

# Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Dangkal Di Lereng Gunung Wilis Kecamatan Dagangan Menggunakan *Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)*

Candra Purnawan<sup>1\*</sup>, Bambang Sigit Amanto<sup>2</sup>, Hadi Wiwit Hendro Cahyono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, LPPM Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta, Indonesia

**Received:** September 21, 2024 **Published:** September 30, 2024

## Abstrak

Air tanah dangkal sangat mudah mengalami kontaminasi yang disebabkan oleh pencemaran yang terjadi di permukaan tanah. Tercemarnya air tanah dangkal umumnya melalui proses infiltrasi dan perkolasi. Kecamatan Dagangan merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Madiun, dimana wilayahnya terletak di lereng Gunung Wilis sehingga merupakan kawasan resapan air tanah yang sangat baik. Pengukuran kualitas air menggunakan metode *Water Quality Index (WQI)*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kualitas air untuk kebutuhan air minum dan/atau higiene sanitasi secara spasial di Kecamatan Dagangan. Terdapat 30 sampel yang digunakan untuk mempresentasikan kualitas air di Kabupaten Dagangan. Kualitas air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan berkisar antara 1,42 hingga 88,97. Menurut klasifikasi indeks WQI, kualitas air di daerah ini termasuk dalam kategori Sangat Baik (7 titik), Baik (19 titik), Buruk (3 titik), Sangat Buruk (1 titik), dan tidak ada yang masuk dalam kategori Tidak Layak untuk Air Minum (0 titik). Bagian utara Kecamatan Dagangan, dengan topografi datar, merupakan pusat perekonomian dan aktivitas pertanian, sehingga cenderung memiliki sumber kontaminan lebih tinggi. Sebaliknya, bagian selatan yang lebih tinggi didominasi oleh lahan perhutani, perkebunan, dan hutan, sehingga jumlah kontaminan yang masuk jauh lebih sedikit.

**Kata kunci:** Air Tanah; Dagangan; WQI; Spasial; Gunung Wilis

## PENDAHULUAN

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah (Kementerian ESDM, 2017). Air tanah menjadi kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, ketersediaan air tanah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor alam, seperti kondisi meteorologi dan kondisi geologi yang menentukan kemampuan batuan untuk menyimpan dan mengalirkan air tanah. (Fetter, 2014). Menurut Herlambang (1996), air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akifer air tanah dangkal yaitu air yang terdapat diantara lapisan kedap air (impermeabel) sampai batas atas lapisan tanah.

Sumber air bersih yang mudah diakses di area permukiman merupakan air tanah dangkal sehingga seringkali terjadi eksploitasi yang berlebihan. Air tanah dangkal dimanfaatkan dengan membuat sumur gali dan sumur bor. Posisi air tanah dangkal dekat dengan permukaan tanah yang menyebabkan sangat mudah terkontaminasi oleh rembesan pencemar dari permukaan tanah, sumber pencemaran pada area permukiman dapat berasal dari limbah domestik, kotoran hewan dan bocornya saptic tank (Mahmud, 2021). Proses

\* Corresponding Author: [candra\\_pr@staff.uns.ac.id](mailto:candra_pr@staff.uns.ac.id)

**Cite this as:** Purnawan, C., Amanto, B. S., & Cahyono, H. H. (2024). Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Dangkal Di Lereng Gunung Wilis Kecamatan Dagangan Menggunakan *Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)*. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, 26(1), 46-58. doi: <https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93613>

pencemaran tersebut diawali dengan adanya proses infiltrasi dan perkolasi yaitu pergerakan air dari lapisan tanah bagian atas menuju ke zona jenuh (air tanah). Dalam kondisi ini tingkat kualitas air sangat dipengaruhi oleh 3 faktor utama yaitu: (1) Kualitas dan kuantitas sumber pencemar, semakin banyak dan pekat limbah cair yang dibuang maka dampak buruk terhadap kualitas air tanah semakin besar; (2) Karakteristik tanah dan/atau batuan yang dilalui pergerakan air limbah tersebut, artinya tekstur tanah lempung (clay) mempunyai peran melakukan penyaringan (filter) terhadap limbah lebih baik dibanding tekstur debu (silt) dan pasir (sand); (3) Kemiringan hidrolik, pada air tanah yang mempunyai kemiringan hidrolik lebih tinggi sehingga memungkinkan pergerakan air tanah secara horizontal lebih cepat, maka kemungkinan terjadi akumulasi pencemaran air dapat dikurangi; dan (4) Kedalaman muka air tanah, artinya bahwa semakin besar jarak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah maka peran tanah untuk melakukan penyaringan air limbah akan semakin intensif.

