



## Analisis Pemanfaatan Air Tanah Dangkal Sebagai Sumber Air Minum Di Kelurahan Bahu Kota Manado

Mirnanda Muzniati<sup>#a</sup>, Steeva G. Rondonuwu<sup>#b</sup>, Roski R. I. Legrans<sup>#c</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>mirnandamuzniati20@gmail.com, <sup>b</sup>steeva\_rondonuwu@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>legransroski@unsrat.ac.id

### Abstrak

Sungai merupakan badan penerima limbah. Pencemaran yang terjadi pada sungai dapat menurunkan kualitas lingkungan disekitar contohnya air tanah. Masyarakat yang berada di Kelurahan Bahu sering menggunakan air tanah sebagai air minum sehingga pentingnya dilakukan pemantauan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui bagaimana kualitas air sungai dan air tanah dangkal di Kelurahan Bahu Kota Manado yang ditinjau berdasarkan parameter Bau, TDS, pH, Nitrat dan Total Coliform serta rekomendasi bagaimana penanganan yang dapat dilakukan. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling. Pengambilan sampel air dilakukan pada 3 sumur warga setempat dan 1 titik air sungai. Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini mengacu pada SNI 6989.58.2008. Analisis data menggunakan deskriptif dan metode perhitungan kualitas air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Hasil penelitian yaitu tidak berbau, nilai TDS sebesar 338 mg/l, pH 6,41, nilai nitrat 13 mg/l dan nilai total coliform 5400 mg/l menunjukkan bahwa air Sungai Malalayang memiliki nilai IP yaitu 0,60 dikategorikan memenuhi baku mutu untuk Kelas III sehingga tidak dapat dijadikan sebagai sumber baku air minum karena telah melewati baku mutu Kelas I dan II dan hasil kualitas air tanah dangkal di Kelurahan Bahu yaitu tidak berbau, nilai TDS 282 mg/l, 187 mg/l, 212 mg/l, nilai pH 6,28, 6,25, 6,17, nilai nitrat 5 mg/l, 1,610 mg/l, 20 mg/l dan total coliform 16,000 MPN/100ml, 79 MPN/100ml dan 1,600 MPN/100ml masuk pada kategori tercemar sedang-berat sehingga tidak layak dijadikan sebagai sumber baku air minum. Rekomendasi penanganan pencemaran air dapat dilakukan dengan cara perbaikan sistem sumur, saluran-saluran pembuangan limbah, pengelolaan terhadap air minum dan adanya kontribusi dari pemerintah, industri dan masyarakat.

