

V. PEMBAHASAN

5.1 Sumber Air Minum

Sumber air minum dibedakan menjadi dua yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan diantaranya seperti sungai, mata air, dan rawa (Kusumawati, 2018). Di Indonesia pasokan air berasal dari PDAM dengan sumbernya dipasok dari air permukaan (Hartono, 2016). Air minum dalam wilayah metropolitan umumnya bersumber dari air permukaan, dan campuran dari air permukaan maupun air tanah. Sedangkan wilayah pedesaan cenderung bergantung pada air tanah (Carrard *et al.*, 2019).

Menurut penelitian Harmon *et al.*, (2018) dari segi cita rasa panelis lebih menyukai air yang sudah diolah, seperti air ledeng dengan metode pemurnian RO dan air dalam kemasan namun air ledeng lebih disukai dari segi organoleptik daripada air kemasan, sumber air berbeda memiliki sensitivitas cita rasa berbeda pula. Berdasarkan penelitian Platikanov *et al.*, (2017) Panelis menyukai air dalam kemasan karena mineral air yang terkandung memiliki pengaruh kuat pada rasa. Air yang sudah diolah dalam keseluruhan cita rasa berkorelasi dengan komposisi fisikokimia (Platikanov *et al.*, 2013).

Air minum dari sumber berbeda air tanah dan air permukaan serta air yang diolah memiliki cita rasa berbeda karena dipengaruhi oleh komposisi kimia, mineral dan zat organik dalam sumber air (Dietrich, 2006). Karakteristik fisikokimia air yang berasosiasi dengan tingkat kesukaan konsumen adalah TDS (200 - 400 mg/L), pH sekitar (7,5 - 8,1), dan dengan konsentrasi HCO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} dan Mg^{2+} relatif tinggi yang dapat berpengaruh terhadap meningkatnya pH (Platikanov *et al.*, 2013). Panelis dapat mendeteksi variasi pH, mineral, dan kandungan organik air minum. Persepsi cita rasa air merupakan faktor penting bagi konsumen. Sebagian konsumen memilih air minum dalam kemasan karena cita rasanya secara organoleptik lebih enak dan diterima, dan karena keamanan lebih terjaga (Dietrich, 2006).

Cita rasa air mencerminkan kualitas air dari berbagai sumber, serta tingkat kontaminasi oleh polutan biologis, organik dan anorganik. Panelis dapat menilai kualitas air berdasarkan rasa yang memenuhi standar, atau di bawah standar rasa air minum (Whelton *et al.*, 2007; Rao & Mamantha, 2004). Terdapat karakteristik fisikokimia dari sumber-sumber yang memenuhi syarat untuk menjaga keamanan dan tingkat kesukaan konsumen dibandingkan kualitas air minum dari (Permenkes No. 736/Menkes/Per/VI/2010), dan (SNI 01-3353-2006) yang disajikan dalam Tabel 12. Terdapat karakteristik fisikokimia yang berbeda hal ini untuk menilai apakah karakteristik fisikokimia air baku dari sumber-sumber tersebut memenuhi syarat atau tidak, yang dibandingkan dengan baku keamanan air atau minuman menurut standar dari dari (Permenkes No. 736/Menkes/Per/VI/2010; SNI 01-3353-2006).

Terdapat kualitas dalam karakteristik cita rasa air diantaranya TDS, pH, komposisi kimia, kandungan garam (kation dan anion), stabilitas termodinamika, dan suhu air. Konsentrasi ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} dan HCO_3^- yang tinggi berpengaruh terhadap meningkatnya pH. $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ dan MgSO_4 mendominasi MgCl_2^- , kation ini memberikan korelasi positif terhadap Ca^{2+} yang bertanggung jawab dalam kesadahan air (Platikanov *et al.*, 2013). Konsentrasi Na^+ dan Mg^{2+} air sadah yang mencapai ambang batas rasa, berkontribusi pada rasa asin dan pahit dalam air karena penurunan sensitivitas rasa logam yang dihasilkan oleh besi sulfat dalam penelitian. Mineral seperti (Ca^{2+} , K^+ , Cl^-) berada di bawah ambang batas rasa, sehingga mempengaruhi persepsi terhadap rasa air. Suhu ideal air (15-25°C) berpengaruh pada intensitas rasa dan tingkat kesukaan seseorang terhadap air (Whelton *et al.*, 2007).

van der Aa (2003) melaporkan kandungan mineral dalam produk air mineral di 41 negara, melampaui standar air di Belanda sebesar 9-20% komponen mineral diantaranya adalah klorida, kalsium, kalium magnesium, sulfat, natrium, dan fluor (van der Aa, 2003). Air memiliki kandungan penting yaitu TDS, kandungan garam (kation dan anion), dan beberapa mineral yang dapat

memberi rasa di mulut seperti sensasi rasa manis, asin, asam, dan pahit dalam air minum (Whelton *et al.*, 2007). Berdasarkan hasil uji air mineral, air dengan TDS yang lebih tinggi dari 500 mg/L mengandung komponen terlarut, kesadahan air dan kandungan klorida yang melampaui standar maksimum. Sebagian besar TDS air mineral berada dalam kisaran sebesar 50-500 mg/L (van der Aa, 2003).

