

Analisis Kualitas Airtanah Berdasarkan Sifat Fisik Dan Kimia Di Kemusu, Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

Analysis Of Groundwater Quality Based On Physical And Chemical Properties In Kemusu, Boyolali, Central Java Province

Kezia Joris^{1*}, Sari Bahagiarti Kusumayudha¹, Agus Harjanto¹, Hurien Helmi²

¹Program Magister Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

²Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*Keziaj27@gmail.com

Diterima: 12 April 2025; Disetujui: 2 Mei 2025

DOI: 10.30598/tanahgoyang.2.2.67-76

Kata Kunci: Airtanah Kualitas Kemusu	Abstrak Sumur gali di daerah Kemusu dan sekitarnya di Kabupaten Boyolali diperuntukan untuk kebutuhan air minum sehingga sangat diperlukan analisis kualitas airtanah. Fisik dan kimia airtanah sangat dipengaruhi oleh batuan dan bagaimana kondisi lingkungan di permukaan. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan daerah penelitian disusun atas batupasir karbonatan, batulempung karbonatan, breksi andesit dan endapan alluvial. Pengukuran fisik dilakukan dengan pengukuran langsung pada sumur gali warga meliputi pengamatan warna, bau, rasa, kekeruhan, Daya Hantar Listrik, Total Dissolve Solid, Derajat Keasaman (pH), temperature dan secara kimia meliputi uji kadar besi (Fe), mangan (Mn), klorida (Cl ⁻), sulfat (SO ₄), dan CaCO ₃ . Berdasarkan pengukuran secara fisik nilai DHL dan TDS di sumur gali S9, S12, S3 airtanah tidak layak dikonsumsi dengan kadar DHL > 1000 dan menurut No.416/MENKES/PER/IX/1990. Uji kimia airtanah dilakukan pada sampel S4, S5, dan S12 berdasarkan variasi nilai TDS. Hasil uji kimia menunjukkan bahwa sumur S4 dan S12 tidak layak dikonsumsi dikarenakan tingginya kadar sulfat diatas > 250mg/l. Kandungan CaCO ₃ yang tinggi namun masih tergolong aman untuk dikonsumsi dikarenakan litologi penyusun yang mengandung karbonat mempunyai kontak dengan airtanah.
Keywords: Groundwater Quality Kemusu	Abstract The groundwater wells in Kemusu and surrounding areas in Boyolali Regency are intended for drinking water needs so it is necessary to analyze the quality of groundwater. The physical and chemical properties of groundwater are strongly influenced by the rock and environmental conditions on the surface. Based on field observations, the research area is composed of carbonate sandstone, carbonate claystone, andesite breccia and alluvial deposits. Physical measurements were carried out by direct measurement of dug wells including observations of color, odor, taste, turbidity, Electrical Conductivity, Total Dissolve Solid, Degree of Acidity (pH), temperature and chemically including tests of iron (Fe), manganese (Mn), chloride (Cl ⁻), sulfate (SO ₄), and CaCO ₃ . Based on physical measurements of DHL and TDS values in dug wells S9, S12, S3 groundwater is not suitable for consumption with DHL levels > 1000 and according to No.416/MENKES/PER/IX/1990. Chemically based on water turbidity and TDS values that represent low and high so that it can be used as a comparison, namely in wells S4, S5, and S12. Chemical test results show that wells S4 and S12 are not suitable for consumption due to high sulfate levels above >