Kebutuhan air untuk berbagai keperluan terus meningkat dengan cepat dari waktu ke waktu (Astutik et al., 2016). Kecamatan Dagangan sebagai wilayah yang terus berkembang dengan jumlah penduduk 54.145 jiwa dengan kepadatan penduduk rerata 667,39 jiwa/km<sup>2</sup> (Kecamatan Dagangan Dalam Angka, 2023) dan membutuhkan air bersih yang besar. Pemenuhan kebutuhan air domestik di Kecamatan Dagangan bersumber dari sumur bor/gali (air tanah), PDAM, Pamsimas dan Mata Air. Sumur yang banyak digunakan oleh masyarakat di Kecamatan Dagangan bersumber dari air tanah dangkal, meskipun sudah tersedia PDAM, sebagian besar masyarakat masih memanfaatkan air tanah dangkal. Topografi Kecamatan Dagangan terbagi menjadi dua wilayah, yakni pada wilayah utara dengan topografi yang datar dan pada sisi selatan dengan topografi berbukit hingga pegunungan sebagai bagian dari lereng Gunung Wilis.

Meningkatnya aktivitas manusia akan sangat berpengaruh terhadap kualitas air tanah Kecamatan Dagangan. Kepadatan penduduk akan berkorelasi dengan tingkat pencemaran air tanah (Sudaryanto & Wibawa, 2013). Kualitas air dapat dianalisis menggunakan berbagai pendekatan metode, Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI) merupakan pendekatan untuk menilai kualitas air tanah dengan memberikan hasil yang akurat dan wajar metode ini menilai kualitas air berdasarkan pengaruh variabel kualitas air pada setiap parameter dengan teknik pembobotan variatif (Dhaduti, M.S. et al, 2024). Pola perkembangan pembangunan berada di wilayah yang lebih datar dan memiliki dampak terhadap pengambilan air tanah dan timbulan pencemar yang lebih tinggi. Sebagai wilayah yang terus berkembang sebagai kawasan pertumbuhan ekonomi kegiatan pertanian di Kecamatan Dagangan cukup mendominasi, perubahan iklim yang berdampak pada kekeringan menyebabkan petani memanfaatkan air tanah untuk pengairan sawah agar tetap berproduksi selama tiga siklus penanaman. Pertanian intensif selain berdampak pada ketersediaan air tanah juga berdampak pada kualitas air tanah sebagai pengaruh dari penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan. Penggunaan air tanah secara berlebihan memungkinkan untuk terjadinya cekungan-cekungan air tanah dan berpotensi terjadinya amblesan (Nugraha, S., Et al, 2023). Penurunan kualitas air tanah dapat mengakibatkan permasalahan kesehatan apabila dikonsumsi secara terus menerus (Febriarta. E dan M. Widyastuti, 2020). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran kualitas air di Kecamatan Dagangan dengan pendekatan Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI).

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi studi berada di lereng utara Gunung Wilis yang secara administrasi berada di Kecamatan Dagangan Kabupaten Madiun. Batuan di Kecamatan Dagangan didominasi oleh Morfonit Tanjungsari dan Morfoset Patubanteng-Jeding, kondisi geologi wilayah berpotensi terjadinya proses infiltrasi dan perkolasi cukup besar, hal ini berpengaruh terhadap kondisi kualitas air tanah. Pengambilan sampel air tanah dangkal dilakukan di wilayah kecamatan ini dengan menggunakan metode purposive sampling yang mempertimbangkan sampel air (sumur) digunakan sehari-hari untuk kegiatan domestik. Pada wilayah atas yang merupakan lereng Gunung Wilis karena tidak ditemukan Sumur Gali maka dilakukan pendekatan dengan menggunakan sampel pada saluran air yang bersumber dari mata air. Berdasarkan pendekatan yang

ada jumlah sampel untuk penentuan kualitas air diperoleh sebanyak 30 titik sampel, dengan rincian 5 sampel merupakan mata air dan 25 sampel merupakan sumur yang masih aktif digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Titik pengambilan sampel dapat dilihat di Tabel 1.