Tabel 5. 1 Perbandingan Kriteria Kualitas Mutu Air dari Permenkes dan SNI

No.	Kriteria Uji	Permenkes	SNI
1.	Mikrobiologi E.Coli	0	-
2.	Mikrobiologi Total bakteri Koliform	0	0
3.	Kimia anorganik Arsen	Maks. 0,01 mg/L	Maks. 0,01 mg/L
4.	Kimia anorganik Flourida (F)	Maks. 1,5 mg/L	Maks. 1 mg/L
5.	Kimia anorganik Kromium (Cr)	Maks. 0,05 mg/L	Maks. 0,05 mg/L
6.	Kimia anorganik Kadmium (Cd)	Maks. 0,003 mg/L	Maks. 0,003 mg/L
7.	Kimia anorganik Nitrit (NO ₂ ⁻)	Maks. 3 mg/L	Maks. 0,1 mg/L
8.	Kimia anorganik Nitrat (NO ₃ ⁻)	Maks. 50 mg/L	Maks. 44 mg/L
9.	Kimia anorganik Sianida (CN ⁻)	Maks. 0,07 mg/L	Maks. 0,05 mg/L
10.	Kimia anorganik Selenium (Se)	Maks. 0,01 mg/L	Maks. 0,01 mg/L
11.	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
12.	Warna	Maks. 15 TCU	Maks. 5 Unit Pt-Co
13.	TDS	Maks. 500 mg/L	Maks. 500 mg/L
14.	Kekeruhan	Maks. 5 NTU	Maks. 1,5 NTU
15.	Rasa	Tidak berasa	Normal
16.	Suhu	Suhu udara ± 3°C	-
17.	Aluminium (Al)	Maks. 0,2 mg/L	-
18.	Besi (Fe)	Maks. 0,3 mg/L	Maks. 0,1 mg/L
19.	Kesadahan	Maks. 500 mg/L	-
20.	Klorida (Cl)	Maks. 250 mg/L	Maks. 250 mg/L
21.	Mangan (Mn)	Maks. 0,4 mg/L	Maks. 0,05 mg/L
22.	pH	6,5-8,5	6-8,5 Min. 4
23.	Seng (Zn)	Maks. 3 mg/L	-
24.	Sulfat (SO ₄)	Maks. 250 mg/L	Maks. 200 mg/L

25.	Tembaga (Cu)	Maks. 2 mg/L	Maks. 0,5 mg/L
26.	Amonia (NH ₄)	Maks. 1,5 mg/L	Maks. 0,15 mg/L

TCU : *True Color Unit*

Pt-Co : *Platinum Cobalt*

NTU : *Nephelometric Turbidity Unit*

(Sumber: SNI 3353-2015; Permenkes No. 736/Menkes/PerVI/2010)

Air permukaan mengandung oksigen terlarut, bahan organik, partikulat yang tinggi, dan variasi suhu selain itu air permukaan rawan tercemar dengan berbagai polutan dan mikroba. Air permukaan umumnya kurang baik untuk langsung diminum atau dikonsumsi. Maka sumber air yang berasal dari air permukaan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan (Armus *et al.*, 2021). Sedangkan air tanah terkandung mineral lebih tinggi, lebih terlindung dari berbagai pencemar sehingga kandungan mikroorganisme lebih sedikit dan partikulat yang dapat mempertahankan suhu dingin secara konstan karena sumbernya berada di dalam lapisan tanah (Whelton *et al.*, 2007; Kusumawati, 2018). Dilihat dari komponen-komponen yang mencemari air permukaan, maka air tanah lebih memenuhi syarat kualitas yang ideal. Air tanah memiliki komposisi zat terlarut yaitu *major constituent* dengan kandungan 1,0 -1.000 mg/L, *secondary constituents*, *minor constituents* dan *trace constituents* diantaranya terkandung kalsium, natrium, magnesium, sulfat, klorida, silika, karbonat, nitrat dan florida (Siswoyo, 2017).

Terdapat senyawa *Taste & Odor* (T&O) dalam air di antaranya geosmin; MIB; TCA; IPMP; *2-methyl-benzofuran*; *2-isobutil*; *cis-3 hexenyl-acetate*, *trans-2,4-heptadienal*; *trans, cis-2,6-nonadienal*; dan *trans-2-decenal* yang tergantung dari variasi analit (Chen *et al.*, 2013). Air permukaan memiliki konsentrasi MIB dan geosmin berkisar antara 3,2 hingga 51,8 ng/L dan 13,4 hingga 26,7 ng/L. Sedangkan untuk air olahan MIB, geosmin terdeteksi pada yang konsentrasi rendah (Chen *et al.*, 2013). *Taste* dan *Odor* atau aroma dapat timbul pada air karena rentang pH serta adanya komposisi kimia berbeda, aroma dan rasa yang timbul secara biologis pada air adalah Geosmin dan MIB (Wang *et al.*, 2015).

Menurut Whelton *et al.*, (2007) air tanah memiliki mineral tembaga (0,1-3,0 mg/L), besi (0,1-0,5 mg/L), mangan (0,05-2,0 mg/L), dan seng (1,0-5,0 mg/L) Kandungan $MgCl_2 > 47$ mg/L dan $Mg (HCO_3)_2 > 58$ mg/L (Whelton *et al.*, 2007). Besi yang larut, tersuspensi atau hidroksida, dapat dikenali oleh indera pengecap pada konsentrasi 0,1-1,0 mg/L. Tembaga dapat dideteksi pada < 1 mg/L; ketika konsentrasi tembaga >4 mg/L bisa terjadi gangguan gastrointestinal, seperti muncul rasa pahit serta muncul toksisitas. Seng dapat dideteksi sebagai $ZnSO_4$ pada 4 mg/L. Mangan memberikan rasa *astringen* pada TTC 0,05 mg/L (Whelton *et al.*, 2007).

Komposisi kimia dari dua sumber air terproses yaitu air ledeng dan *filtered water* penting dalam evaluasi hasil studi. Ambang batas deteksi rasa untuk sisa klorin dari 0,17 hingga 0,71 mg/L untuk residu sisa klorin dari air ledeng berkisar antara 0,27 hingga 0,39 mg/L (Jhuang *et al.*, 2020). Secara organoleptik air ledeng dan air yang difilter dengan (*point of use*) POU memiliki rasa serupa. Sehingga fasilitas kota dapat mudah terpenuhi akses air ledeng terutama dalam penyelenggaraan air mancur minum (Jhuang *et al.*, 2020). Ambang batas deteksi rasa garam (NaCl) sebesar 650 ± 50 mg/L ditentukan untuk NaCl pada pH 8 (Wiesenthal *et al.*, 2007).