*Kata kunci: air sungai, air tanah dangkal, kualitas air, Indeks Pencemaran*

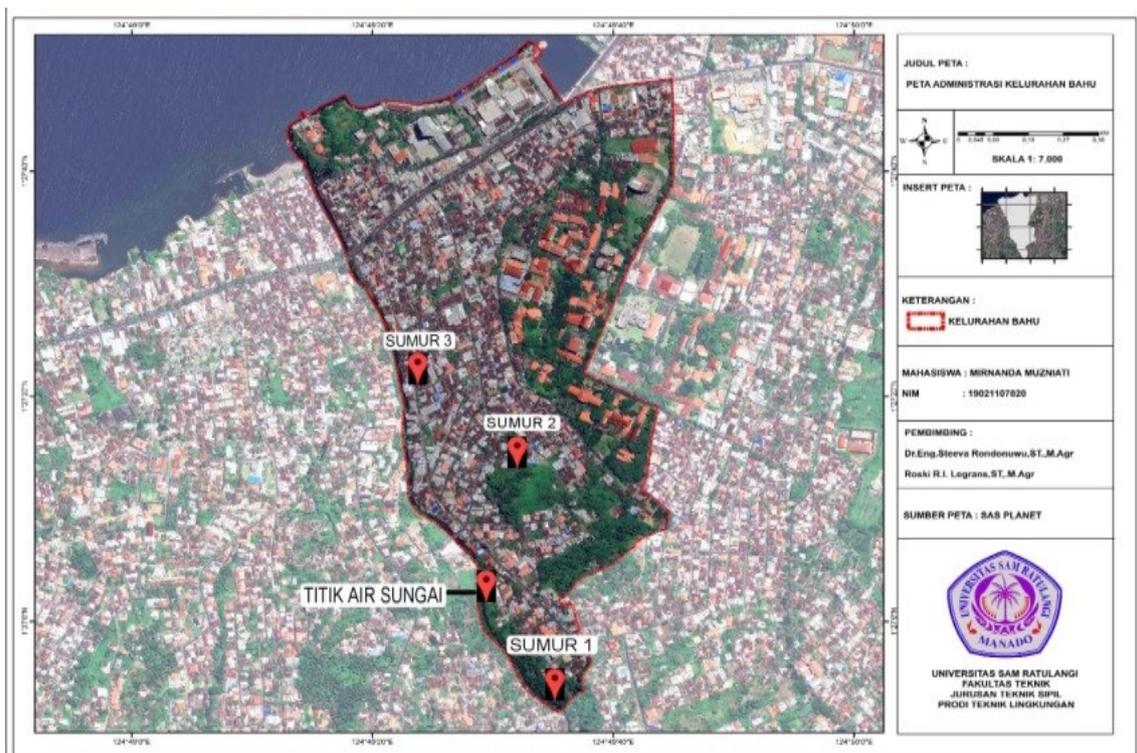
### 1. Pendahuluan

Kebutuhan air yang paling utama dan paling penting bagi manusia yaitu air minum. Di kutip dari Fatma (2018) di negara berkembang seperti indonesia memiliki tingkat kebutuhan air sebesar 30-60 liter air perorang perhari. Jenis sumber air untuk seluruh kebutuhan rumah tangga di Indonesia menurut Hadipurwo (2000) kebutuhan air bersih yang dipenuhi oleh PDAM (30%) sedangkan sisanya (70%) masih menggunakan air tanah. Kondisi tersebut menimbulkan kualitas air tanah semakin lama semakin mengalami penurunan. Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Bahu. Kelurahan Bahu dialiri sebuah sungai yaitu Sungai Malalayang. Sebelum melewati Kelurahan Bahu, Sungai Malalayang telah mengalir melewati perumahan warga, tempat industri, tempat peternakan dan sebagainya yang menyebabkan air sungai mengalami pencemaran.

Air sungai yang tercemar dapat berdampak pada kualitas air tanah disekitar sungai tersebut. Ketersediaan air bersih di Kelurahan Bahu masih menjadi permasalahan. Penyebab minimnya ketersediaan air bersih disebabkan pasokan air oleh PDAM mulai menurun dan tidak merata ke permukiman warga setempat. Hal tersebut menyebabkan masyarakat lebih memilih menggunakan air tanah sebagai alternatif dalam memenuhi kebutuhan air seperti air minum, memasak, mandi

dan sebagainya. Untuk itu pentingnya melakukan pemantauan kualitas air untuk mengetahui kualitas air agar pemanfaatan oleh masyarakat lebih baik, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan air minum. Dengan *Rumusan Masalah*: 1) Bagaimana kualitas air sungai berdasarkan parameter Bau, TDS, pH, Nitrat dan Total Coliform? 2) Bagaimana kualitas air tanah yang digunakan masyarakat Kelurahan Bahu sebagai sumber air minum? 3) Bagaimana upaya penanganan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya pencemaran air? Dan *Batasan Masalah*: 1) Parameter yang di uji yaitu, Bau, TDS, pH, Nitrat dan Total Coliform. 2) Sampel yang diuji adalah air sungai dan air tanah. Untuk parameter mikrobiologi dengan konsentrasi 1500 ml dan parameter fisika-kimia dengan konsentrasi 5 Liter. 3) Sampel air yang di uji yaitu 3 sampel air tanah yang diambil dari sumur warga dengan variasi jarak dari sumur ke sungai dan 1 sampel air sungai. 4) Perhitungan status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran. Dengan *Tujuan Penelitian*: 1) Menganalisis dan mengetahui kualitas air sungai berdasarkan parameter Bau, TDS, pH, Nitrat dan Total Coliform. 2) Menganalisis dan mengetahui kualitas air tanah yang digunakan masyarakat Kelurahan Bahu sebagai sumber air minum. 3) Menganalisis dan mengetahui upaya penanganan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya pencemaran air. Dan *Manfaat Penelitian*: 1) Dengan dilaksanakan penelitian ini, dapat memberikan informasi mengenai gambaran kualitas air tanah atau air sumur bagi masyarakat di Kelurahan Bahu. 2) Dapat memberikan rekomendasi upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya pencemaran air kepada masyarakat.

