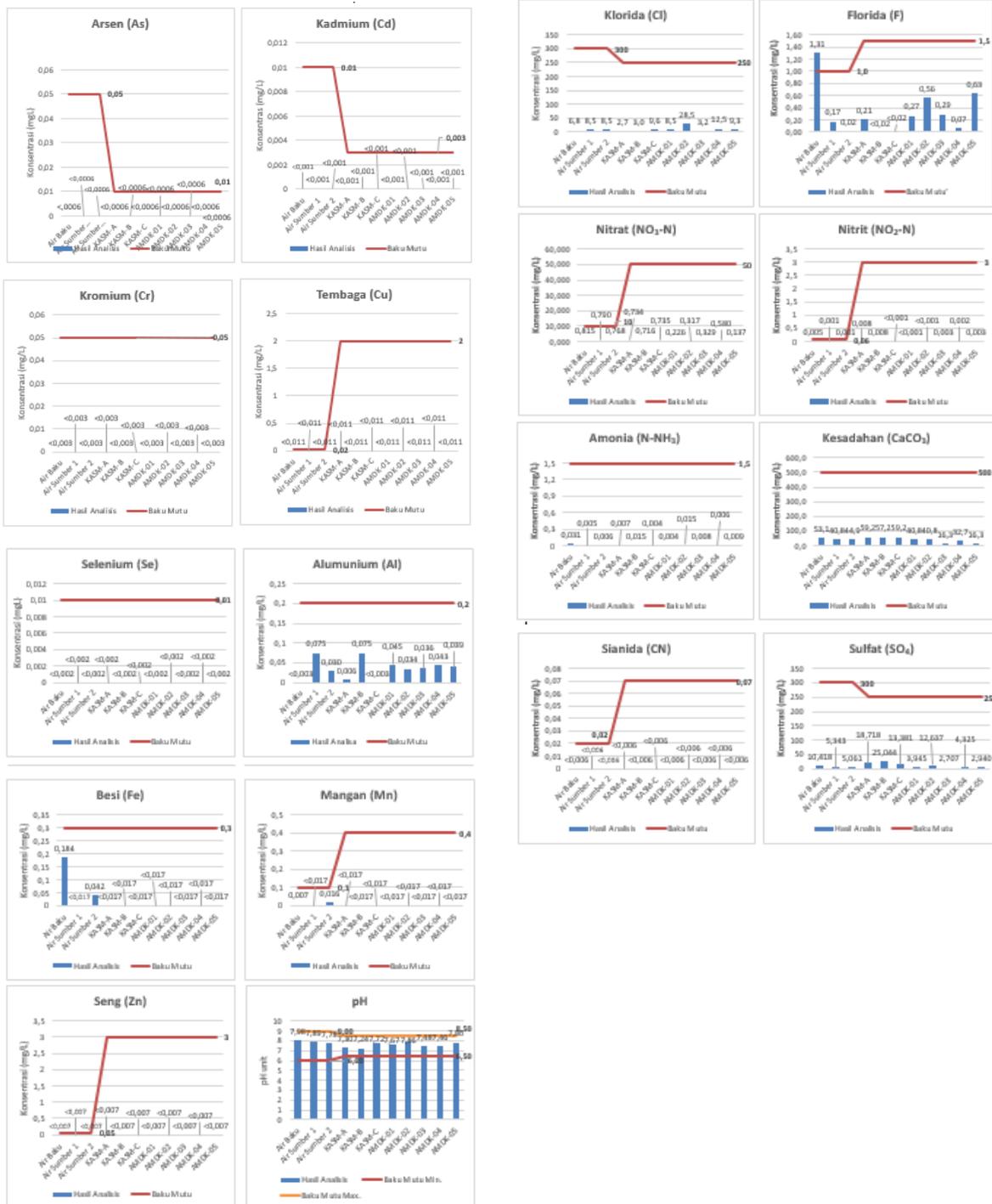
Berdasarkan grafik perbandingan pada Gambar 2 di atas, dapat diketahui bahwa hasil analisis parameter warna seluruh sampel air baku, air sumber memenuhi baku mutu PP 22/2021 lampiran VI kelas 1 dan seluruh sampel KASM serta AMDK memenuhi baku mutu PERMENKES 492/2010 dimana nilai baku mutu parameter warna untuk kedua baku mutu sebesar 15 TCU, meskipun terjadi penurunan nilai berturut-turut mulai dari air baku, air sumber dan yang terendah adalah nilai hasil analisis warna KASM dan AMDK.

