

IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN KUALITAS AIRTANAH DANGKAL DI SEKITAR DAERAH INDUSTRI TAHU, KECAMATAN MANDAU, DURI

Sifa Fauzia¹, Fitri Mairizki^{2*}

¹²Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Jl.Kaharuddin

Nasution, No.113, Pekanbaru, Riau

*Corresponding author.

*fitrimairizki@eng.uir.ac.id

Abstrak

Kecamatan Mandau terletak di kota Duri, Provinsi Riau dan merupakan daerah dengan pertumbuhan ekonomi berbasis industri rumah tangga yang cukup pesat. Salah satu sektor usaha mikro yang berkembang adalah industri tahu yang menghasilkan limbah cair. Limbah cair industri tahu memiliki karakteristik mengandung bahan organik, COD, dan Ntotal yang tinggi yang apabila tidak diolah dengan benar dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari lapisan air tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas air tanah secara fisika dan kimia serta kelayakan air tanah sebagai sumber air minum. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel air tanah di lapangan dengan metode purposive sampling dan dilanjutkan dengan analisis laboratorium. Parameter yang diuji yaitu warna, rasa, bau, TDS, DHL, pH, COD, dan Ntotal. Hasil analisis parameter fisika dan kimia air tanah pada 20 stasiun di daerah penelitian menunjukkan bahwa semua stasiun (100%) memiliki warna air tanah yang jernih; semua stasiun (100%) memiliki air tanah yang tidak berasa; 19 stasiun (95%) memiliki air tanah yang tidak berbau dan 1 stasiun (5%) memiliki air tanah yang berbau; semua stasiun (100%) memiliki nilai TDS air tanah < 500 mg/l; nilai DHL berkisar 31 – 280 μ S/cm; nilai pH berkisar 7,69 – 7,83; 19 stasiun (95%) memiliki nilai COD airtanah < 10 mg/l dan 1 stasiun (5%) memiliki nilai COD airtanah > 10 mg/l; serta nilai Ntotal berkisar 0,6 – 3 mg/l. Berdasarkan baku mutu kualitas air minum, seluruh stasiun memiliki air tanah yang tidak memenuhi persyaratan kelayakan sebagai air minum tetapi masih bisa digunakan untuk keperluan seperti mandi dan mencuci.

Kata kunci : Mandau, Limbah Cair Industri Tahu, Sumur Gali, Kualitas Airtanah

Abstract

Mandau District is located in the city of Duri, Riau Province, and is an area experiencing rapid economic growth based on household-scale industries. One of the growing micro-enterprises is the tofu industry, which generates liquid waste. The liquid waste from the tofu industry is characterized by a high content of organic matter, COD, and total nitrogen (Ntotal), which, if not properly treated, can seep into the ground and contaminate the groundwater layer. The aim of this study is to analyze the physical and chemical quality of groundwater and assess its feasibility as a source of drinking water. The method used in this research involves field sampling of groundwater using purposive sampling, followed by laboratory analysis. The parameters tested include color, taste, odor, TDS, EC, pH, COD, and Ntotal. The results of the physical and chemical analysis of groundwater at 20 stations in the study area show that all stations (100%) have clear water; all stations (100%) have tasteless groundwater; 19 stations (95%) have odorless groundwater and 1 station (5%) has odorous groundwater; all stations (100%) have TDS values < 500 mg/l; EC values range from 31 to 280 μ S/cm; pH values range from 7,69 - 7,83; 19 stations (95%) have COD values < 10 mg/l and 1 station (5%) has COD > 10 mg/l; and Ntotal values range from 0,6 - 3 mg/l. Based on drinking water quality standards, none of the stations meet the requirements for potable water; however, the groundwater can still be used for purposes such as bathing and washing.

Keywords : Mandau, Tofu Industry Liquid Waste, Dug Well, Groundwater Quality

Pendahuluan

Air tanah merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia, terutama di daerah-daerah yang belum sepenuhnya terlayani oleh sistem penyediaan air bersih. Air tanah dangkal umumnya digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari seperti memasak, mencuci, mandi, bahkan untuk kebutuhan air minum. Ketersediaan air tanah yang cukup dan berkualitas baik menjadi penopang penting bagi kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Namun, air tanah dangkal memiliki kerentanan tinggi terhadap pencemaran, khususnya dari aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan (Sasongko dkk., 2014).