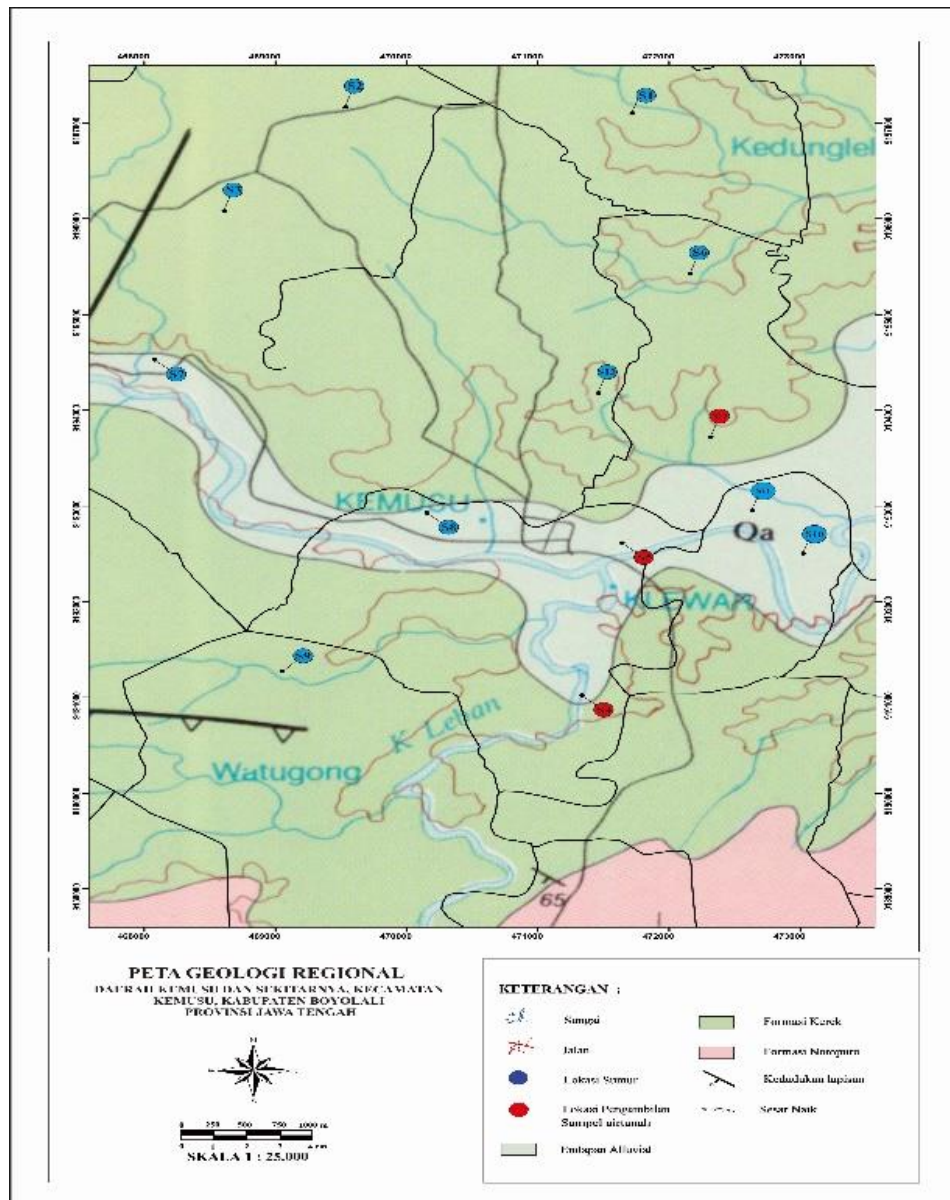
250mg/l. The CaCO_3 content is high but still relatively safe because the constituent lithology containing carbonate has contact with groundwater.

1. PENDAHULUAN

Airtanah merupakan komponen dari suatu daur hidrologi yang meliputi aspek geologi, biologi, dan fisik. Siklus hidrologi menggambarkan hubungan antara curah hujan, aliran permukaan, infiltrasi, evaporasi dan airtanah. Sumber airtanah dapat berasal dari air permukaan dari hujan, air danau, dan lainnya yang kemudian mengalami infiltrasi ke dalam tanah atau lapisan pembawa air (akuifer) dan kemudian dapat dialirkan kembali ke daerah *discharge* (Rejekiningrum, 2009). Airtanah digunakan untuk keperluan manusia seperti air minum, keperluan rumah tangga, irigasi untuk pertanian, dan industri. Air memiliki kemampuan untuk melarutkan berbagai zat mulai dari gas, cair, padat, hingga mikroorganisme. Oleh karena itu, air banyak sekali mengandung zat-zat terlarut maupun tak terlarut. Air dianggap bersih apabila kandungan zat tersebut dalam air tidak mengganggu kesehatan manusia (Hendrawati, 2007). Daerah penelitian berada di Daerah Kemusu dan sekitarnya yang terdapat di Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. Daerah ini terdapat banyak perkebunan dan pertanian yang banyak menggunakan bahan kimia yang dapat mempengaruhi kondisi kualitas air yang ada pada sumur warga dan terdapat sumur dengan endapan putih. Daerah penelitian juga tersusun oleh batuan - batuan karbonat yang dapat mempengaruhi kualitas airtanah. Berdasarkan hal-hal tersebut, perlu dilakukan kajian fisik dan kimia airtanah yang dapat menggambarkan kondisi unsur-unsur pada air sehingga dapat diketahui kelayakannya sebagai air minum.