## 2. Metode Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan berupa titik-titik pengambilan sampel air sungai dan air tanah. Penentuan titik pengambilan sampel ini dilakukan menggunakan metode purposive sampling. Sedangkan data sekunder berupa literatur-literatur, penelitian terdahulu, dokumentasi dan peta wilayah.

Pengambilan sampel air sungai dan air tanah mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang Contoh Pengambilan Air Permukaan dan Air Tanah. Tahapan pengambilan sampel yaitu siapkan wadah yang digunakan dalam pengambilan sampel. Wadah yang digunakan harus dalam keadaan bersih. Pertama, lakukan pencucian wadah sebanyak tiga kali dengan air bersih. Kedua, sampel

diambil langsung dari sumber air sesuai kebutuhan. Ketiga, kemudian wadah diberi label dengan ciri pengenal. Pengujian bau pada air dilakukan dengan metode organoleptik atau menggunakan panca indera dari manusia yaitu penciuman. Sedangkan pengujian TDS (Total Dissolved Solid) dilakukan berdasarkan SNI 6989.27:2019 dengan metode gravimetrik. pengukuran pH berdasarkan SNI 6989.11:2019 dilakukan menggunakan pH meter. Sedangkan pengujian nitrat dilakukan berdasarkan SM 45000-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>B23<sup>rd</sup> ED 2017 dengan metode Spektrofotometer UV-Vis dan pengujian bakteri total coliform berdasarkan APHA 9221 B (2017) dilakukan menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*).

Penentuan status mutu pencemaran air sungai dan air tanah dianalisis menggunakan Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Berikut persamaan Indeks Pencemaran (IP).

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})M^2 + (\frac{C_i}{L_{ij}})R^2}{2}} \quad (1)$$

Dimana: IP<sub>j</sub>: Indeks Pencemaran bagi permukaan j; C<sub>i</sub>: Konsentrasi hasil uji parameter; L<sub>ij</sub>: Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j; C<sub>i</sub>/L<sub>iM</sub>: Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> maksimum; C<sub>i</sub>/L<sub>iR</sub>: Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> rata-rata.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Baku mutu air sungai mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Kelas III. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Air Sungai

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu Kelas III
1.	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
2.	TDS	338 Mg/l	1000 Mg/l
3.	pH	6,41	6-9
4.	Nitrat	13 Mg/l	20 Mg/l
5.	Total Coliform	5400 MPN/100ml	10000 MPN/100ml

Hasil pengujian menunjukkan air sungai tidak memiliki bau, memiliki nilai pH 6,41. pH yang rendah dalam suatu larutan menunjukkan adanya kandungan asam sulfat yang tinggi sedangkan pH yang tinggi dalam suatu larutan menunjukkan tingginya kandungan kapur pada larutan tersebut (Maniagasi dkk, 2013). Air sungai memiliki nilai TDS 338 mg/l, tingginya TDS dipengaruhi oleh letak pengambilan sampel air sungai yang merupakan aliran lanjutan dari hulu sungai sehingga kualitas air tidak baik. Selain itu terdapat banyak aktivitas domestik warga setempat yang dapat menyebabkan kadar TDS bertambah.

Hasil uji parameter nitrat memiliki nilai 13 mg/l pada air sungai malalayang sumber nitrat berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga maupun limbah peternakan karena kawasan sekitaran sungai banyak permukiman, perternakan dan kawasan perniagaan. Nilai total coliform air sungai yaitu 5400 MPN/100ml. Keberadaan coliform dalam air menunjukkan adanya mikroba pantogen yang berbahaya bagi kesehatan (Brooks G dkk, 2008). Kawasan permukiman padat penduduk, jarak saluran pembuangan limbah dengan sumber air yang berdekatan, kebiasaan masyarakat yang masih membuang urin dan feses di sungai menjadi penyebab utama terjadinya pencemaran bakteri coliform.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggara Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Menurut Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas, bahwa air Sungai Malalayang tidak dapat digunakan sebagai kelas I dan II, karena hasil pengujian terhadap sampel air sungai melebihi baku mutu. Air Sungai Malalayang tidak dapat digunakan sebagai sumber baku air minum (Kelas I) dan prasarana/sarana rekreasi air (kelas II).