Salah satu aktivitas antropogenik yang berpotensi mencemari air tanah adalah industri rumah tangga, termasuk industri tahu. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tahu memiliki kandungan bahan organik yang sangat tinggi yang apabila tidak diolah dengan benar dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari lapisan air tanah (Pagoray H., Sulistyawati, Fitriyani, 2021). Limbah ini umumnya dibuang secara langsung ke saluran terbuka atau meresap ke lingkungan sekitar tanpa sistem pengolahan limbah cair domestik yang memadai.

Kecamatan Mandau, yang terletak di Duri, Provinsi Riau, merupakan daerah dengan pertumbuhan ekonomi berbasis industri rumah tangga yang cukup pesat. Salah satu sektor usaha mikro yang berkembang adalah industri tahu yang tersebar di berbagai kelurahan. Industri ini memberikan manfaat ekonomi lokal namun sekaligus menimbulkan tekanan terhadap lingkungan sekitar. Limbah cair industri tahu mengandung banyak senyawa organik yang dapat menyebabkan pencemaran air tanah yang digunakan oleh masyarakat sekitar (Mairizki, F., Risti, P., A., dan Arief Y., P., 2020). Pencemaran air tanah tidak hanya berdampak terhadap lingkungan, tetapi juga menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia. Air tanah yang tercemar oleh senyawa kimia organik dan anorganik dapat menyebabkan gangguan pencernaan, keracunan, hingga penyakit kronis seperti gagal ginjal dan kanker jika dikonsumsi dalam jangka panjang (WHO, 2017). Oleh karena itu, penting dilakukan upaya identifikasi sumber pencemar dan analisis parameter kualitas airtanah secara menyeluruh.

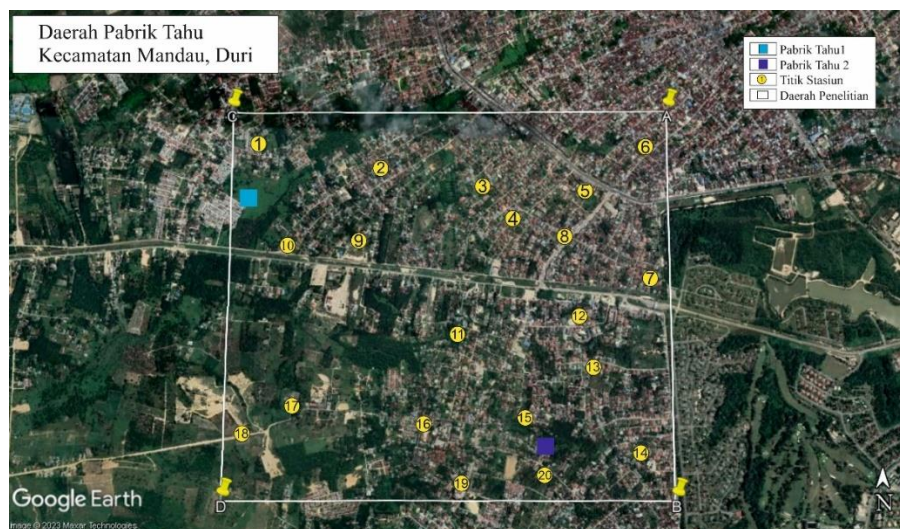
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan memetakan kualitas air tanah dangkal di sekitar kawasan industri tahu di Kecamatan Mandau. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi air tanah saat ini. Pemetaan kualitas air tanah penting dilakukan sebagai alat bantu

dalam pengambilan keputusan untuk mitigasi pencemaran dan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan.