Air baku memiliki nilai warna tertinggi dikarenakan kandungan organik dan anorganik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel air sumber, KASM dan AMDK. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis kekeruhan pada air baku yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 11,78 NTU. Berdasarkan perbandingan nilai analisis warna dan kekeruhan antara inlet (air baku dan air sumber) dan outlet (KASM) dapat diketahui bahwa pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) terproses dengan baik. Kekeruhan pada sampel disebabkan adanya koloid dan partikel kecil yang berukuran 10 nanometer hingga 10 mikrometer. Partikel-partikel tersebut adalah kuarsa, bahan mineral dan bahan organik. Kekeruhan dapat dihilangkan dengan proses koagulasi dengan penambahan koagulan *Poly Aluminium Chlorida* (PAC) (Iryani *et al.*, 2016).

Meskipun dilihat secara keseluruhan parameter memenuhi baku mutu PERMENKES 492/2010, namun untuk parameter warna dan kekeruhan untuk sampel AMDK tidak terdeteksi atau dibawah nilai MDL. Hal ini dapat menggambarkan bahwa kualitas sampel AMDK lebih baik dibandingkan dengan kualitas sampel KASM dilihat dari parameter tersebut, meskipun untuk parameter fisik lainnya tidak berbeda secara signifikan berdasarkan grafik.

Perbandingan Hasil Analisis parameter Kimia

Perbandingan hasil analisis parameter kimia berdasarkan baku mutu PERMENKES 492/2010 dan PP 22/2021 untuk sampel Air baku, Air sumber, KASM dan AMDK dapat dilihat berdasarkan grafik-grafik pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Perbandingan Hasil Analisis Parameter Kimia Air Baku, Air Sumber, KASM dan AMDK

Berdasarkan grafik hasil analisis parameter kimia hampir seluruh parameter untuk air baku, air sumber, KASM dan AMDK memenuhi baku mutu kecuali parameter fluorida untuk

air baku. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya kontaminasi dari limbah domestik hasil penggunaan pasta gigi yang mengalir ke sungai Cisadane, namun setelah melalui pengolahan untuk menjadi air minum (KASM) mengalami penurunan hingga dibawah baku mutu. Kandungan besi dan mangan pada air baku terdeteksi cukup signifikan dikarenakan air baku yang berasal dari sungai Cisadane terkontaminasi butiran tanah dari sungai yang mengandung kandungan besi, mangan dan tanah lainnya.

Kandungan alumunium dalam air baku tidak terdeteksi atau dibawah baku mutu, sedangkan alumunium terdeteksi pada sampel air sumber dan KASM. Hal ini dapat disebabkan karena pada pengolahan air baku untuk menjadi air bersih atau air minum pada PDAM Tirta Pakuan Kota Bogor menggunakan *Poly Alumunium Chlorida* (PAC) sebagai koagulan. Koagulan *Poly Alumunium Chlorida* (PAC) yang digunakan dalam prosesnya berbentuk larutan pekat yang diencerkan menjadi 5% sebelum dilakukan pendosisan (Mulyani, 2010). Berdasarkan hasil perbandingan hasil analisis parameter kimia antara air baku, air sumber dan KASM memperlihatkan bahwa pengolahan air baku sebagai inlet dan KASM sebagai outlet dalam proses IPA berjalan dengan baik.