Air tanah, dan air permukaan melewati proses pengolahan yang kurang lebih serupa seperti filtrasi, dan sedimentasi untuk menghilangkan bahan organik dan mendegradasi T&O air, kemudian melewati desinfeksi mikroorganisme dengan teknologi UV atau Klorinasi dan Ozonisasi, namun untuk air tanah tidak perlu melewati pemurnian air karena terkandung banyak mineral baik, karena bila di murnikan lagi maka mineral akan hilang (Whelton *et al.*, 2007) sedangkan air permukaan perlu melewati proses pemurnian untuk mendapatkan air minum yang bersih dan aman untuk kesehatan karena air permukaan rawan tercemar dengan berbagai polutan dan mikroba (Armus *et al.*, 2021).

Flavor disebabkan oleh *taste* atau rasa, *odor* atau bau, dan *feelings* atau perasaan. Respons manusia terhadap sensasi *taste* atau *odor* dapat dicirikan dengan rasa "manis" atau "asin", maupun peringkat intensitas seperti "lemah" atau "kuat". Setiap produk yang dicicipi atau dicium dapat dirasakan sebagai kombinasi dari beberapa kualitas deskriptif, masing-masing memiliki intensitasnya sendiri (Burlingame *et al.*, 2007). Manusia dapat mengevaluasi dan merasakan air dengan memberi penilaian atas kualitas air melalui indera penciuman (*olfactory* atau sensitivitas *olfactory*) yang memberi respon manusia terhadap bau, karena bau sering dikaitkan dengan rasa yang dirasakan ketika zat masuk rongga hidung langsung dan selama mencicipi serta menelan (Burlingame *et al.*, 2007; Dietrich, 2006).

Air memiliki *mouthfeel*, dan aroma yang dihirup diterima langsung oleh hidung atau melalui rongga hidung (*Orthonasal*) dan reseptor sensori dalam mulut (*Retronasal*) (Dietrich, 2006). Manusia dapat mengevaluasi dan merasakan air dengan memberi penilaian atas kualitas air (Dietrich, 2006). Hal ini sesuai dengan penelitian Brookshire (2017) bahwa lidah memiliki cara untuk mendeteksi cita rasa air. Analisis profil sensori antara sensitivitas panelis terlatih dan *electronic tongue* menunjukkan hasil yang sama yaitu produk yang diproduksi dengan brand berbeda namun memiliki aroma yang sama memiliki profil sensori yang sangat mirip. Intensitas rasa dari semua komponen air yang berkontribusi dalam cita rasa dapat dengan mudah diukur dengan instrumen seperti *electronic tongue*. Seluruh atribut sensori sampel air dari panelis dan *electronic tongue* menunjukkan hasil yang sama (Sipos *et al.*, 2013).

Pengurangan rasa manis dalam air dapat terjadi karena terdapat Fe^{2+} sehingga menginduksi efek kognitif melalui interaksi mekanisme transduksi rasa (Wang *et al.*, 2016). Sensasi logam adalah kombinasi rasa logam di lidah dan bau retronasal dari karbonil dan senyawa organik volatil lainnya. Interaksi rasa manis dan kandungan logam merupakan hasil komprehensif dari interaksi manis-pahit, *astringent*-manis, dan manis-asin (Wang *et al.*, 2016).

Hubungan antar rasa dan kesehatan yang diidentifikasi dapat dirasakan perbedaannya. Panelis dapat merasakan perbedaan kualitas air dengan merasakan rasa tidak enak, nilai di bawah standar rasa air minum. Identifikasi dari masing-masing panelis memiliki preferensi berbeda yang berhubungan pada kandungan mineralnya. Standar air minum didasarkan pada toleransi rasa konstituen individu (Whelton *et al.*, 2007). Suhu air memiliki pengaruh pada intensitas rasa dan tingkat kesukaan seseorang terhadap air, suhu ideal (15-25°C) (Whelton *et al.*, 2007).

5.2 Faktor Geologis

Sumber air yang berbeda memiliki profil mineral yang berbeda tergantung pada lokasi sumbernya (Kablo, 2021). Terdapat banyak faktor yang berpengaruh terhadap profil mineral atau cita rasa air diantaranya tergantung pada setiap sumber air, jenis tanah, iklim, beserta geolokasinya, kandungan mineral, dan kimia ditentukan oleh komposisi batuan dari mana diekstraksi (Kablo, 2021; van der Aa, 2003). Faktor geologis berpengaruh terhadap pembentukan air yang bersumber dari air tanah terjadi oleh karena kandungan hidrokimia yang juga dipengaruhi oleh aktivitas di atas permukaan tanah dan kemudian air teraerosol, dan terpenetrasi ke dalam bawah tanah (Ruiz-Garcia *et al.*, 2019).

Cita rasa air yang berasal dari air tanah terbentuk oleh karena kandungan hidrokimia yang juga dipengaruhi oleh aktivitas di atas permukaan tanah, dan kemudian air teraerosol, dan terpenetrasi ke dalam bawah tanah. Hasil uji sampel dari berbagai sumber air, memiliki kandungan klorida, natrium, kalsium, dan magnesium hal ini dapat terjadi karena penetrasi anion yang terdapat dalam tanah melalui aerosol laut (*marine aerosol*). Aerosol menyimpan anion klorida di tanah, dan kemudian dapat mengalir ke reservoir bawah tanah (Ruiz-Garcia *et al.*, 2019). Ion yang terkandung pada hidrokimia di daerah kars adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan HCO_3^- merupakan ion proses hidrokimia yang

merupakan sumber utama ion dari proses hidrokimia utama. Proses hidrokimia dipengaruhi oleh pelapukan, namun musim kemarau memberikan variasi yang lebih besar. Aktivitas antropogenik berkontribusi Na^+ yang tinggi dalam air tanah. Kandungan Na^+ pada musim kemarau berkisar 8-93 ppm, dan 3-23 ppm pada musim hujan hal ini karena Na^+ terjadi pengenceran oleh air hujan (Listyani *et al.*, 2021).