**Tabel 1.** Titik Pengambilan Sampel Air Tanah

No.	Kode Sampel	Koordinat
1	M1	49 570807 E 9140997 S
2	M2	49 570240 E 9141606 S
3	M3	49 560890 E 9147977 S
4	M4	56882297 E 9143835 S
5	M5	56767100 E 9144002 S
6	S1	49 563211 E 9141167 S
7	S4	49 562229 E 9142595 S
8	S7	49 561268 E 9143534 S
9	S8	49 563958 E 9144868 S
10	S10	49 560400 E 9146276 S
11	S13	49 561021 E 9146022 S
12	S14	49 560618 E 9145899 S
13	S17	49 562175 E 9147230 S
14	S23	49 560980 E 9147778 S
15	S25	49 560453 E 9148669 S
16	S28	49 564114 E 9148265 S
17	S29	49 563481 E 9148429 S
18	S30	49 563006 E 9148491 S
19	S31	49 561851 E 9148595 S
20	S32	49 561269 E 9148592 S
21	S35	49 560440 E 9149038 S
22	S36	49 566565 E 9150421 S
23	S37	49 565662 E 9150197 S
24	S38	49 565046 E 9149455 S
25	S43	49 563829 E 9149318 S
26	S45	49 559855 E 9149577 S
27	S46	49 560252 E 9150435 S
28	S47	49 560342 E 9150061 S
29	S50	49 562136 E 9151796 S
30	L9	49 565931 E 9151296 S

Sumber: Hasi Analisis

### Analisis Spasial Kualitas Air

Penggambaran secara spasial kualitas air pada penelitian ini secara penuh menggunakan analisis Sistem Informasi Geografi (GIS) dengan menggunakan pendekatan Interpolasi Kriging. Interpolasi spasial adalah prosedur yang digunakan untuk memprediksi nilai di suatu lokasi yang tidak memiliki titik sampel. Dalam interpolasi, tingkat hubungan atau ketergantungan antara objek yang dekat dan yang jauh dihitung (Childs, 2004). Kriging adalah metode interpolasi yang menghasilkan prediksi atau estimasi tak bias dengan kesalahan minimum, metode ini menggunakan semivariogram yang mewakili perbedaan spasial dan nilai antara semua pasangan sampel data (Hidayatullah, S., et al, 2018). Metode kriging dipilih dan akan dijalankan pada aplikasi GIS (Arcmap).

**Analisis Kualitas Air Menggunakan *Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)*.**

Pengambilan sampel air dilakukan sesuai dengan peraturan dan standart yang berlaku. Sampel air tanah yang digunakan untuk uji kualitas bersumber dari sumur gali dan mata air dengan parameter yang digunakan untuk mengetahui sifat biologi, fisik dan kimia air tanah. Tolok ukur untuk penentuan kualitas air tanah, sangat tergantung pada jenis peruntukannya. Kualitas air untuk keperluan higine sanitasi telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

Indeks Kualitas Air (*Water Quality Index / WQI*) adalah metode sederhana yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas air secara umum. Metode ini menggunakan sekelompok parameter untuk mengurangi banyak informasi menjadi satu angka tunggal yang biasanya tidak berdimensi, dan mudah untuk direproduksi (Abbasi dan Abbasi, 2012). Nilai Indeks Kualitas Air atau *Water Quality Index (WQI)* dihitung berdasarkan tingkat kualitas air (*qi*) dan faktor pembobot (*wi*) (Siswoyo dkk., 2021). Perhitungan *WQI* dengan rumus sebagai berikut (Kumar et al., 2015; Inayathulla & Paul, 2013; Nabizadeh et al., 2013; Awachat Ankita R., 2017) sebagai berikut:

$$K = \frac{1}{\sum_{n=1}^n \frac{1}{v_s}}$$

Keterangan:

K = *Constant Proportionality*

Vs = Nilai Standart setiap parameter

$$W = \frac{K}{v_s}$$

Keterangan:

W = Faktor pembobot

K = *Constant Proportionality*

Vs = Nilai Standart setiap parameter

Rumus persamaan tingkat kualitas air:

$$q = \frac{(v_a - v_i)}{(v_s - v_i)} \times 100$$

Keterangan:

Q = *Quality Rating*

Va = Nilai dari laboratorium

Vs = Nilai standar setiap parameter kualitas air

Vi = Nilai ideal dari setiap parameter (untuk pH = 7, parameter selain pH = 0)