Baku mutu air tanah mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Air Tanah Kelurahan Bahu

No	Parameter	Sumur 1	Sumur 2	Sumur 3	Baku Mutu
1.	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
2.	TDS	282 Mg/l	187 Mg/l	212 Mg/l	<300 Mg/l
3.	Ph	6,28	6,25	6,17	6,5-8,5
4.	Nitrat	5 Mg/l	<1,610 Mg/l	20 Mg/l	20 Mg/l
5.	Total Coliform	16000 MPN/100ml	79 MPN/100ml	1600 MPN/100ml	0 MPN/100ml

Hasil pengujian laboratorium air tanah dangkal (sumur) secara fisik, kimia dan mikrobiologi di Kelurahan Bahu Kota Manado menunjukkan hasil sebagai berikut. Hasil uji bau pada air secara organoleptik menunjukkan hasil yang tidak berbau pada ketiga sumur. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, air yang air yang aman untuk dikonsumsi bagi manusia adalah air yang tidak memiliki bau.

Pada Tabel 2 kandungan TDS pada air berkisar antara 187-282 mg/l. Tingginya kadar TDS pada sumur 1 dan 2 disebabkan adanya aktivitas masyarakat sekitar sumur dan lokasi sumur berdekatan dengan saluran pembuangan. Menurut Setriari dkk (2012) Penyebab utama keberadaan TDS di perairan disebabkan karena adanya sisa-sisa bahan organik dan sisa-sisa air buangan, seperti molekul sabun, deterjen dan surfaktan yang larut dalam air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 batas maksimum kadar TDS dalam air yang diperbolehkan yaitu <300 mg/l, dengan hasil tersebut maka parameter TDS memenuhi standar baku mutu sebagai air minum.

Hasil pengujian parameter pH sumur 1, 2 dan 3 tidak memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dengan nilai maksimum yang ditentukan adalah 6,5-8,5. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kedalaman sumur yang digunakan. Sumur dangkal biasanya memiliki pH yang lebih asam karena dipengaruhi resapan air permukaan. Air yang memiliki pH rendah memiliki tingkat korosi yang tinggi.

Berdasarkan Tabel 2, kandungan nitrat pada air yang paling tinggi berada pada sumur 2. Kandungan nitrat yang tinggi diduga disebabkan karena lokasi sumur 2 berdekatan dengan lahan yang digunakan bercocok tanam yang sering menggunakan pupuk tanaman. Pupuk tanaman tersebut dapat menyebabkan terjadinya pencemaran nitrat. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 nilai maksimum kadar nitrat dalam air yaitu 20 mg/l dengan hasil tersebut maka parameter nitrat sumur 2 tidak memenuhi standar baku mutu sebagai air minum.

Berdasarkan pengujian nilai bakteri total coliform pada air tanah berkisar 79 sampai 16000 MPN/100ml. Bakteri total coliform sering digunakan sebagai indikator pencemaran air. Semakin tinggi nilai total coliform pada air maka semakin buruk air tersebut. Kadar total coliform tertinggi berada pada sumur 1 yaitu 16000 MPN/100ml dan yang paling rendah berada pada sumur 2 yaitu 79 MPN/100ml. Tingginya kandungan bakteri total coliform disebabkan oleh banyak faktor seperti lokasi sumur yang dekat dengan tempat peternakan hewan dan minimnya pemeliharaan sumur dari masyarakat seperti kontruksi sumur yang tidak baik. Konstruksi sumur pada sumur 1 tidak mengikuti SOP seperti tidak memiliki penutup mulut sumur yang dapat berpengaruh langsung pada kualitas air. Berbeda dengan sumur 2 dan sumur 3 yang memiliki penutup mulut sumur sehingga lebih kecil kemungkinan terjadinya kontaminasi dari luar. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 nilai maksimum kadar coliform dalam air yaitu 0 MPN/100ml dengan hasil tersebut maka parameter total coliform tidak memenuhi standar baku mutu sebagai air minum.

Indeks Pencemaran merupakan suatu metode yang digunakan dalam menentukan status mutu kualitas air. Penentuan status mutu dengan indeks pencemaran menjadi anjuran pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003. Berikut perhitungan indeks pencemaran pada air Sungai Malalayang dan air tanah di Kelurahan Bahu.