Bedasarkan parameter wajib PERMENKES 492/2010 logam berat yang diujikan adalah Arsen (As), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Selenium (Se), Alumunium (Al), Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Seng (Zn). Logam berat dapat didefinisikan sebagai logam alami yang memiliki nomor atom lebih dari 20 dan massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 (Soegianto, 2023). Dari kesembilan logam tersebut Al, Mn, Fe, Cu dan Zn tergolong kedalam logam berat esensial, yaitu logam yang dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. As, Cd, Cr dan Se termasuk kedalam golongan logam berat nonesensial beracun dan dianggap secara biologis tidak penting sehingga keberadaannya sangat berbahaya bagi tubuh manusia (Ramirez, 2013).

Seluruh parameter untuk AMDK dan KASM memenuhi baku mutu PERMENKES 492/2010. Untuk seluruh sampel, baik ketiga sampel KASM dan kelima sampel AMDK memiliki kandungan logam berat dibawah MDL atau tidak terdeteksi kecuali pada logam alumunium. Logam alumunium pada KASM dan AMDK dapat berasal dari PAC (*Poly Alumunium Chloride*) yang dijadikan sebagai koagulan pada proses IPA. PAC (*Poly Alumunium Chloride*) yang dijadikan sebagai koagulan pada proses IPA dikarenakan zat tersebut dapat menurunkan nilai analisis parameter kekeruhan dan pH agar dapat memenuhi baku mutu (Iryani *et al.*, 2012).

Kadar fluorida terdeteksi dalam sampel AMDK 1, 2, 3, 4 dan 5 namun masih dibawah baku mutu yang diperbolehkan berdasarkan regulasi PERMENKES 492/2010 yaitu sebesar 1,5 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena adanya penambahan zat fluorida pada air minum sebagai bahan pelindung untuk gigi oleh perusahaan air minum (Nuradi and Jangga, 2020). Keberadaan fluorida dalam air secara alamiah berasal dari degradasi mineral persenyawaan fluorida dalam air tanah (Gafur *et al.*, 2017). Fluorida dalam air minum memiliki efek yang baik bagi tulang dan gigi. Ion fluorida akan menggantikan ion hidroksida pada hidroksiapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ suatu mineral penting penyusun enamel gigi dan tulang. Keberadaan ion fluorida pada enamel gigi menjadikan gigi lebih kuat namun rapuh. Menurut batasan yang dikeluarkan oleh *World Health Organization* (WHO) tahun 1985 bahwa ion fluorida memiliki efek menguntungkan

apabila kadarnya sekitar 0,7 mg/L, tapi sangat berbahaya apabila lebih dari 1,5 mg/L. (Slade, *et.al.*, 2013).

Berdasarkan grafik, kadar nitrat terdeteksi dalam seluruh sampel AMDK dan KASM meskipun masih masuk kedalam baku mutu PERMENKES 492/2010 dimana besar kadar yang diperbolehkan sebesar 50 mg/L. Mengonsumsi air dengan kadar nitrat tinggi akan menimbulkan gangguan kesehatan seperti gondok dan metemoglobinemia.

Air di alam mengandung bahan-bahan terlarut maupun bahan tersuspensi. Begitu juga halnya dengan air yang berasal dari sumber mata air mengandung komponen-komponen terlarut seperti CO₂, N₂, O₂, dan bahan-bahan terlarut lainnya yang terbawa dari atmosfer, serta bahan-bahan terlarut yang berasal dari lingkungan sekitarnya, misalnya adanya nitrit (NO₂⁻) dan nitrat (NO₃⁻) yang berasal dari limbah pertanian maupun limbah dari rumah tangga di sekitar sumber mata air yang digunakan. Aktifitas mikroba di tanah atau air dapat menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik yang dalam prosesnya, pertama-pertama menjadi ammonia, kemudian dioksidasikan menjadi nitrit dan nitrat. Oleh karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan. Hal demikian memungkinkan AMDK dan KASM mengandung nitrat dan kandungan nitrat yang terdeteksi dapat menjadi penyebab adanya kandungan ammonia di dalam sampel KASM dan AMDK yang dianalisis. (Gafur *et al.*, 2017).