Dalam antropogenik disolusi mineral anhidrit, pupuk limbah pertanian, atau kota memberi kontribusi terhadap senyawa nitrat dalam air tanah. Aktivitas manusia berpengaruh dalam hidrokimia air, berasal dari bahan kimia seperti pupuk, bahan pemutih, material industri yang berasal dari anion asam. Sedangkan untuk nilai K^+ yang rendah terjadi karena batuan silika tidak mendominasi daerah tersebut namun penggunaan pupuk pertanian berbasis K^+ . Di kawasan kars, disolusi batuan dominan terjadi pada batu gamping karena batuan karbonat mudah larut (Listyani *et al.*, 2021).

Akuifer pada daerah penelitian berdasarkan stratigrafi memiliki jenis akuifer bebas atau *unconfined water*. Nilai TDS, dan DHL berdasarkan hidrokimia kalsium karbonat memiliki nilai tinggi, dihasilkan oleh kandungan mineral yang berasal dari unsur plagioklas, andesit, dan batuan karbonat dengan unsur Ca^{2+} . Sumber air dari daerah kalsium karbonat memiliki pH >7 yang termasuk basa atau alkali, kekerasan karbonat. Alkalinitas sekunder $> 50\%$, sifat kimia air tanah sebagian besar didominasi alkali (Rizqullah *et al.*, 2018).

Faktor geologis dapat memengaruhi kandungan air serta cita rasa air karena formasi geologi berperan dalam pembentukan aroma, rasa, warna dan kekeruhan dari sumber mata air. di kota Batu termasuk mata air termasuk dalam *perennial springs* karena debit air konsisten sepanjang tahun dan tidak dipengaruhi oleh musim. Karena komposisi geologi, batuan beku intrusi, sehingga mata air keluar dari celah-celah batuan yang kedap air termasuk dalam *fracture spring*. Rekanan antar batuan memiliki kapasitas penyimpanan air

relatif besar sehingga debit mata air relatif besar, dapat mengalir sepanjang tahun.

Keragaman kandungan mineral pada kawasan gunung berapi menghasilkan air dengan mineral yang bervariasi yang diindikasikan oleh tingkat kesadahan (Taryana, 2015). Kesadahan air tinggi menunjukkan bahwa akuifer komposisi geologi yang berbeda-beda dipengaruhi jarak yang semakin dekat dari gunung berapi (Taryana, 2015). Tingkat kekeruhan yang rendah didapatkan pada sumber mata air dari lereng kaki (*foot slope*), dan cenderung semakin keruh pada lokasi yang lebih tinggi. Perbedaan pH menunjukkan bahwa akuifer yang menyebabkan perbedaan cita rasa untuk akuifer berasal dari batuan beku dalam air bersifat basa, sedangkan batuan beku luar air bersifat asam (Taryana, 2015).

Faktor paling dominan yang menentukan variasi tinggi permukaan air tanah adalah kemiringan lahan, kondisi geologi dan jenis akuifer. Keluarnya mata air dipengaruhi oleh faktor kelerengan. Air tanah dangkal dialiri dari elevasi tinggi ke elevasi lebih rendah (Devianto *et al.*, 2019; Iswahyudi *et al.*, 2016). Tekstur tanah dapat mengurangi permeabilitas, dan mencegah migrasi kontaminan, oksidasi, penukaran ion, biodegradasi air (Devianto *et al.*, 2019). Air tanah dangkal akan mengalir dari elevasi tinggi ke elevasi lebih rendah. Struktur geologi merupakan zona lemah yang memungkinkan air atau fluida dari bawah permukaan atau dekat permukaan. Keberadaan mata air pada struktur geologi, berupa rekahan, atau patahan di sekitar lokasi (Iswahyudi *et al.*, 2016). Faktor yang berpengaruh terhadap keluarnya mata air terjadi karena faktor geologi, morfologi, dan litologi dimana kelerengan tinggi ke elevasi rendah, dan air melewati celah antar batuan yang tersusun atas lava dengan retakan dan perlapisan serta vesikuler yang memungkinkan aliran air dari bawah permukaan (Iswahyudi *et al.*, 2016).

Faktor geologis memengaruhi keragaman cita rasa air salah satunya terdapat rasa besi bisa terjadi karena berasal daerah *high groundwater iron* yang

memiliki konsentrasi besi rata-rata (tinggi) 3,69 mg/L; 3,93 mg/L dan 7,71 mg/L sedangkan terdapat juga daerah *low groundwater iron* yang memiliki konsentrasi besi rata-rata (rendah) 0,08 mg/L, 0,68 mg/L dan 3,26 mg/L. Proporsi penilaian rasa yang berbeda dari air sumur yang diperoleh dapat digunakan dalam hubungannya dengan konsentrasi besi rata-rata. Rating rasa oleh panelis secara signifikan dihasilkan cita rasa seperti zat besi pada air tanah, dan konsentrasi besi yang lebih tinggi diamati dengan rating lebih tinggi (Rahman *et al.*, 2020).

Ketersediaan air dipengaruhi oleh perubahan iklim karena memiliki dampak pada peningkatan evaporasi dan evapotranspirasi yang kemudian setiap tahunnya setelah dikalkulasi dengan neraca air hujan yang turun terbagi menjadi beberapa persen diantaranya evapotranspirasi, kemudian ada yang mengalir di daerah permukaan, terfiltrasi air tanah sehingga mempengaruhi cita rasa air (Prasetiawan, 2015). Kedalaman sumber air tanah merupakan salah satu faktor penting untuk menunjukkan ketebalan lapisan yang dilalui oleh air untuk mengalami infiltrasi hingga zona akuifer jenuh (Devianto *et al.*, 2019). Tinggi dari curah hujan berpengaruh terhadap tingkat perpindahan kontaminan yang mudah larut menuju air tanah sehingga dapat menyebabkan air tanah tercemar. Jenis akuifer berbeda bergantung pada media akuifer atau lapisan tanah. Semakin besar media akuifer potensi tercemar juga semakin besar. Karakteristik dari tekstur tanah berpengaruh terhadap kemampuan infiltrasi air tanah, penyisihan kontaminan, dan potensi disperse (Prasetiawan, 2015; Devianto *et al.*, 2019).