Metode

Tempat Penelitian

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Mandau yang meliputi beberapa kelurahan yaitu Kelurahan Air Jamban, Babusalam, dan Duri Timur, Duri, Provinsi Riau. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat $101^{\circ}10'20.00''$ BT - $101^{\circ}11'40.00''$ BT dan $01^{\circ}15'10.00''$ LU - $01^{\circ}16'20.00''$ LU. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

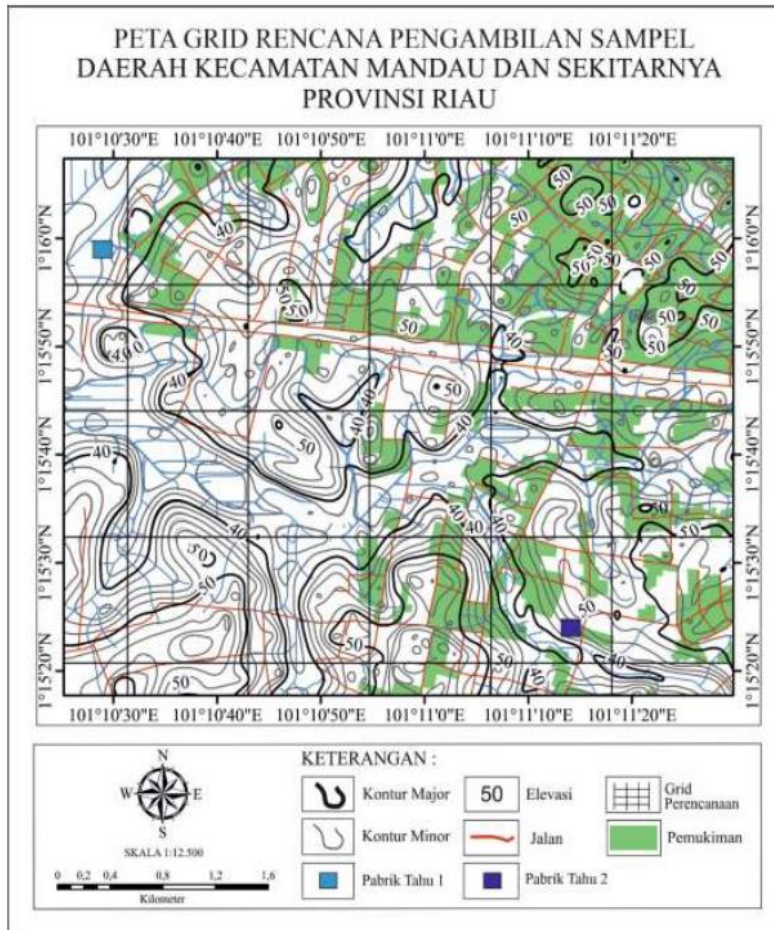
Penelitian ini menggunakan peralatan berupa : peta topografi dasar daerah penelitian berfungsi untuk mempermudah dalam melihat morfologi daerah penelitian; *Global Positioning System* (GPS) (Garmin) berfungsi untuk memberikan informasi posisi dan koordinat lokasi pengambilan data; *Water Quality Meter* (YSI Pro 1030) berfungsi sebagai alat ukur parameter fisika dan kimia air tanah (TDS, DHL dan pH); spektrofotometri (Shimadzu) untuk penentuan kadar COD; peralatan Kjeldahl (Buchi) untuk penentuan kadar N Total; tali meteran berfungsi sebagai alat ukur kedalaman sumur gali dan muka air tanah; botol sampel berfungsi sebagai wadah sampel air tanah serta peralatan gelas (Pyrex) lainnya.

Bahan yang digunakan adalah air tanah dangkal (sumur gali) sebagai sampel dan akuades sebagai pelarut dan untuk menetralkan kembali alat *Water Quality Meter* yang

telah digunakan.

Metode Pengumpulan Data dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dengan cara mengumpulkan data air tanah dangkal (sumur gali) di daerah penelitian. Penelitian dimulai dengan membuat grid pada peta topografi. Pembuatan grid bertujuan untuk mempermudah menentukan lokasi pengambilan sampel agar daerah penelitian terwakili dengan baik. Peta grid daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Grid Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Sampel air tanah diambil dari 20 lokasi sumur gali yang ada di daerah penelitian. Sampel air tanah tersebut dimasukkan ke dalam wadah sampel yang telah dibersihkan terlebih dahulu untuk dibawa ke laboratorium agar dapat dianalisis lebih lanjut. Hasil analisis laboratorium kemudian dibandingkan dengan baku mutu air tanah sebagai air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan N0.492 Tahun 2010 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Baku Mutu Air Minum