1.1. Geologi Regional Daerah Penelitian

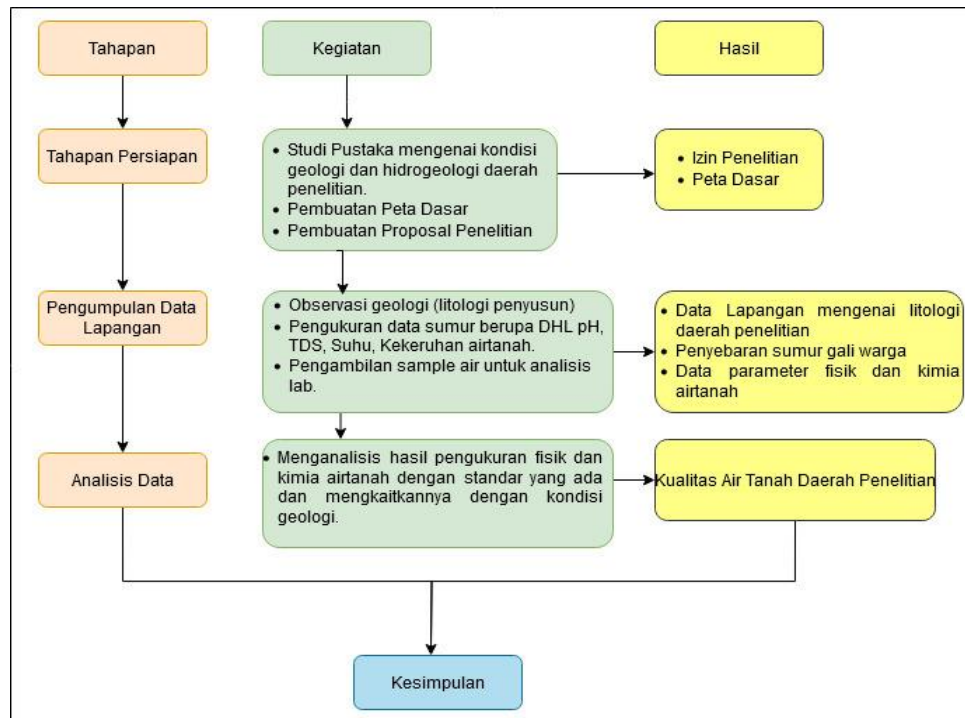
Berdasarkan peta regional Lembar Salatiga menurut Sukardi dan Budhitrisna (1992), Daerah penelitian dibagi menjadi Formasi Kerek (Tmk), Formasi Notopuro (Qpn) dan Dataran Aluvial (Qa) (Gambar 1). Dari hasil pemetaan geologi didapati bahwa daerah penelitian disusun oleh satuan batupasir karbonatan Kerek yang berumur Miosen yang didalamnya terdapat batupasir karbonatan dan perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan yang lapisannya miring ke selatan, kemudian secara selaras di atasnya terdapat satuan batulempung karbonatan dan kemudian secara tidak selaras terdapat Satuan Breksi Andesit Notopuro berumur Plistosen, dan di atasnya diendapkan endapan aluvial yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir dan lempung.



Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian (modifikasi Sukardi & Budhitrisna, 1992)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pemetaan geologi untuk mengetahui litologi penyusun daerah penelitian yang dapat mempengaruhi kandungan dan kualitas airtanah. Pengukuran dan pengambilan sampel air secara acak pada 13 titik pada sumur gali yang digunakan untuk kegiatan sehari-hari. Pengukuran yang dilakukan secara fisik yang meliputi Daya Hantar Listrik (EC), Nilai Keasaman (pH), Zat Padat Terlarut (TDS), dan Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) dengan menggunakan TDS dan EC meter. Analisis kimia yang meliputi besi (Fe), Mangan (Mn), Klorida (Cl^-), Sulfat (SO_4^{2-}), dan CaCO_3 yang diwakili oleh 3 sampel yang dianalisis di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Yogyakarta. Baku mutu mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Kualitas Air Minum.



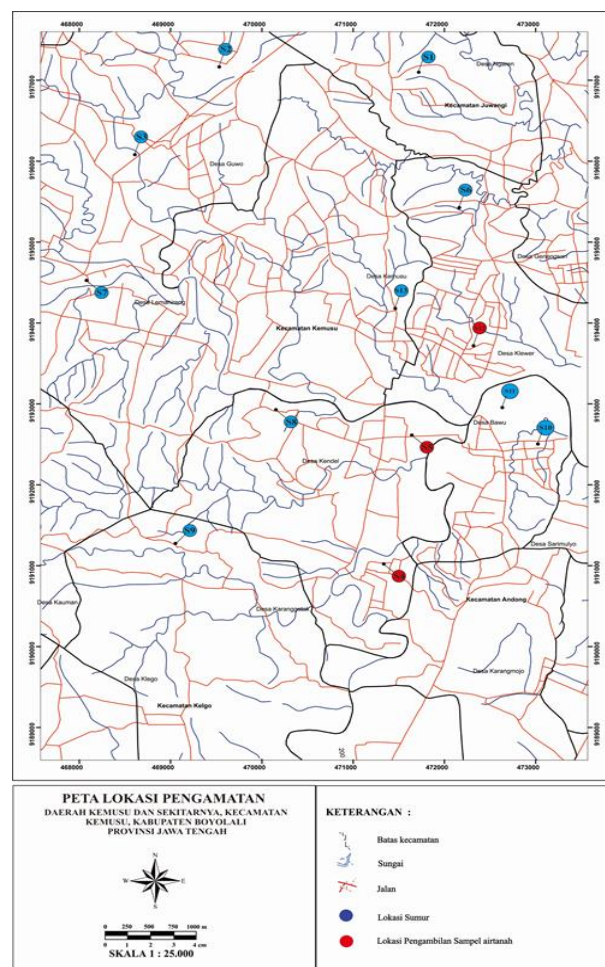
Gambar 2. Diagram alir penelitian.

- Daya Hantar Listrik (*Electric Conductivity*) Daya hantar listrik atau konduktivitas adalah kemampuan suatu larutan dapat menghantarkan listrik. Nilai ini menunjukkan konsentrasi total garam yang terlarut, yang mengalami ionisasi didalam air. Semakin banyak garam terlarut yang dapat terioniasi maka semakin tinggi nilai DHL. Besar nilai DHL bergantung pada kehadiran ion anorganik, valensi, suhu (Sofiah et al., 2016).
- pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan (Ishak et al., 2022). Nilai Ph berkisar dari 0-14 dengan sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14.
- Zat Padat Terlarut (TDS) di dalam air biasanya terdiri atas senyawa organik dan senyawa anorganik yang larut dalam air, mineral serta garam-garam. Kadar TDS yang tinggi pada air dapat mempengaruhi pada rasa, bau, dan kejernihan air. Garam-garam terlarut seperti natrium, klorida, magnesium, dan sulfat memberikan nilai pada jumlah zat padat terlarut. Konsentrasi yang tinggi akan mengakibatkan kualitas air menurun untuk diminum (Putra et al., 2019).
- Temperatur suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam satu hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman dari badan air (Hamuna et al., 2018). Biasanya dinyatakan dalam satuan $^{\circ}\text{celcius}$ ataupun $^{\circ}\text{fahrenheit}$. Temperatur juga dipengaruhi oleh proses fisika, kimia dan biologi.
- Besi (Fe^{+}) menimbulkan rasa, warna (kekuningan), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi dan kekeruhan. Air hujan yang menyusup ke tanah dan formasi geologi melarutkan besi dan menyebabkannya merembes ke akuifer sebagai sumber airtanah untuk sumur (Anonim, 2010).
- Mangan (Mn^{+}) merupakan logam keras dan getas berwarna abu-abu merah muda. Logam ini sulit mencair, tapi mudah teroksidasi. Mangan merupakan salah satu logam yang paling melimpah di tanah yang terutama berbentuk senyawa oksida dan hidroksida (Giffari et al., 2017).