Air memiliki kandungan fisikokimia yaitu TDS, kandungan garam (kation dan anion), dan beberapa mineral yang dapat memberi rasa di mulut seperti sensasi rasa manis, asin, asam, dan pahit dalam air minum (aluminium memberi sensasi rasa *astringency*) (Devesa & Dietrich, 2018). Kandungan garam (anion & kation) berkontribusi pada TDS untuk rasa dan kesukaan air (Devesa & Dietrich, 2018). TDS dalam air mengandung beberapa kation terlarut seperti

Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , sedangkan anion seperti CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , dan Cl^- (Honiq *et al.*, 2020). Semakin tinggi jumlah TDS maka cita rasa menjadi semakin kurang enak sesuai dengan pendapat Burlingame *et al.*, (2007)

Ukuran TDS 200-400 mg/L mencerminkan kualitas air yang baik (Burlingame *et al.*, 2007). Burlingame *et al.*, (2007) menyampaikan bahwa ukuran TDS 451-800 mg/L memiliki rating sedang, ukuran TDS 801-1000 mg/L memiliki rating buruk, dan > 1000 mg/L dan tidak dapat di terima dari segi cita rasa (Honiq *et al.*, 2020; Burlingame *et al.*, 2007). Adanya perbedaan ukuran TDS air memungkinkan konsumen untuk membedakan cita rasa air, serta untuk menentukan perubahan TDS berpengaruh terhadap penerimaan air minum. Sehingga TDS dapat digunakan sebagai parameter untuk penentu utama cita rasa air (Devesa & Dietrich, 2018). TDS dengan ukuran >150 mg/L sudah dapat dirasakan sehingga dapat dibedakan berdasarkan cita rasa (standar acuan minimum pengolahan air ledeng) (Devesa & Dietrich, 2018).

Identifikasi cita rasa dari setiap konsumen memiliki preferensi berbeda yang berhubungan pada kandungan mineralnya. Standar air minum didasarkan pada toleransi rasa konstituen individu (Whelton *et al.*, 2007). Suhu air juga memiliki pengaruh pada intensitas rasa dan tingkat kesukaan seseorang terhadap air, suhu ideal ($15-25^\circ\text{C}$) (Whelton *et al.*, 2007). TDS berpengaruh terhadap fisikokimia yang berkontribusi dalam cita rasa air diantaranya terdapat $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ dan MgSO_4 mendominasi MgCl_2 , kation ini memberikan korelasi positif terhadap Ca^{2+} sehingga memberi kesadahan air (Platikanov *et al.*, 2013). Kesadahan air dalam tidak mempengaruhi cita rasa dari air, namun konsentrasi mineral yang lebih tinggi signifikan menurunkan rasa manis dari pemanis yang di campur dalam air seperti sukrosa, madu, dan sukralosa (Wang *et al.*, 2016). Konsentrasi Na^+ , Mg^{2+} air sadah yang mencapai ambang batas rasa, berkontribusi pada rasa asin dan pahit dalam air, hal ini karena penurunan sensitivitas rasa logam yang dihasilkan oleh besi sulfat dalam penelitian (Wang *et al.*, 2016). Ion Ca dan Mg merupakan ion utama yang menyebabkan air menjadi sadah, selain itu ion Al,

Fe, Mn, Sr, garam sulfat, klorida dan bikarbonat juga menyebabkan terbentuknya air sadah. Air sadah memiliki tingkat kesadahan tinggi, dan berbeda tergantung dari berbagai tempat terutama bila air tersebut berkontak langsung dengan batuan kapur atau akuifer yang dilaluinya (Qonita *et al.*, 2019).

Air dengan kadar beberapa logam yang tinggi, seperti tembaga, dapat memiliki rasa pahit. Sedangkan garam timbal (anorganik) memiliki rasa manis (Burlingame *et al.*, 2007; Cuppett *et al.*, 2006). Rasa asin air dihasilkan terutama oleh ion natrium. Sedangkan garam anorganik lainnya membangkitkan rasa pahit atau manis, bukan asin. Rasa air asin dikaitkan dengan air dengan total padatan terlarut (TDS) yang tinggi (Burlingame *et al.*, 2007). Garam anorganik dengan berat molekul tinggi biasanya terasa pahit. Rasa pahit dapat disebabkan oleh berbagai senyawa organik (seperti kafein) dan anorganik (seperti magnesium klorida dan kalsium klorida).

Sebagian besar kandungan garam dalam air HCO_3^- , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} , namun terdapat Cl^- yang mengandung sebagian kecil dalam air (Honiq *et al.*, 2020). Sumber air dikatakan cukup termineralisasi, dengan adanya kandungan ion Cl^- , Ca^{2+} dan Na^+ , kadar salinitas mencapai 8646 mg/L, dan klorida hingga 4200 mg/L (Ruiz-García *et al.*, 2019). Kandungan ion garam (kation dan anion) seperti Na^+ , K^+ , Cl^- dengan konsentrasi tinggi kurang disukai oleh panelis (Platikanov *et al.*, 2013). Peningkatan Na^+ , K^+ , Cl^- , dan Mg^+ menyebabkan air menjadi kurang disukai. Hasil pengujian $\text{NaCl} < 290$ mg/L dapat diterima namun $\text{NaCl} > 465$ mg/L kurang disukai (Whelton *et al.*, 2007). Berdasar penelitian Platikanov *et al.*, (2017) panelis menyukai air kandungan CaSO_4 dan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ tinggi dengan alkalinitas dan pH tinggi ($\text{pH} > 7$). Profil NaCl dan pH rendah ($\text{pH} < 7$) dan konstituen minor (Mg^{2+} , K^+ dan Si) relevan untuk evaluasi rasa air untuk mengevaluasi kandungan anion dan kation pada air (Platikanov *et al.*, 2017).

5.3 Teknologi Pengolahan

Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 mendefinisikan air minum merupakan air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum yang aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan seperti fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan (Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010).