Kadar kesadahan CaCO₃ pada seluruh sampel KASM dan AMDK memenuhi baku mutu PERMENKES 492/2010 sebesar 500 mg/L. Kadar kesadahan KASM lebih besar dari kadar kesadahan pada sampel AMDK dikarenakan adanya kandungan ion sulfat yang lebih tinggi pada sampel KASM dibandingkan dengan sampel AMDK. Hal ini terjadi karena ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang berikatan dengan ion sulfat (SO₄²⁻) dan klorida (Cl⁻) (Marsidi, 2001). Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) mineral (Ca dan Mg) dalam tubuh per hari, air minum yang dikonsumsi sebaiknya adalah air minum dengan tingkat kesadahan sedang (75 - 150 mg/liter). Kebutuhan Kalsium pada anak pada usia di bawah 10 tahun sebesar 1000 mg/hari, pada orang dewasa sebesar 1200 mg/hari, sedangkan kebutuhan Mg pada anak usia dibawah 10 tahun sebesar 120 mg/hari dan pada orang dewasa sebesar 250 mg/hari. Jika seseorang mengonsumsi air dengan tingkat kesadahan sedang, maka orang tersebut per harinya akan mendapat asupan sebesar 150 - 300 mg Ca dan Mg dengan mengonsumsi air minum minimal sebanyak 2 liter/ hari. Kadar tersebut sudah memenuhi kebutuhan unsur Ca dan Mg di dalam tubuh (PERMENKES No. 75, 2013).

Seperti diketahui bahwa selama pandemi Covid-19 seluruh KASM di Kota Bogor tidak difungsikan untuk meminimalisir penyebab Covid-19. Selama tidak difungsikan KASM tidak dilakukan perawatan secara rutin seperti ketika KASM dioperasikan namun tetap dilakukan pengujian kualitas air secara berkala. Sebelum KASM KRB dioperasikan kembali dilakukan pengujian kualitas air yang memberikan hasil analisis kurang baik karena kurangnya perawatan selama pandemi berlangsung sehingga dilakukan penggantian filter KASM. Setelah dilakukan penggantian filter KASM dilakukan kembali pengujian kualitas air tersebut dimana hasil analisis menunjukkan hasil yang baik atau sesuai dengan baku mutu.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh penulis menunjukkan bahwa warga sekitar KASM Kebun Raya Bogor masih sangat minim mengetahui adanya KASM tersebut. Selain itu, sebagian besar warga masih mempertanyakan tentang keamanan dan kualitas air KASM

tersebut. Sikap dari informan mengenai KASM cenderung baik, akan tetapi pada tindakan informan untuk mengonsumsi air minum tersebut masih ragu mengenai kualitasnya dan lebih menyukai air minum dalam kemasan. Dengan penelitian ini, dapat memberikan informasi bahwa kualitas dan keamanan air minum KASM Tirta Pakuan Kota Bogor di Kebun Raya Bogor sama baiknya dengan kelima sampel AMDK.