- g) Klorida (Cl^-) dalam airtanah dapat dihasilkan dari beberapa sumber termasuk pelapukan tanah, kontribusi air limbah dan intrusi air laut ke airtanah. Klorida merupakan unsur kimia yang terdapat di dalam air yang dapat konsentrasinya membedakan suatu ekosistem ekologi (tawar, payau, dan air asin). Oleh karena itu, sangat klorida sangat penting untuk penilaian kualitas airtanah. (Indriatmoko & J, 2017).
- h) Sulfate (SO_4^{2-}) dalam airtanah dapat bersumber dari pembusukan bahan organik, limbah terlarut, deterjen, dan dan pelarutan mineral (Sharma & Kumar, 2020).
- i) Kesadahan air (CaCO_3) esadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion - ion logam valensi dua (kation) seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas tebal dan ada pembentukan batu kapur (Djuma, Agustina & Olla, 2019)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Fisik Airtanah



Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel airtanah

Hasil Pengukuran sifat fisik airtanah (Tabel 1.) selain berdasarkan daya hantar listrik, nilai keasaman (pH), zat padat terlarut (TDS), dan temperature ($^{\circ}\text{C}$) dapat juga dinilai secara langsung dengan kenampakan warna, bau, rasa, dan kekeruhan. Pengukuran ini dilakukan secara acak pada 13 sumur gali yang masih digunakan masyarakat (Gambar 3).

Tabel 1. Hasil Pengamatan dan Pengukuran fisik airtanah.

No	Warna	Bau	Rasa	Kekeruhan	Suhu (°C)	TDS (ppm)	DHL (µs/cm)
S1	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	29	332	660
S2	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	cukup jernih	28	314	628
S3	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	27	451	904
S4	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	sangat jernih	28	500	994
S5	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	keruh	27	299	598
S6	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	27	398	548
S7	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	27	478	978
S8	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	29	342	692
S9	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	jernih sekali	29	712	1345
S10	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	28	403	804
S11	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	29	474	995
S12	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	sedikit keruh	29	687	1374
S13	Tidak Berwarna	Tidak bau	Tidak Berasa	tidak keruh/jernih	30	565	1130

Berdasarkan hasil pengukuran (Tabel 1.) dengan menggunakan EC meter dan pengamatan kenampakan air secara langsung, didapatkan bahwa pada sampel airtanah memiliki nilai <1000 µs/cm, namun pada sampel S9, S12, dan S13 nilai DHL berurutan yaitu 1345 µs/cm, 1374 µs/cm, 1130 µs/cm. Berdasarkan klasifikasi (Tabel 2.) airtanah daerah penelitian terbagi menjadi kualitas aman dan rawan.

Tabel 2. Klasifikasi kondisi kerusakan dan lingkungan airtanah berdasarkan daya hantar listrik (DHL) (modifikasi Danaryanto & Sudadi, 2007)

Nilai DHL Airtanah ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Kualitas air
DHL ≤ 1000	Aman
DHL $> 1.000 - 1.500$	Rawan
DHL $1.500 - 5.000$	Kritis
DHL > 5.000	Rusak

Berdasarkan klasifikasi menurut Wilcox (1955) (Tabel.3) airtanah daerah penelitian secara detil berkualitas baik hingga sedang dengan nilai paling rendah pada sampel 6 $548\mu\text{s}/\text{cm}$, dan tertinggi pada sampel 12 dengan kualitas sedang yaitu $1374\mu\text{s}/\text{cm}$.