No	Parameter	Kadar Maksimum
1	Bau	Tidak Berbau
2	Warna	Tidak Bewarna
3	Rasa	Tidak Berasa
4	TDS	500 mg/l
5	DHL	-
6	pH	6,5 - 8,5
7	COD	10 mg/l
8	NTotal	0,5 mg/l

Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

Pengukuran parameter fisika-kimia untuk warna menggunakan indra penglihatan, untuk rasa menggunakan indra perasa, dan untuk bau menggunakan indra penciuman yang dilakukan langsung di lapangan. Adapun untuk pengukuran DHL, TDS, dan pH menggunakan alat *Water Quality Meter* di Laboratorium Geologi Dasar, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. Pengukuran parameter lainnya berupa COD dan Ntotal dilakukan di Laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI), Padang.

Hasil dan Pembahasan

Warna

Berdasarkan hasil analisis terhadap 20 stasiun air tanah di daerah penelitian, ditemukan mayoritas (95%) air tanah tidak berwarna atau jernih secara visual. Warna air tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan partikel tersuspensi, senyawa organik, serta mineral logam seperti besi dan mangan (Munfiah, S., Nurjazuli, Onny, S., 2013). Namun, kondisi ini tidak ditemukan secara signifikan di daerah penelitian karena batuan induk yang mendominasi berupa pasir kuarsa yang memiliki komposisi kimia stabil dan tidak melepaskan ion-ion logam berwarna ke dalam air tanah. Pasir kuarsa bersifat inert, tidak mudah larut, dan tidak menghasilkan senyawa berwarna. Struktur butiran pasir yang longgar juga berfungsi sebagai filter alami yang menyaring partikel-partikel padat dan bahan organik sehingga air yang meresap melalui lapisan ini tetap bersih dan tidak berwarna (Parwatingtyas D., 2015).

Selain itu, proses hidrogeologi di daerah Duri menyebabkan air tanah menjadi jernih. Air tanah yang jernih terbentuk sebagai hasil interaksi antara kondisi geologi lokal dan proses-proses alami dalam sistem air tanahnya. Air tanah di daerah ini sebagian besar berasal dari

infiltrasi air hujan yang melewati lapisan tanah dan pasir sebelum mencapai akuifer. Selama proses ini, air mengalami penyaringan fisik dan reaksi kimia seperti adsorpsi serta reaksi redoks yang mengurangi kandungan senyawa berwarna (Fetter, 2001).

Rasa

Berdasarkan hasil analisis terhadap 20 stasiun air tanah di daerah penelitian, diketahui bahwa semua air tanah (100%) memiliki rasa tawar. Rasa tawar pada air tanah terbentuk karena kombinasi antara rendahnya kandungan mineral terlarut dan kemampuan batuan menyaring secara alami. Batuan pasir pada daerah penelitian tersusun dari mineral kuarsa dan feldspar yang bersifat stabil dan tidak mudah larut dalam air. Struktur pasir yang berpori juga berfungsi seperti saringan alami yang menyaring partikel halus dan mencegah zat pencemar ikut masuk ke dalam air tanah sehingga air tanah yang meresap melalui batuan pasir tetap terasa netral (Parwatiningtyas D., 2015).

Bau

Berdasarkan hasil analisis terhadap 20 stasiun air tanah di daerah penelitian, ditemukan sebagian besar air tanah (95%) tidak berbau, dan hanya 1 air tanah (5%) yang berbau yaitu pada stasiun 20. Bau pada air tanah biasanya muncul akibat adanya senyawa organik terlarut, aktivitas mikroorganisme, atau keberadaan bahan pencemar dari limbah domestik dan industri. Daerah penelitian tersusun atas batuan pasir yang terdiri dari mineral kuarsa dan feldspar bersifat stabil (inersia), tidak mudah bereaksi dengan air, serta tidak menghasilkan senyawa yang bisa menyebabkan bau. Struktur pori-pori pada pasir yang besar membuat proses penyaringan alami berjalan lebih baik sehingga partikel organik dan senyawa yang bisa menyebabkan bau tidak mudah masuk ke lapisan air tanah (Parwatiningtyas D., 2015). Namun, terdapat 1 air tanah yang berbau yang kemungkinan besar disebabkan oleh kontaminasi lokal.