Nilai Indeks Kualitas Air atau *Water Quality Index (WQI)* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$WQI = \text{Antilog} (\sum_{n=1}^n W_n \log q_n)$$

Keterangan:

WQI = *Water Quality Index*

W = Faktor pembobot

Q = *Quality Rating*



Kualifikasi indeks kualitas air tanah dangkal berdasarkan WQI:

**Tabel 2.** Kualifikasi indeks kualitas air tanah dangkal berdasarkan WQI

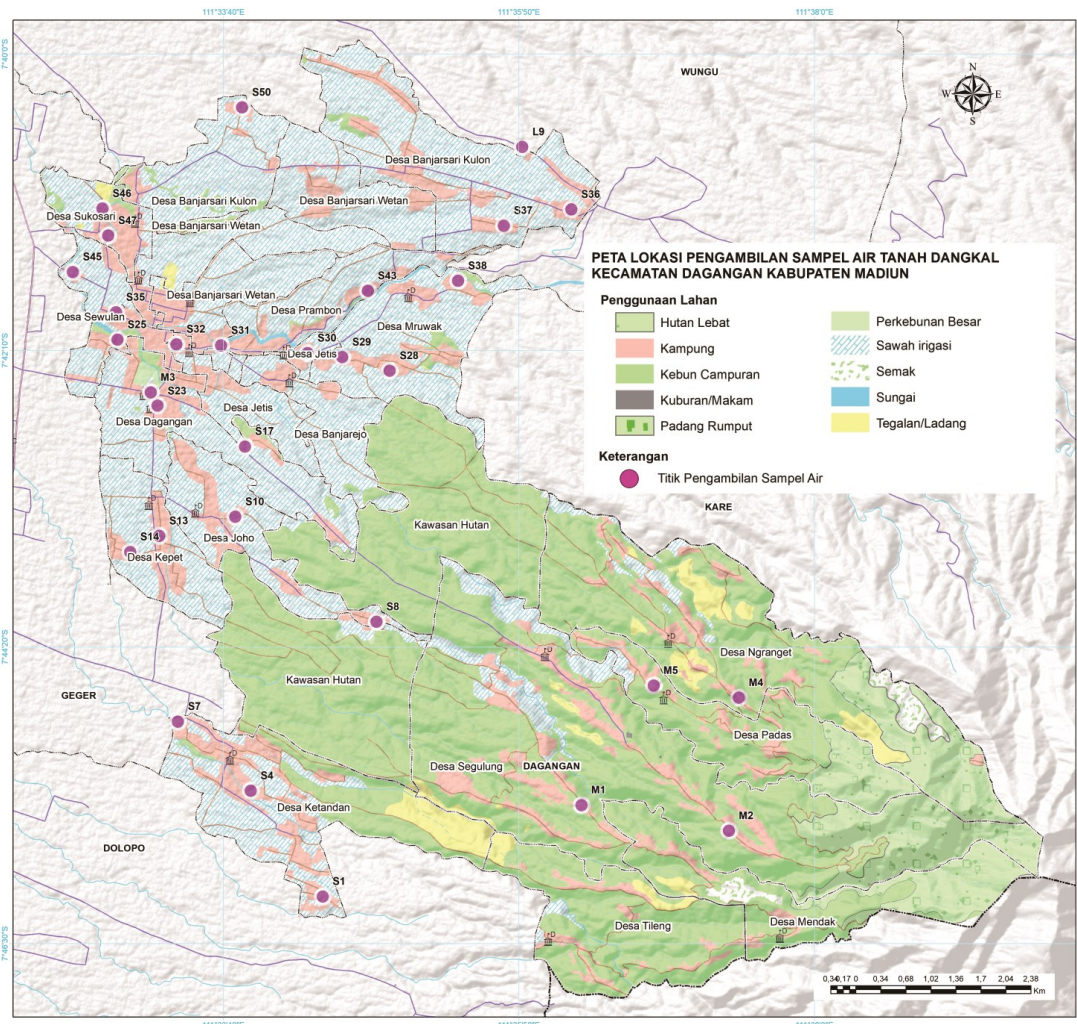
No	Nilai WQI	Tingkat Kualitas	Kelas
1	0 – 25	Sangat Baik	A
2	26 – 50	Baik	B
3	51 – 75	Buruk	C
4	76 – 100	Sangat buruk	D
5	>100	Tidak Layak untuk Air Minum	E

Sumber: Kumar et al., 2015

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 10 parameter yang dilakukan pengujian terhadap 30 sampel air tanah di Kecamatan Dagangan, pengujian parameter air untuk analisis WQI dilakukan pada 3 parameter fisika, 6 parameter kimia, dan 1 Parameter Biologi. Lokasi pengambilan sampel air tanah ditampilkan dalam Gambar 1.