Tabel 3. Kualitas Air berdasarkan Daya Hantar Listrik (Wilcox, 1955 dalam Zekai, 2014)

Nilai DHL Airtanah ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Kualitas air
≤ 250	Sangat baik
250 - 750	Baik
750 - 2000	Sedang
2000 - 3000	Buruk
> 3000	Sangat Buruk

Nilai TDS pada airtanah cukup beragam dengan nilai paling rendah pada sampel S5 dengan nilai 299 ppm dan tertinggi pada sampel S09 dengan nilai 712ppm. Semakin tinggi DHL maka semakin tinggi nilai TDS. Kemampuan airtanah untuk menghantarkan listrik dipengaruhi oleh zat padatan yang terlarut. Nilai TDS yang diperbolehkan berdasarkan PERMENKES No. 492 Tahun 2010 adalah maksimum 500 mg/l maka sampel 9, 12 dan 13 tidak diperbolehkan untuk dikonsumsi. Berdasarkan kondisi fisik berupa kekeruhan, nilai TDS dan DHL yang beragam maka dilakukan pengambilan sampel air pada sumur S4, S5, dan S12 untuk dilakukan analisis kualitas berdasarkan kimia.

3.2. Parameter Kimia Airtanah

Pemetaan penyebaran chargeabilitas dan tahanan jenis disajikan per kedalaman dari hasil pengolahan data 2D yaitu 8.54

Tabel 4. Hasil uji kimia kualitas air sumur daerah penelitian

No.	Parameter Uji	Satuan	Sampel S4	Sampel S5	Sampel S12	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Besi (Fe)	mg/l	0,0288	0,0235	0,0288	0,3
2	Mangan (Mn)	mg/l	0,0164	0,0354	0,0117	0,4
3	Klorida (Cl)	mg/l	25,8	30,8	139	250
4	Sulfate (SO_4)	mg/l	292	104	273	250
5	(CaCO_3)	mg/l	228,86	240,8	331,66	500
6	pH		7,4	7,3	7	6,5 - 8,5

Dari hasil uji laboratorium, airtanah pada sumur warga berdasarkan kandungan besi (Fe), Mangan (Mn), Klorida (Cl), pada ketiga sampel tergolong aman untuk dikonsumsi namun sumur S4 dan S12 mempunyai kadar sulfat yang tinggi. Sampel S12 juga menunjukkan kadar klorida yang tinggi yaitu sekitar 139 mg/l dibandingkan sampel S4 dan S5. Tingginya kandungan sulfat dapat disebabkan oleh posisi sumur warga yang dekat dengan lokasi pertanian dan perkebunan dan dekat dengan sungai yang kondisinya buruk berdasarkan kenampakan fisik (Gambar 4A.). Sulfat dapat bersumber dari pelarutan mineral maupun kegiatan antropogenik seperti penggunaan pupuk pada pertanian (Sharma & Kumar, 2020). Airtanah dapat terkontaminasi dengan air sungai ataupun pupuk melalui batuan penyusun yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik sehingga proses infiltrasi dapat meningkatkan risiko pencemaran dan mempengaruhi kualitas airtanah (Pratiwi et al., 2022). Sampel air pada S12 juga menunjukkan ada endapan putih yang dapat disebabkan oleh kandungan karbonat yaitu unsur Ca yang dapat berasal dari batupasir karbonatan yang menyusun daerah penelitian, hal ini diperkuat dengan kandungan CaCO_3 yang tinggi walaupun masih dalam batas aman.