Zat Padat Terlarut (TDS)

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua air tanah (100%) di daerah penelitian memiliki nilai TDS < 500 mg/L. Nilai TDS tertinggi terdapat di stasiun 9 (140 mg/L) dan nilai TDS terendah terdapat di stasiun 20 (18 mg/L). Nilai ini menunjukkan bahwa air tanah umumnya jernih dengan kandungan zat terlarut rendah sehingga masih tergolong berkualitas baik. Faktor yang mempengaruhi nilai TDS dapat berupa pelapukan batuan, aliran air permukaan,

dan aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga atau industri (Rinawati dkk., 2016). Jenis batuan di daerah Duri yang didominasi oleh batuan pasir juga berpengaruh membantu menjaga kualitas air karena mineralnya tidak mudah larut sehingga tidak banyak menambahkan zat terlarut dalam air (Parwatiningtyas D., 2015).

Daya Hantar Listrik (DHL)

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua air tanah (100%) di daerah penelitian memiliki nilai DHL < 700 $\mu\text{S/cm}$ sehingga termasuk kedalam air tawar. Nilai DHL tertinggi terdapat di stasiun 9 (280 $\mu\text{S/cm}$) dan nilai DHL terendah di stasiun 20 (31 $\mu\text{S/cm}$). Nilai DHL yang rendah di daerah penelitian disebabkan oleh kadar TDS yang juga rendah, karena terdapat hubungan langsung antara keduanya dimana semakin rendah kadar TDS, maka nilai DHL cenderung ikut menurun, dan sebaliknya (Parera, M. J., Supit, W., dan Rumampuk, J. F., 2013).

Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua air tanah (100%) di daerah penelitian memiliki pH pada rentang 6,5-8,5. Nilai pH tertinggi terdapat di stasiun 14 (7,83) dan nilai pH terendah di stasiun 8 (pH 7,7). pH air yang cenderung asam dapat meningkatkan sifat korosif pada benda-benda logam dan menyebabkan beberapa persenyawaan kimia menjadi racun. pH air yang rendah dapat menimbulkan rasa yang cenderung asam sedangkan pH air yang tinggi dapat menimbulkan rasa yang cenderung pahit pada air tanah (Hasrianti dan Nurasia, 2018).

Chemical Oxygen Demand (COD)

Pada daerah penelitian, hanya 1 air tanah (5%) yang memiliki kadar COD > 10 mg/l yaitu pada stasiun 1 dengan nilai COD 12,74 mg/l. Penyebab tingginya kadar COD diduga berasal dari aktivitas pabrik tahu yang berdekatan. Limbah cair dari pabrik tersebut langsung dibuang ke parit tanpa melalui proses pengolahan sehingga berpotensi mencemari air tanah di sekitar lokasi tersebut. Pembuangan limbah industri yang mengandung bahan organik tinggi tanpa pengolahan dapat menyebabkan peningkatan kadar COD di lingkungan sekitar dan berisiko mencemari sumber air tanah (Sunarsih E., dkk., 2023).

Nitrogen Total (Ntotal)

Pada daerah penelitian, semua air tanah (100%) memiliki nilai Ntotal > 0,5 mg/l. Nilai Ntotal tertinggi terdapat di stasiun 3 (3,11 mg/L) dan nilai Ntotal terendah di stasiun 10 (0,60 mg/l). Ntotal yang tinggi pada air tanah dapat disebabkan oleh banyaknya senyawa organik yang mengandung nitrogen seperti amonia, nitrat, dan nitrit. Sumber Ntotal ini dapat berasal dari aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk nitrogen, limbah domestik, maupun proses dekomposisi bahan organik di lingkungan sekitar (Xinqiang, D., dkk. 2020).