Pengujian kualitas air tanah di Kecamatan Dagangan, Kabupaten Madiun dilakukan pada 5 lokasi sumber mata air yang tersebar di 5 Desa, yaitu; Desa Segulung, Desa Mendak, Desa Dagangan, Desa Ngranget, dan Desa Padas (kode M). Sedangkan, untuk lokasi pengujian kualitas air sumur tanah dangkal dilakukan pada 24 titik (kode S). yang berada di Kecamatan Dagangan dan 1 titik (kode L). yang berada di Kecamatan Wungu (sebagai titik ikat pemetaan pola aliran air tanah dangkal).

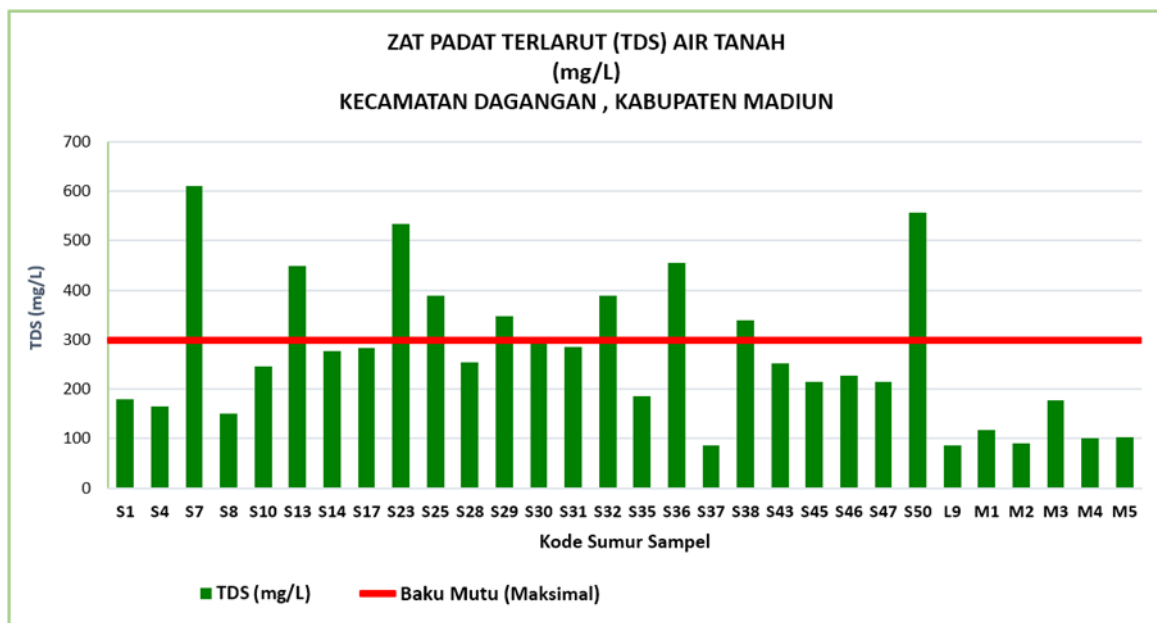


**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah

**Parameter Fisika**

a. TDS

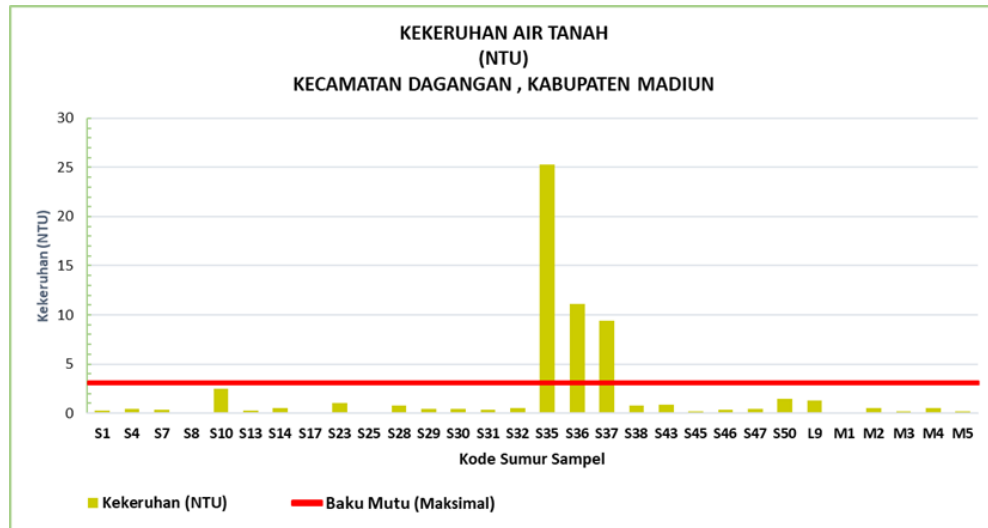
Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi TDS air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan telah melampaui baku mutu di beberapa lokasi pengukuran berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023. Terdapat 10 lokasi dengan TDS yang telah melampaui baku mutu yaitu pada titik S7, S13, S23, S25, S29, S30, S32, S36, S38, dan S50. TDS terbesar terletak di sumur dengan kode S7, S23, dan S50. Hal ini mengindikasikan material terlarut yang lebih besar dari sumur lainnya, yang dimungkinkan adanya mineral – mineral terlarut. Walaupun TDS sendiri mungkin hanya faktor estetik (rasa) dan teknis, kadar padatan yang tinggi juga merupakan indikator bahwa zat berbahaya yang terkontaminasi, seperti zat sulfat dan bromida arsenik juga dapat hadir di dalam air tersebut. Hal ini terutama berlaku bila air terkontaminasi dengan limbah, baik limbah rumah tangga maupun dari limbah industri.



**Gambar 2.** TDS Air Tanah Kecamatan Dagangan

b. Kekeruhan

Tingginya nilai kekeruhan dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektifitas desinfeksi pada proses penjernihan air, kekeruhan juga dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur air, seperti kerak pada pipa air. Terdapat 3 lokasi yang memiliki kekeruhan air tanah yang telah melebihi baku mutu, yaitu di titik S35, S36, dan S37. Hal ini disebabkan karena sumur ini