KESIMPULAN

Seluruh sampel Air Minum dalam Kemasan (AMDK) dan Kran Air Siap Minum (KASM) telah memenuhi baku mutu PERMENKES 492/2010 tentang kualitas Air Minum berdasarkan parameter mikrobiologi, fisika dan kimia, sehingga dari kajian ini bisa disampaikan ke masyarakat bahwa air minum KASM mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas AMDK. Dari kajian ini juga bisa disimpulkan bahwa proses pengolahan Air Baku menjadi KASM pada Perumda Tirta Pakuan Kota Bogor (Instalasi Pengolahan Air) telah terproses dengan baik dilihat dari hasil analisis parameter mikrobiologi, fisika dan kimia.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pakuan Bogor atas dana yang diberikan melalui Dana Hibah Internal Penelitian Terapan tahun 2023 dengan nomor kontrak 036/LPPM-UP/IX/KPT/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, E., M. R. Ramadhian, M. Gapila. 2014. Bacteriological Quality Of Refill Drinking Water At Refill Drinking Water Depots In Bandar Lampung. *Jurnal Kedokteran Unila*. 4(7): 142–146.
- Aryani, Titin. 2017. Analisis Kualitas Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Yogyakarta Ditinjau dari Parameter Fisika dan Kimia Air. *Media Ilmu Kesehatan*. 6(1).
- Asmadi, K., H. S. Kasjono. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum* (1st ed.). Yogyakarta: Yogyakarta Gosyen.
- Azizah, M., M. Humairoh. 2015. Analisis Kadar Amonia (NH₃) Dalam Air Sungai Cileungsi. *Jurnal Nusa Sylva*. 15(1): 47-54.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-3553-2006. *Air Minum dalam Kemasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 6989.77:2011. *Cara uji sianida (CN⁻) secara spektrofotometri*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Air dan Air Limbah – bagian 23 : Cara Uji Suhu dengan Termometer*. SNI 06-6989.23-2005. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2022. *Metode Pengambilan Sampel Air Dan Air Limbah Untuk Parameter Mikrobiologi*. SNI 9063:2022. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2021. *Metode Pengambilan Sampel Air Untuk Pengujian Fisika Dan Kimia*. SNI 8995:2021. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bos, Cand K, Fredeen. 2004. *Concept, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, Third Edition*. USA: Perkin Elmer. Connecticut.
- Dewa, R.P, S. Hadinoto, F. R. Torry. 2015. Analisis Kandungan Timbal (Pb) dan Kadmium

- (Cd) pada Air Minum Dalam Kemasan di Kota Ambon. *Balai Riset dan Standardisasi Industri Ambon, Majalah BIAM*. 11(2): 76-82.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition*. USA: American Water Works Association.
- Fatimura, M., R. Masriatini, A. Pratama. 2021. Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang dan Kemasan di Kelurahan Kenten Laut Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Program Studi Teknik Kimia Universitas PGRI Palembang*. 6(1): 66-71.
- Gafur, A., Kartini, A. D., & Rahman. 2017. Studi Kualitas Fisik Kimia dan Biologis pada Air Minum Dalam Kemasan Berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 3 (1), 37-46.
- Howard, F. 2010. *Environmental health from global to local, Second edition*. USA: HB printing.
- Inassa, Ista. 2019. *Persepsi Masyarakat Kota Surabaya Tentang Program Kran Air Siap Minum (Kasm) Pdam Surya Sembada Kota Surabaya*. Surabaya: Skripsi Thesis Universitas Airlangga.
- Indayatmi. 2020. *Analisis Titrimetri Dan Gravimetri*. Yogyakarta: AG Publisher.
- Iryani A., Zainal A., Ade H. M. 2012. *Penggunaan PAC dan Alum Sebagai Koagulan Pada Air Limbah Industri PT. Nalco Indonesia*. ResearchGate, Juli, 1-21. https://www.researchgate.net/publication/313314545_COMPARISON_OF_COAGULAN_PAC_AND_ALUM_AS_A_INDUSTRIAL_WASTE_WATER_IN_PT_NALCO_INDONESIA.
- Joko, T. 2010. *Unit produksi dalam sistem penyediaan air minum* (1st ed.). Jakarta: Graha Ilmu.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002. 2002. *Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor: 651/MPP/Kep/10/2004. 2004. *Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya*. Jakarta: Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002. 2002. *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Kiran B. S. Sai, S. Raja. 2017. A Review on Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (Icp-Oes) with a Special Emphasis on its Applications. *Der Pharmacia Lettre*. 9(10): 44-54.
- Lestari. 2008. *Pengujian efektifitas instalasi pengolahan air bersih sebelum dan sesudah proses upreating (peningkatan) debit air di IPA Dekeng Kota Bogor*. Bogor: Skripsi Universitas Pakuan.
- Marsidi, R. Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2001, 2, 1-10.
- Mauna, R. Berti, I. Ma'rufi, P. T. Ningrum. 2015. Kandungan Kromium (Cr) pada Limbah Cair dan Air Sungai serta Keluhan Kesehatan Masyarakat di Sekitar Industri Elektroplating