Pemetaan Kelayakan Kualitas Air Tanah

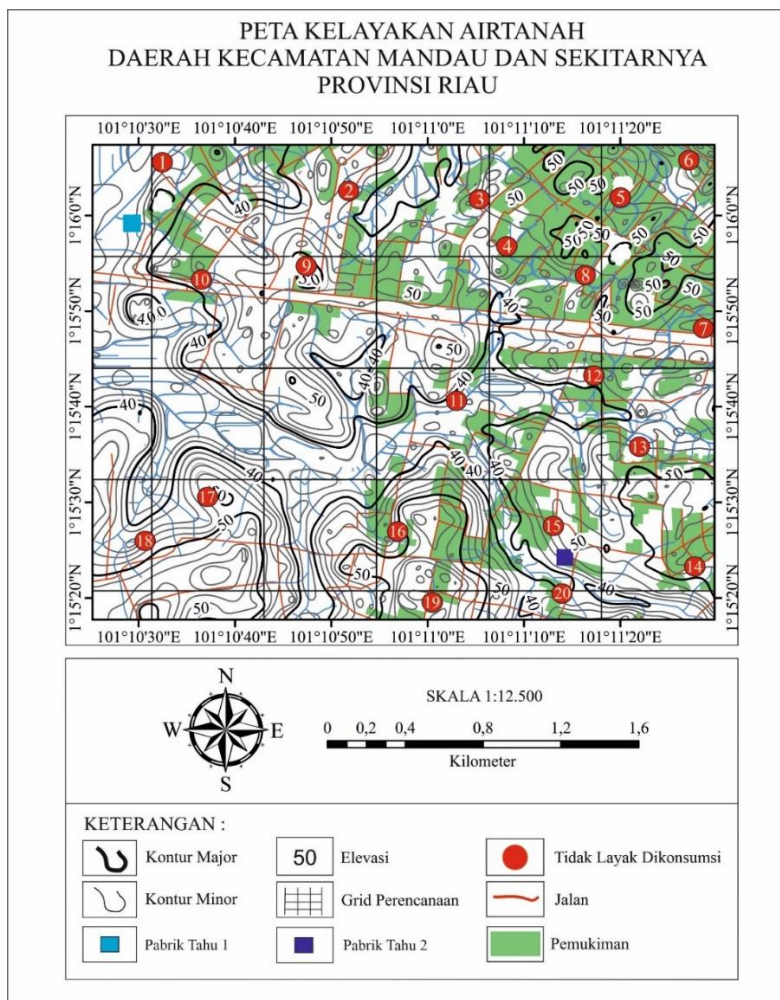
Hasil pengukuran semua parameter fisika dan kimia airtanah yang dibandingkan dengan Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Airtanah

Stasiun	Warna	Rasa	Bau	TDS	DHL	pH	COD	NTotal	Keterangan
1	Jernih	Tawar	Tidak berbau	88	176	7,75	12,74	1,28	Tidak layak diminum
2	Jernih	Tawar	Tidak berbau	62	124	7,78	3	1,09	Tidak layak diminum
3	Jernih	Tawar	Tidak berbau	82	164	7,75	3	3,11	Tidak layak diminum
4	Jernih	Tawar	Tidak berbau	90	179	7,71	3	2,9	Tidak layak diminum
5	Jernih	Tawar	Tidak berbau	109	217	7,69	3	2	Tidak layak diminum
6	Jernih	Tawar	Tidak berbau	64	128	7,73	3	3	Tidak layak diminum
7	Jernih	Tawar	Tidak berbau	46	93	7,78	3,11	3	Tidak layak diminum
8	Jernih	Tawar	Tidak berbau	72	143	7,7	3	2,87	Tidak layak diminum
9	Jernih	Tawar	Tidak berbau	140	280	7,78	3	1,11	Tidak layak diminum
10	Jernih	Tawar	Tidak berbau	51	102	7,75	3	0,6	Tidak layak diminum
11	Jernih	Tawar	Tidak berbau	127	254	7,77	3,5	0,86	Tidak layak diminum
12	Jernih	Tawar	Tidak berbau	66	131	7,77	3,7	1	Tidak layak diminum
13	Jernih	Tawar	Tidak berbau	65	131	7,79	3	1,54	Tidak layak diminum
14	Jernih	Tawar	Tidak berbau	78	156	7,83	3	2,69	Tidak layak diminum