**Tabel 3.** Hasil Skor Status Mutu Indeks Pencemaran Air Sungai Malalayang

Parameter	Ci	Lix	Satuan	Ci/Lix	Ci/Lixbaru
Ph	6,41	6-9	-	0,72	0,72
TDS	338	1000	Mg/l	0,338	0,338
Nitrat	13	20	Mg/l	0,65	0,65
Total Coliform	5400	10000	MPN/100ml	0,54	0,54
Rata-rata					0,56
Maksimum					0,72
Pj					0,64
Keterangan					Memenuhi baku mutu

Hasil analisis status mutu air sungai menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) diperoleh nilai 0,60, dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa status mutu air Sungai Malalayang dikategorikan memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Lampiran IV kelas III. Air Sungai Malalayang tidak dapat digunakan sebagai sumber baku air minum dan rekreasi air karena telah melewati syarat baku mutu kelas I dan II.

**Tabel 4.** Hasil Skor Status Mutu Indeks Pencemaran Air Tanah Kelurahan Bahu

Sumur	Skor IP	Status Mutu
1	16,16	Tercemar Berat
2	8,46	Tercemar Sedang
3	12,55	Tercemar Berat

Sumber: Data hasil penelitian Tahun 2023

Berdasarkan Tabel 4 hasil analisis status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP), menunjukkan bahwa status mutu air tanah di Kelurahan Bahu dikategorikan tercemar sedang-berat. Sumur 2 dan 3 skor Indeks Pencemaran lebih rendah dari sumur 1 disebabkan oleh nilai uji parameter pada sumur 2 dan sumur 3 lebih rendah dibanding nilai uji parameter sumur 1. Dari hasil tersebut maka air tanah di Kelurahan Bahu tidak dapat dijadikan sebagai sumber baku air minum karena telah mengalami pencemaran.

Upaya terdapat rekomendasi pencegahan dalam meminimalisir terjadinya pencemaran air sumur sebagai berikut: a) Mengikuti SOP pembangunan sumur gali/bor. Terdapat syarat-syarat fisik pada proses pembuatan sumur yang diupayakan dapat mencegah terjadinya pencemaran yaitu, sumur yang dibangun berlokasi >10 m dari sumber pencemar. Lantai sumur berdiamter 1 m dari dinding sumur dan kedap air, saluran pembuangan air limbah berjarak 10 m dan permanen, tinggi bibir sumur 0,8 meter, memiliki cincin (dinding) sumur minimal 3 meter dan memiliki penutup sumur yang kuat dan rapat; b) Melakukan inspeksi pipa air secara berkala. Pengecekan pipa air secara berkala bertujuan untuk mencari tahu apakah terdapat kerusakan, penyumbatan atau kebocoran pada pipa sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan pipa; c) Melakukan pengujian kelayakan air. Sebelum menggunakan air sumur sebagai sumber air bersih sebaiknya melakukan pengujian kelayakan air yang bertujuan untuk mengetahui kualitas air berdasarkan parameter fisik, kimia dan mikrobiologis. Pengujian kelayakan air sebaiknya dilakukan secara berkala; d) Membuat sistem penyaringan air. Filtrasi atau penyaringan (Filtration) merupakan suatu metode pemisah antara partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida melalui suatu medium penyaring atau septum yang dapat menahan zat padat. Bahan yang digunakan sebagai filter yaitu pasir filter, karbon aktif, zeolite, bio-ball, pasir greensand dan mangenes. Filtrasi bertujuan untuk merecycle air kotor menjadi air bersih agar bisa digunakan kembali; e) Menerapkan sistem reverse osmosis. Reverse osmosis merupakan media pemisah yang memiliki membran semipermeable yang bertujuan memisahkan air dari zat-zat yang tidak diinginkan. Keunggulan dari teknologi reverse osmosis adalah energi yang dibutuhkan relatif rendah, minimnya permasalahan korosi alat, mudah dalam penggantian serta pemasangan dan instalasi yang mudah terintegrasi dengan sistem yang ada; f) Adanya peran pemerintah, industri dan masyarakat; g) Peran pemerintah dalam upaya pengendalian pencemaran air sungai yaitu adanya upaya pengawasan kegiatan industri dan adanya kegiatan rutin pemantauan kualitas air sungai maupun air tanah sekitar industri dan sungai. Peran industri yaitu melakukan pengawasan rutin