digunakan sehari – hari dengan intensitas lebih tinggi dibandingkan lainnya sehingga sirkulasi air lebih cepat, proses filtrasi dan pengendapan menjadi lebih kecil sehingga kekeruhan menjadi lebih besar. Tingginya nilai kekeruhan dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektifitas desinfeksi pada proses penjernihan air. Disamping itu air yang keruh sulit didesinfektan, karena mikroba pathogen dapat terlindungi oleh partikel tersebut baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Partikel yang terlarut atau terendap dalam air minum dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti diare, keracunan logam berat, dan infeksi bakteri.



**Gambar 3.** Konsentrasi kekeruhan Air Tanah Kecamatan Dagangan

### c. Warna

Salah satu sifat air bersih adalah transparan terhadap cahaya. Berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan terdapat 4 lokasi yang memiliki warna air tanah yang telah melebihi baku mutu, yaitu di titik S32, S35, S36, dan S37. Transparan atau tidak berwarna merupakan salah satu indikasi fisik bahwa air tersebut dapat digunakan untuk kebutuhan higine dan sanitasi.

### Parameter Kimia

#### a. Ph

Kadar pH air merupakan indikator tingkat asam atau basa pada air yang dinilai dengan skala 0–14. Rendahnya nilai pH mengindikasikan menurunnya kualitas perairan yang pada akhirnya berdampak terhadap kehidupan biota di dalamnya. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan nilai pH, nilai yang ideal untuk kehidupan antara 7 – 8,5. Pada nilai pH yang lebih rendah (<4), sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Terdapat 1 lokasi yang mempunyai pH di bawah baku mutu yaitu di sumur nomor S38, sumur milik Ibu Paniyem yang terletak di Desa Mruwak RT 21/RW 04. pH yang relatif asam diperkirakan disebabkan pelarutan asam-asam lemah mineral tanah. Sumur dengan pH tertinggi adalah sumur dengan Nomor S29 yaitu sumur milik Ibu Surinah di Mruwak RT 11/RW 02, Mruwak, diperkirakan disebabkan mineral – mineral terlarut yang bersifat basa.