Metode pengolahan air umumnya meliputi *sand filtration*, *activated carbon filtration*, *UV treatment* atau ozonasi, filtrasi mikro (*polishing*) dan *reverse osmosis* (RO). Air juga mungkin memerlukan pelunakan melalui teknik pertukaran ion (Pollution Research Group, 2015). Menurut Pollution Research Group (2015) tahapan metode pertama yakni *sand filtration* untuk menghilangkan padatan tersuspensi, kedua adalah *activated carbon filtration* untuk menghilangkan warna dan kontaminan organik, kemudian *UV treatment* atau ozonasi untuk membunuh bakteri, filtrasi mikro (*polishing*) untuk menghilangkan partikel dan bakteri, dan RO untuk mereduksi padatan terlarut (Pollution Research Group, 2015).

Mekanisme pengisian air pada DAMIU telah sesuai dengan persyaratan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No 651/MPP/Kep/10/2004 yaitu air baku dari tangki air ditampung dalam bak penampung, selanjutnya dilakukannya penyaringan bertahap, dilakukannya desinfeksi, pengisian galon dan penutupan galon. Teknologi filtrasi sedimentasi merupakan metode tahap awal untuk mendegradasi bahan organik dan senyawa air, dan dapat menghilangkan senyawa T&O antara lain (IPMP, IBMP, *trans cis-2,6 nonadienal*, *2-methylbenzofuran*, TCA dan *trans-2-decenal*) (Chen *et al.*, 2013). Air IPMP merupakan senyawa yang dapat menyebabkan rasa tidak enak dan aroma kurang enak, bila terkandung di dalam air (Antonopoulou *et al.*, 2020). Degradasi T&O seperti geosmin serta MIB efektif dengan menggunakan fotokatalisis. Mineralisasi fotokatalitik geosmin dan MIB dengan adanya

$\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}^{4-}$, dan TiO_2 untuk menghilangkan karakteristik T&O yang tidak diinginkan dari geosmin dan MIB dalam air (Fotiou *et al.*, 2014). Untuk mendegradasi senyawa T&O air (geosmin dan MIB) dengan menggunakan PAC dengan prinsip kerja menggunakan energi hidrolik untuk mencampur air baku dengan partikel PAC (Bae *et al.*, 2007).

Proses aerasi-filtrasi, klorinasi filtrasi, dan oksidasi kalium permanganat tersebut dipilih berdasarkan besarnya konsentrasi zat besi atau mangan yang terkandung dalam air, kondisi air baku yang digunakan, serta kemudahan proses (Said, 2005). Aerasi dan proses penyaringan dengan filter yang berisi pasir silika, mangan zeolit dan karbon aktif dapat menurunkan kandungan zat besi dan mangan. Proses oksidasi, zat besi dan mangan dengan cara aerasi filtrasi juga dapat menghilangkan gas karbon dioksida, gas metana, gas hidrogen sulfida serta dapat menghilangkan bau air (Said, 2005).

Proses klorinasi-filtrasi maupun proses kalium permanganat-filtrasi dengan mangan zeolit, senyawa yang digunakan yaitu gas klorin atau larutan hipoklorit. Metode filtrasi dengan karbon aktif efektif untuk mendegradasi kesadahan air terutama pada daerah yang mengandung CaCO_3 tinggi (Qonita *et al.*, 2019). Teknologi dengan AOP UV/klorin dapat menjadi alternatif untuk pengolahan, karena UV/klorin lebih efektif dalam mereduksi rasa dan aroma air yang kurang diterima (Wang *et al.*, 2015). AOP yang memiliki kekuatan oksidasi hidroksil radikal yang dapat menurunkan senyawa organik dalam air (Istingani *et al.*, 2017). Proses UV-A/Klorin merupakan metode yang efektif dan efisiensi untuk mendegradasi karakteristik tidak enak dari T&O air minum yaitu IPMP (Antonopoulou *et al.*, 2020). UV/ $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ dapat mendegradasi Cl^- . UV/klorin dapat mereduksi kafein oleh dua proses dengan hasil UV/klorin sekitar 95% dan UV/ H_2O_2 sekitar 67% dari peluruhan MIB dan geosmin (Wang *et al.*, 2015). Kombinasi biofiltrasi dan ultrafiltrasi memiliki kelebihan yaitu dapat menghilangkan komponen organik, amoniak, pestisida. Senyawa tersebut dapat diuraikan dengan proses biologis secara alami (Said, 2009).

Berdasar metode pengolahan air terdapat metode untuk desinfeksi mikroorganisme dan patogen, serta mendegradasi senyawa T&O dan mendegradasi senyawa organik air yang menyebabkan cita rasa menjadi kurang enak, dan untuk meningkatkan kinerja dalam proses oksidasi yang mereduksi bahan pencemar pada konsentrasi dan waktu reaksi optimum dari penggunaan oksidator: klorin, ozon dan peroxone (H_2O_2/O_3) diantaranya terdapat klorinasi karena menghasilkan air minum yang aman dan diterima dari segi cita rasa sehingga memperluas akses air minum (Crider *et al.*, 2018).

Perlakuan AOP dapat mengurangi konsentrasi kontaminan. Namun kandungan garam (anion) tidak dapat terdegradasi secara signifikan oleh UV/ H_2O_2 karena konsentrasi patogen rendah. Kedua RO *brine* memiliki parameter kualitas air serupa yaitu pH 8,3. Konsentrasi RO *brine* untuk karbonat sebesar 10, serta konsentrasi klorida (33-58 mM) dan patogen (28-36 M) (Yang *et al.*, 2015).

Hubungan antara karakteristik dan sensitivitas klorin, dalam mendeteksi perbedaan antara jenis klorin dan untuk mengetahui ambang deteksi *free chlorine acceptability threshold*. *Acceptability threshold* T&O air yang di klorinasi disesuaikan dengan air minum yang mengandung klorin. Ambang batas deteksi klorin sebesar 0,71mg/L atau lebih tinggi, dari seluruh natrium hipoklorit dan NaDCC. Klorin dapat mengoksidasi cemaran, besi dan mangan sehingga mudah teroksidasi oleh klorin dan bahan oksidan lain yang umum digunakan dalam pengolahan air (Jeuland *et al.*, 2015). Cita rasa yang kurang dapat diterima dapat di cegah dengan teknologi klorinasi pada tingkat rumah tangga, preferensi rasa di sumber air, dengan teknologi pengolahan air bersih (Istingani *et al.*, 2017; Crider *et al.*, 2018).