terhadap pembuangan limbah agar tidak mencemari lingkungan dan peran masyarakat yaitu tidak membuang limbah rumah tangga langsung ke sungai dan memiliki saluran-saluran pembuangan.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut : 1) Analisis parameter kualitas air Sungai Malalayang Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yaitu air Sungai Malalayang memenuhi kualitas air kelas III, tidak berbau, nilai TDS sebesar 338 mg/l, pH 6,41, nilai nitrat 13 mg/l dan nilai total coliform 5400 mg/l. Dari hasil pengujian tersebut air Sungai Malalayang telah melampaui syarat baku mutu kelas I dan II sehingga tidak dapat dipergunakan sebagai air minum dan sarana/prasarana rekreasi air; 2) Hasil pengujian di laboratorium kualitas air tanah dangkal pada 3 titik sampling ditinjau dari parameter fisika, kimia dan mikrobiologi memiliki hasil yaitu tidak berbau, nilai TDS 282 mg/l, 187 mg/l, 212 mg/l, nilai pH 6,28, 6,25, 6,17, nilai nitrat 5 mg/l, 1,610 mg/l, 20 mg/l dan total coliform 16,000 MPN/100ml, 79 MPN/100ml dan 1,600 MPN/100ml; 3) Hasil analisis menggunakan perhitungan Indeks Pencemaran, bahwa status mutu air Sungai Malalayang dikategorikan memenuhi baku mutu Kelas III dikarenakan nilai Indeks Pencemaran (IP) yaitu 0,60. Sedangkan berdasarkan hasil analisis perhitungan Indeks Pencemaran (IP) air tanah di Kelurahan Bahu dikategorikan tercemar sedang-berat sehingga tidak dapat digunakan sebagai sumber air minum.

#### Referensi

- BPS. Kecamatan Malalayang Dalam Angka 2022.
- Fatma, F. 2018. Kombinasi Saringan Pasir Lambat Dalam Penurunan Kadar Fe (Besi) Air Sumur Gali Masyarakat di Wilayah Kerja Puskesmas Lasi Kabupaten Agam. *Menara Ilmu*, 15(1). 43-50.
- Hadipurwo, S dan Hadi, S. 2000. *Konservasi AirTanah Daerah Jakarta-Bogor*. Departemen ESDM, DirJen. Geologi dan Sumberdaya Mineral, Dir. Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Khairun Nisah., Reni, S.N., Saniatissuura. 2022. Analisis Potensi Membran Dari Karagenan Pada Desalinasi Air Sumur Dengan Metode Reserve Osmosis. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higine Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Safentary, A., & Rully, M. (2020). Pemanfaatan Teknologi Membran Reserve Osmosis (RO) Pada Proses Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(1): 58-64.
- Safitri, L. F., Widyorini. N. dan Jati, O.E. 2018. Analisis Kelimpahan Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Sungai Sayung, Morosari, Demak,. *Saintek Perikanan*. 14(1): 30-35
- Setiowati, Roto dan Endang, T.W. (2016) Monitoring Kadar Nitrit dan Nitrat Pada Air Sumur di Daerah Catur Tunggal Yogyakarta Dengan Metode Spekfotometri Uv-Vis. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol. 23(20): 143-148.
- Setriani. 2012. Identifikasi Sumber Pencemaran dan Analisis Kualitas Air Tukad Sungai di Kabupaten Tabanan Dengan Metode Indeks Pencemaran. *Jurnal Ecotropis*. 7:1:40-46.
- Sondang, A.S., Rondonuwu. S.G., Mandagi. A.T. 2023. Pemanfaatan Arang Enceng Gondok Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sungai Di Area Pertambangan. *Tekno*.Vol. 21(85).
- Sumbiri, S.P.P., Rondonuwu, S.G., Ticoh, J.H. 2020. Pengaruh Salt Leaching Terhadap Indeks Properti Tanah. *Jurnal Sipil Statik*. *Tekno*.Vol 17(71).
- Surentu. C.S., Ticoh. J.H., Rondonuwu.S.G. 2019. Analisis Pengaruh Fluktuasi Muka Air Tanah Terhadap Displacement Pondasi Sumuran (Studi Kasus: Bantaran Sungai Sario-Manado). *Tekno*.Vol 17(71).