#### b. Nitrat

Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) adalah bentuk senyawa utama nitrogen di dalam air tanah, yang merupakan salah satu parameter pencemar yang berasal dari limbah domestik (rumah tangga). Amonia (NH<sub>3</sub>) yang dihasilkan dari limbah tersebut melalui bakteri diubah menjadi nitrat dengan reaksi nitrifikasi. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi Amonia menjadi nitrat adalah proses yang penting dalam siklus Nitrogen. konsentrasi Nitrat pada air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan masih sangat jauh dari batas maksimal baku mutu air untuk kebutuhan higine sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023. Kadar Nitrat yang tinggi dapat bersifat toksik dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Konsentrasi Nitrat yang tinggi bagi kesehatan terutama bagi bayi dapat menyebabkan apa yang disebut blue baby, yaitu terjadinya warna kebiru-biruan pada bayi karena kekurangan oksigen.

#### c. Nitrit

Amonia dan bahan Nitrogen lain pada air alami cenderung teroksidasi oleh bakteri aerobik, pertama menjadi nitrit kemudian menjadi Nitrat. nilai Nitrit di Kecamatan Dagangan masih memenuhi baku mutu di semua lokasi pengambilan sampel. Kandungan Nitrit paling tinggi terdapat di sumur dengan kode S23 (Sumur Bapak Rusmanto, Desa Dagangan) , S38 (Sumur Ibu Paniyem, Desa Mruwak) dan L9 (Sumur Pak Rin, Desa Watu tumpang, Kecamatan Wungu). Senyawa nitrogen organik masuk ke lingkungan dari

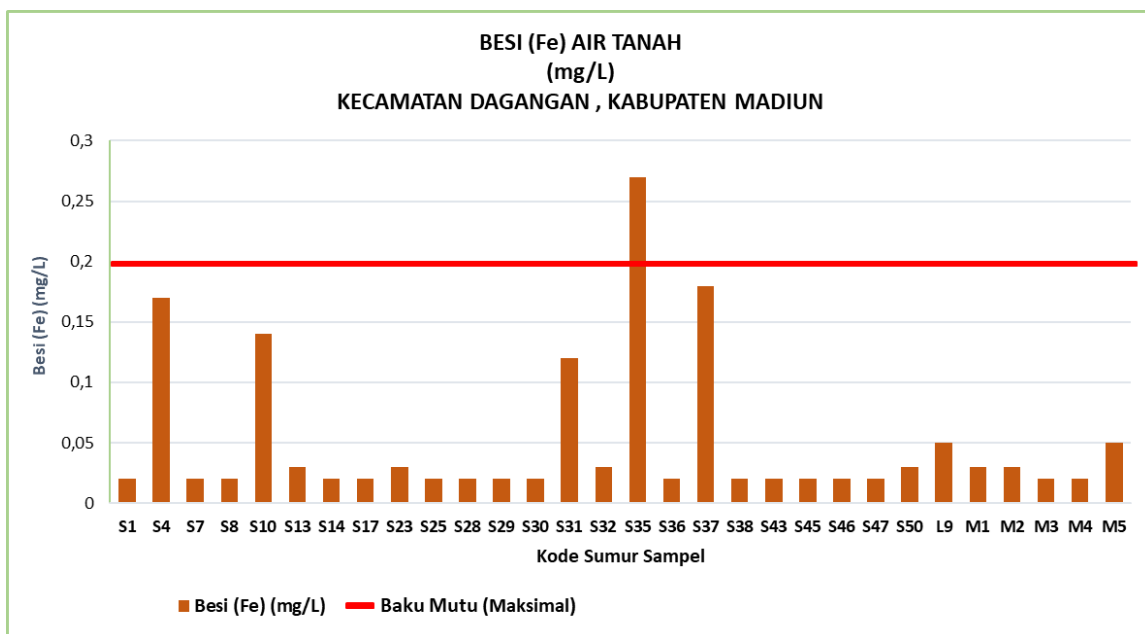
ekskresi hewan liar dan ikan, jaringan hewan yang mati, kotoran manusia, dan kotoran ternak. Nitrit dengan cepat teroksidasi menjadi Nitrat, sehingga biasanya Nitrit kecil kadarnya di air permukaan. Reaksi berjalan reversible; dibawah kondisi kurang Oksigen, yang sering terjadi pada air tanah, Nitrat dapat tereduksi menjadi Nitrit.