15	Jernih	Tawar	Tidak berbau	64	128	7,8	3	1,37	Tidak layak diminum
16	Jernih	Tawar	Tidak berbau	25	50	7,74	3,8	1,2	Tidak layak diminum
17	Jernih	Tawar	Tidak berbau	57	155	7,81	3	2,44	Tidak layak diminum
18	Jernih	Tawar	Tidak berbau	109	218	7,79	3,6	2,53	Tidak layak diminum
19	Jernih	Tawar	Tidak berbau	42	85	7,78	3,25	1,63	Tidak layak diminum
20	Jernih	Tawar	Berbau	31	31	7,79	3	1,43	Tidak layak diminum

Berdasarkan Permenkes No 492/Menkes/Per/IV/2010 dan Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001 tentang kualitas air minum, seluruh stasiun (100%) airtanahnya tidak layak dijadikan sebagai air minum. Hal ini disebabkan karena semua air tanah memiliki nilai $N_{total} > 0,5$ mg/l. Akan tetapi, airtanah tersebut masih bisa digunakan untuk keperluan lain seperti mandi dan mencuci, karena parameter diatas standar baku mutu hanya N_{total} saja. Peta kelayakan air tanah sebagai air minum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Kelayakan Airtanah

Kesimpulan

Hasil analisis parameter fisika air tanah di daerah penelitian menunjukkan bahwa semua stasiun (100%) memiliki warna air tanah yang jernih; semua stasiun (100%) memiliki air tanah yang tidak berasa; 19 stasiun (95%) memiliki air tanah yang tidak berbau dan 1 stasiun (5%) memiliki air tanah yang berbau; semua stasiun (100%) memiliki nilai TDS air tanah < 500 mg/l; dan nilai DHL berkisar 31 – 280 $\mu\text{S/cm}$. Hasil analisis parameter kimia menunjukkan bahwa nilai pH air tanah berkisar 7,69 – 7,83; 19 stasiun (95%) memiliki nilai COD airtanah < 10 mg/l dan 1 stasiun (5%) memiliki nilai COD airtanah > 10 mg/l; serta nilai Ntotal berkisar 0,6– 3 mg/l. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/Menkes/Per/IV/2010 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 tahun 2001 tentang kualitas air minun, seluruh stasiun (100%) memiliki airtanah yang tidak memenuhi persyaratan kelayakan sebagai air minum tetapi masih dapat digunakan untuk keperluan lain seperti mandi dan mencuci.

Daftar Referensi

- Fetter, C.W. 2001. *Applied Hydrogeology* (4th ed.). Prentice Hall.
- Hasrianti dan Nurasia. 2018. Analisis Warna, Suhu, pH dan Salinitas Air Sumur di Kota Palopo. *Prosiding Seminar Nasional*, 2(1), 747-753.
- Xinqiang, D., dkk. 2020. Sources, Influencing Factors, and Pollution Process of Inorganic Nitrogen in Shallow Groundwater of a Typical Agricultural Area in Northeast China. *Water*, 12(11), 3292.
- Mairizki, F., Risti, P., A., dan Arief Y., P. 2020. Assessment of Groundwater Quality for Drinking Purpose in an Industrial Area, Dumai City, Riau, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 5(4), 234-238.
- Munfiah, S., Nurjazuli, Onny, S. 2013. Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(2), 154–159.
- Pagoray, H., Sulistyawati, Fitriyani. 2021. Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1) : 53-65.
- Parera, M. J., Supit, W., dan Rumampuk, J. F. 2013. Analisis Perbedaan Pada Uji

Kualitas Air Sumur Di Kelurahan Madidir Ure Kota Bitung Berdasarkan Parameter Fisika. *Jurnal e-Biomedik*, 1(1) : 466-472.

Parwatiningtyas, Dian. 2015. Klasifikasi Jenis Batuan Sebagai Filter Air Bersih. *Faktor Exacta*, 5(1) : 40-53.

Rinawati., dkk. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1): 36-45.

Sasongko, E.B., Widyastuti, E., Priyono, R.E. 2014. Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72-82.

Sunarsih E., dkk., 2023. Analisis Menurunnya Kualitas Air Sumur Akibat Pembuangan Limbah Rumah Tangga Yang Tidak Tepat. *Environmental Science Journal (ESJo): Jurnal Ilmu Lingkungan*, 1(2): 68-76.

WHO. 2017. *Guidelines for Drinking-Water Quality : Fourth Edition Incorporating the First Addendum*. World Health Organization.