Teknologi pengolahan Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) menggunakan teknologi UV ozon dan teknologi ultraviolet untuk desinfektan mikroorganisme namun tidak semua depo dapat memenuhi standar koliform atau mikroba degan

data terdapat empat DAMIU dengan jenis pengolahan ultraviolet salah satu depo dengan jenis pengolahan UV Ozon karena pemeliharaan alat yang kurang sempurna pada AMIU (Pradana & Marsono, 2013). Kondisi DAMIU Menurut Permenkes No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum penentuan lokasi depo sebaiknya terhindar dari resiko pencemar. Pemeliharaan alat harus rutin di cek serta adanya penggantian media filter dan pembersihan unit-unit (Permenkes No. 736/Menkes/Per/VI/2010).

Terdapat parameter total koliform yang belum memenuhi yaitu pada empat depo dengan jenis pengolahan ultraviolet, dan salah satu depo dengan jenis pengolahan UV Ozon. Hal ini karena pemeliharaan alat yang kurang sempurna sehingga memungkinkan masih adanya bakteri koliform pada DAMIU (Pradana & Marsono, 2013). Hasil uji kualitas air didapatkan nilai TDS Pacet dan Prigen sebesar 268 mg/l dan 276 mg/l. Warna sama-sama sebesar 0 Pcto, Total koliform Pacet 150/100 ml sampel dan Prigen 480/100 ml sampel. Sedangkan nilai kekeruhan Pacet dan Prigen sama yaitu sebesar 0,45 NTU (Pradana & Marsono, 2013).

Teknologi desinfeksi adalah proses untuk membunuh mikroorganisme dan patogen dalam air. Proses desinfeksi dapat mendegradasi senyawa rasa dan aroma serta senyawa organik lain dalam air yang dapat menyebabkan cita rasa kurang enak. Selain itu proses desinfeksi dapat meningkatkan kinerja dalam proses oksidasi yang mereduksi bahan pencemar pada konsentrasi dan waktu reaksi optimum dari penggunaan oksidator: klorin, ozon dan peroxone (H_2O_2/O_3) diantaranya terdapat klorinasi karena menghasilkan air minum yang aman dan diterima dari segi cita rasa sehingga memperluas akses untuk air minum (Crider *et al.*, 2018).

Desinfeksi mikroba dengan metode ozonisasi dapat membunuh mikroba yang terkandung dalam air minum. Kandungan oksigen terlarut menunjukkan proses reaksi ozonisasi dan aktivitas bakteri yang terkandung dalam air minum isi

ulang (Sofia, 2020). Penipisan ozon dalam air menghasilkan H_2O_2 dan OH yang merupakan oksidator kuat sebagai pembunuh bakteri yang terkandung dalam air. Setelah dilakukan ozonisasi air harus disimpan selama 3 hari untuk mengoptimalkan proses desinfeksi dan kemudian terdapat perubahan cita rasa dilihat dari kadar pH yang mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh reaksi kimia dan aktivitas mikrobiologi (Sofia, 2020). Dalam proses ozon ternyata menyebabkan kadar nitrit meningkat. Hal ini terdapat reaksi senyawa organik alami yang terdekomposisi menjadi amonium dan mengikat oksigen. Kebutuhan optimal klorin dalam mengoksidasi parameter cemaran berbeda-beda. Kadar besi dan mangan dapat dengan mudah teroksidasi oleh klorin dan bahan oksidan lain yang umum digunakan dalam proses pengolahan air bersih (Istingani *et al.*, 2017).

Proses oksidasi dengan klorin menghasilkan penurunan organik sebesar 75% pada konsentrasi 15,25 ppm dan waktu reaksi 17,07 menit. Konsentrasi ozon dibutuhkan untuk mengoksidasi organik lebih tinggi dari pada oksidasi mangan dan besi. Senyawa organik dapat menghambat proses oksidasi mangan sehingga membutuhkan konsentrasi ozon lebih tinggi, atau waktu kontak lebih lama ozon adalah bahan oksidan efektif untuk menghilangkan bau dan rasa (Istingani *et al.*, 2017). Konsentrasi ozon sebesar 2,5-2,7 mg/L dengan waktu kontak 10 menit dihasilkan sisa ozon 0,2 mg/L, hal ini signifikan dalam mengurangi bau dan rasa tidak enak pada air. Konsentrasi yang tepat untuk mendapatkan tergantung pada kualitas air baku, suhu dan pH. Hasil dari ozon menghasilkan penurunan organik 26,78% pada konsentrasi 4,04 ppm dan waktu reaksi 12,07 menit (Istingani *et al.*, 2017).

Pre-ozonisasi lebih efektif dibanding pre-klorinasi dalam hal kekeruhan produk, untuk mendegradasi konsentrasi geosmin yang sama, kebutuhan ozon pada proses peroxone 30% lebih sedikit dibandingkan dengan penyisihan dengan proses ozon. Peroxone mengoksidasi senyawa organik dan mangan dengan konsentrasi peroxone yang sama, namun waktu reaksi oksidasi organik lebih

lama dari pada oksidasi mangan. Hasil peroxone terdapat penurunan organik 41,5%, pada konsentrasi 5,4 ppm dan waktu reaksi 4,5 menit (Istingani *et al.*, 2017). Kemudian terdapat metode IISc menggunakan magnesium oksida, kalsium hidroksida dan natrium bisulfat yang menurunkan konsentrasi patogen dan pH air yang terkontaminasi patogen sehingga dapat mempengaruhi rasa air (Rao & Mamatha, 2004).