Gambar 4(A). Kenampakan air sungai yang berada di daerah penelitian yang dekat dengan S4, S5, dan S12. **4(B).** Kenampakan air sumur dari sampel S12.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kualitas airtanah untuk diminum pada Daerah Kemusu, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah dapat disimpulkan bahwa:

- Berdasarkan data sumur pada pengukuran nilai TDS dan DHL maka terdapat tiga titik sumur yang tidak diperbolehkan untuk dikonsumsi yaitu sumur S9, S12, S13.
- Berdasarkan data uji laboratorium pada ketiga sampel yang mewakili maka sampel S4 dan S12 tidak diperbolehkan untuk dikonsumsi dikarenakan tinggi akan sulfat dengan kadar sulfat lebih dari 250mg/l.
- Sumur yang cenderung dekat dengan sungai dan kawasan pertanian serta perkebunan pada tengah daerah penelitian mempunyai potensi mempunyai kualitas air yang tergolong tidak layak dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). *Commonly Found Substances in Drinking Water*. Illinois Department of Public Health.
- Danaryanto, & Sudadi, P. (2007). *Kumpulan Panduan Teknis Pengelolaan Airtanah*. Departemen Energi dan Sumber

Daya Mineral, Badan Geologi, Pusat Lingkungan Geologi.

- Djuma, Agustina, W., & Olla, F. (2019). The examination of total hardness on drinking water with boling and filter process using complexometry method. *Jurnal Info Kesehatan*, 14(1), 1168–1177. <http://jurnal.poltekeskupang.ac.id/index.php/infokes/article/view/105>
- Giffari, A. M., Tualeka, A. Z., Rony, E., Siagian, R., Pian, L., Sardilla, M., Royda, R., Wardana, A., Wardana, Y. T., & Giska, Y. (2017). *Analisa Hubungan Airtanah Dengan Kondisi Geologi Terhadap Kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Airtanah di Wilayah Gunung Batu Putih, Samarinda, Kalimantan*. 5(2), 5–9.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Study of Seawater Quality and Pollution Index Based on Physical-Chemical Parameters in the Waters of the Depapre District, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- Hendrawati, H. (2007). Analisis Beberapa Parameter Kimia Dan Kandungan Logam Pada Sumber Air Tanah Di Sekitar Pemukiman Mahasiswa UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(1), 14–18. <https://doi.org/10.15408/jkv.v1i1.208>
- Indriatmoko, R. H., & J, E. M. (2017). Evaluasi Kandungan Klorida (Cl-) dan Daya Hantar Listrik (DHL) airtanah pada Sistem Akuifer Jakarta Periode 1990-2000. *Jurnal Air Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v1i1.2297>
- Ishak, I., Jura, M. R., Said, I., & Pulkadang, S. H. V. (2022). Tingkat Kesadahan dan Uji Derajat Keasaman (pH) pada Air Tanah di Desa Mapane Tambu Kecamatan Balaesang Kabupaten Donggala. *Media Eksakta*, 18(2), 102–107. <https://doi.org/10.22487/me.v18i2.2345>
- Pratiwi, I. N. T., Yushardi, Y., Kurnianto, F. A., Astutik, S., & Apriyanto, B. (2022). Evaluasi dan Sebaran Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Litologi, Tekstur Tanah, dan Limbah di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. *Majalah Pembelajaran Geografi*, 5(2), 82. <https://doi.org/10.19184/pgeo.v5i2.34379>
- Putra, A. yandra, Sari, Y., & Maisarmah, S. (2019). Uji Kualitas Air Tanah Dari Kadar Tds, Ion So42- Dan No3- Di Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir. *Journal of Research and Education Chemistry*, 1(2), 23. [https://doi.org/10.25299/jrec.2019.vol1\(2\).3498](https://doi.org/10.25299/jrec.2019.vol1(2).3498)
- Rejekiningrum, P. (2009). Peluang Pemanfaatan Airtanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 3(2), 85–96. www.groundwater.com/groundwater_
- Sharma, M. K., & Kumar, M. (2020). Sulphate contamination in groundwater and its remediation: an overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1–10.
- Sofiah, V., Chusharini, C., & Sriyanti. (2016). Kajian TDS dan DHL untuk Menentukan Tingkat Pencemaran Air Tanah Dangkal di Sekitar Lokasi TPA Leuwigajah Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 297–305.
- Sukardi, & Budhitrisna, T. (1992). *Peta Geologi Lembar Salatiga, Jawa. Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Zekai, S. (2014). *Practical and Applied Hydrogeology*. Elvisier.