- (Studi di Industri Elektroplating X Kelurahan Tegal Besar Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember*.
- Melialia E.S. 2015. *Identifikasi Bakteri Patogen Sebagai Indikator Pencemaran Air di Muara Sungai Deli*. Sumatera Utara: Archive Repository.
- Megan, D. 2019. *Strategi Public Relations*. Banten: FIKOM UMN.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.75 Tahun 2013 *Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia*. 2013. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Mulyani. 2010. *Kajian Terhadap Efisiensi Pengolahan Air Di Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Tirta Pakuan Kota Bogor*. Bogor: Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Musli, V., R. de Fretes. 2016. Analisis Kesesuaian Parameter Kualitas Air Minum dalam Kemasan yang Dijual di Kota Ambon dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). *ISSN*. 10(1): 1978-1105.
- Nazar, M., M. Hasan. 2018. *Spektroskopi Molekul*. Banda Aceh: [Syiah Kuala University Press](#).
- Notoatmodjo, S. 1993. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Novitasari, Dian. 2021. *Hubungan Perilaku Higiene Pengguna Dan Sanitasi Unit Dengan Kualitas Air Pada Kran Air Siap Minum (Kasm) PDAM Surya Sembada Kota Surabaya*. Surabaya: Skripsi Thesis Universitas Airlangga.
- Nuradi, Jangga. 2020. Analisis Kadar Flourida Pada Beberapa Air Kemasan Bermerk Yang Beredar Di Kecamatan Rappocini Kota Makassar. *ISSN*. 11(1): 2621-9557.
- Palar, Heryando. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Peraturan Menteri Kesehatan. 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum No.492*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 78/M-IND/PER/11/2016. 2016. *Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Air Mineral, Air Demineral, Air Mineral Alami, dan Air Minum Embun Secara Wajib*. Jakarta: Menteri Perindustrian Republik Indonesia.
- Ramirez, R. 2013. The Gastropod *Osilinus atrata* as a Bioindicator of Cd, Cu, Pb and Zn Contamination in the Coastal Waters of the Canary Islands. *Chem. Ecol.*, 29(3): 208-220.
- Rinawati, R., Supriyanto., Widya S. Dewi. 2008. Profil Logam Berat (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb dan Zn) Di Perairan Sungai Kuripan Menggunakan ICP-OES. *Jurnal. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung*.
- Rompas, R. Max. 1998. *Kimia Lingkungan 1*. Bandung: Tarsito.
- Slade, G.D., Sanders, A.E., Do, L., Roberts-Thomson, K., Spencer, A.J. 2013. Effects of Fluoridated Drinking Water on Dental Caries in Australian Adults. *Journal of Dental Research*. Vol. XX hal. 1-7.
- Soegianto, A. 2023. *Dampak Logam Berat terhadap Biologi Ikan*. Pekalongan: NEM-IKAPI.
- Sutrisno, T. 2006. *Teknologi penyediaan air bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Taylor, H. E. 2001. *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (Practices and Techniques)*. USA: Academic Press.
- Tombeng, R. B., B. Polii, S. Sinolungan. 2013. Analisis Kualitatif Kandungan *Escherichia coli* dan Coliform Pada 3 Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Manado. *Jurnal Kesehatan*

Masyarakat Universitas Sam Ratulangi. 492, 5–9.

Toruan, P.L., Bella M., Asiah J., Syahnas S.P., Atina.2023. Pengaruh Temperatur Air Terhadap Konduktivitas dan *Total Dissolved Solid*. *Jurnal Kumparan Fisika*. 6 (1): 11-16.