Terdapat metode pemurnian air yang pertama yaitu distilasi yang merupakan teknologi pengolahan air untuk memisahkan air dari komponen zat dengan metode penguapan dan pengembunan yang terpisah dengan cara dipanaskan terlebih dahulu sehingga menguap yang kemudian uap tadi diembunkan (Christian & Sambada, 2018). Hasil dari pengembunan ini merupakan air yang atau biasa disebut dengan aquades. Hasil dari metode ini tentunya bebas dari kandungan mineral (Adani & Pujiastuti, 2017). Teknologi destilasi dengan penggunaan suhu 145°C pada alat destilasi sangat efisien dibandingkan dengan penggunaan suhu 125°C maupun suhu 105°C. Nilai efisiensi suatu alat bergantung pada suhu dan waktu yang digunakan, terdapat mineral-mineral pembentukan kerak seperti ion-ion kesadahan (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) pengaruh gas penguapan destilasi yang dapat mempengaruhi cita rasa air (kemurnian air) (Adani & Pujiastuti, 2017). Pada alat destilasi terdapat air yang tertampung di dalam sekat, membuat proses pemanasan dari energi matahari pada absorber membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan alat pembanding (Christian & Sambada, 2018).

Metode pengolahan pemurnian air selanjutnya adalah deionisasi yang berbasis penyisihan ion meliputi sistem penukar ion, elektrodialisis, elektrodeionisasi, deionisasi kapasitif, serta deionisasi kapasitif dengan membran (Wardani, 2015). Secara umum sistem tersebut dapat menghilangkan kandungan garam dan ion-ion yang terlarut hingga lebih dari 90% sehingga menghasilkan produk yaitu air murni dengan sistem pertukaran ion khusus untuk menghilangkan anion dan kation yang terkandung dalam air (Wardani, 2015). Perubahan pH air

dipengaruhi oleh perubahan temperatur dan tekanan yang menyebabkan perubahan kandungan CO₂ dalam air. Selain itu proses pemanasan dapat melepaskan ion H⁺ yang terlarut dalam air, namun berkurangnya ion H⁺ dalam air akan berpengaruh terhadap nilai pH air. Suhu minimal yang dibutuhkan untuk menetralkan pH (pH±7) adalah sebesar 50°C (Mukarromah *et al.*, 2016).

Terdapat metode pemurnian air selanjutnya yaitu *Reverse Osmosis* (RO) sebagai dasar untuk pengolahan air lanjutan karena efektif memurnikan air dari bahan patogen, jejak logam, dan total padatan terlarut. RO berpotensi untuk menghilangkan semua kelas patogen. RO adalah proses yang sangat efektif untuk pemurnian air (Gagliardo *et al.*, 1998). Tahapan RO diolah dengan ultrafiltrasi dan nanofiltrasi, RO membutuhkan energi untuk filtrasi air melalui membran yang menyumbang 95% energi (Garfi *et al.*, 2016). Air yang di olah dengan teknologi RO dihasilkan air dari segi cita rasa layak untuk dikonsumsi dan sesuai dengan standar nasional air minum (Amri & Amri, 2018). Teknologi pemurnian untuk jangka panjang yang dapat digunakan adalah sistem RO, Sistem ultrafiltrasi dan FKAG (Filtrasi, Koagulasi, Aerasi) (Hernaningsih & Yudo, 2007). Kombinasi proses ultrafiltrasi dan RO cocok digunakan untuk mengolah air permukaan menjadi air siap minum dengan kualitas yang sangat baik dengan biaya terjangkau (Said, 2009).

Cita rasa air juga dipengaruhi dari serangkaian teknologi pengolahan air, salah satunya standarisasi air dalam kemasan sehingga keragaman cita rasa air menjadi berkurang bahkan hilang karena melalui berbagai macam proses filtrasi dan *reverse osmosis* (WHO, 2000; Gagliardo *et al.*, 1998). Teknologi pengolahan air, bergantung pada sumber air serta pemenuhan ambang batas tertentu untuk penerimaan rasa untuk daerah yang memiliki sumber air humat atau air gambut yang besar, RO dapat diterapkan untuk menghasilkan air bersih untuk pasokan air masyarakat. RO juga diselidiki untuk pemisahan campuran organik dan regenerasi CO₂ (Wenten & Khoiruddin, 2015).

Sumber air dari air permukaan maupun air tanah tergantung dari kondisi air, bahwa sumber air minum tergantung dari daerahnya seperti pada daerah di pegunungan memanfaatkan air tanah sebagai sumber air minum, kedalaman sumber air tanah merupakan salah satu faktor penting untuk menunjukkan ketebalan lapisan yang dilalui oleh air untuk mengalami infiltrasi hingga zona akuifer jenuh (Devianto *et al.*, 2019). Daerah pesisir pantai untuk sumber air memanfaatkan air permukaan dengan beberapa macam proses teknologi umum digunakan yaitu teknologi filtrasi, teknologi desinfeksi, teknologi pemurnian air.

Teknologi filtrasi yang paling baik yaitu UV-A/Klorin efektif dan efisiensi untuk mendegradasi karakteristik tidak enak dari T&O air minum yaitu IPMP (Antonopoulou *et al.*, 2020). Kombinasi biofiltrasi dan ultrafiltrasi memiliki kelebihan yaitu dapat menghilangkan komponen organik, amoniak, pestisida (Said, 2009). Teknologi desinfeksi mikroorganisme dengan teknologi UV atau Klorinasi dan Ozonisasi, Perlakuan AOP dapat mengurangi konsentrasi kontaminan.

Teknologi pemurnian air teknologi RO dihasilkan air dari segi cita rasa layak untuk dikonsumsi dan sesuai dengan standar nasional air minum (Amri & Amri, 2018). Teknologi pemurnian untuk jangka panjang yang dapat digunakan adalah sistem RO, Sistem ultrafiltrasi dan FKAG (Hernaningsih & Yudo, 2007). Kombinasi proses ultrafiltrasi dan RO cocok digunakan untuk mengolah air permukaan menjadi air siap minum dengan kualitas yang sangat baik dengan biaya terjangkau (Said, 2009). Sumber air tanah tidak perlu melewati pemurnian air karena terkandung banyak mineral baik, karena bila di murnikan lagi maka mineral akan hilang (Whelton *et al.*, 2007) sedangkan air permukaan perlu melewati proses pemurnian untuk mendapatkan air minum yang bersih dan aman untuk kesehatan karena air permukaan rawan tercemar dengan berbagai polutan dan mikroba (Armus *et al.*, 2021).