d. Kromium

Kromium dapat masuk ke badan perairan dengan dua cara, yaitu cara alamiah dan non-alamiah. Masuknya Cr secara alamiah seperti erosi atau pengikisan pada batuan mineral dan debu-debu atau partikel Cr yang ada di udara akan dibawah turun oleh air hujan (Departemen Kesehatan, 2009; Bugis dkk, 2013). Masuknya Cr secara non alamiah lebih berkaitan dengan aktivitas manusia seperti buangan limbah industri dan rumah tangga ke badan air (Departemen Kesehatan, 2009; Bugis dkk, 2013). Berdasarkan hasil pengukuran maka dapat disampaikan bahwa nilai kromium air tanah di Kecamatan Dagangan masih memenuhi baku mutu di semua lokasi pengambilan sampel.

e. Besi (Fe)

Zat Besi (Fe) adalah salah satu elemen yang dapat ditemui hampir pada setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Konsentrasi Besi air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan terdapat satu sumur yang telah melampaui baku mutu dan 4 sumur yang mempunyai kandungan Besi cukup tinggi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum. Berdasarkan grafik diatas terlihat sumur dengan konsentrasi Besi (Fe) paling tinggi terdapat pada sumur S35 milik Bp. Suharto di Dukuh Sewulan RT 25 RW 22 Desa Sewulan. Diduga disebabkan karena mineral – mineral besi tanah yang terlarut yang sebagai dampak adanya masuknya limbah domestik ke dalam tanah sehingga pH tanah menjadi basa dan melarutkan mineral – mineral Besi.



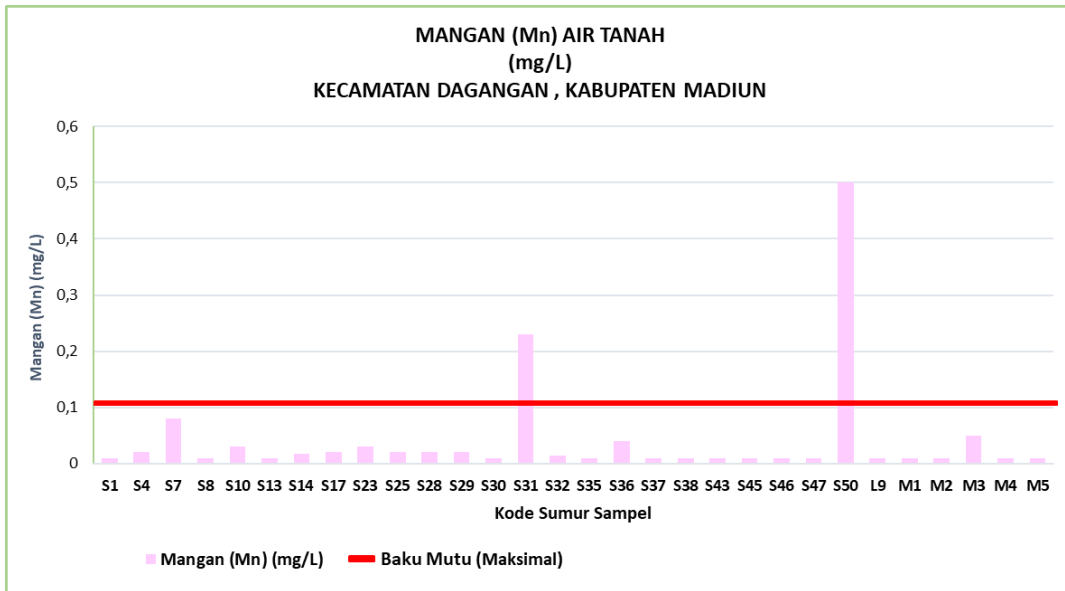
Gambar 4. Konsentrasi Besi (Fe) Air Tanah Kecamatan Dagangan

f. Mangan (Mn)

Air yang mengandung Mangan (Mn) berlebih menimbulkan rasa, warna coklat/ungu/hitam, dan kekeruhan (Fauziah, 2010). Mangan (Mn) dalam jumlah yang besar (>0,5 mg/l) dalam air minum bersifat neurotoksik. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng/mask (Slamet, 2007).



terdapat 2 lokasi pengambilan sampel yang telah melebihi baku mutu yaitu pada sumur degan kode S31 (Sumur Bapak Nursam, Desa Prambon) dan S50 (Sumur Ibu Jamilatun, Desa Sukosari).

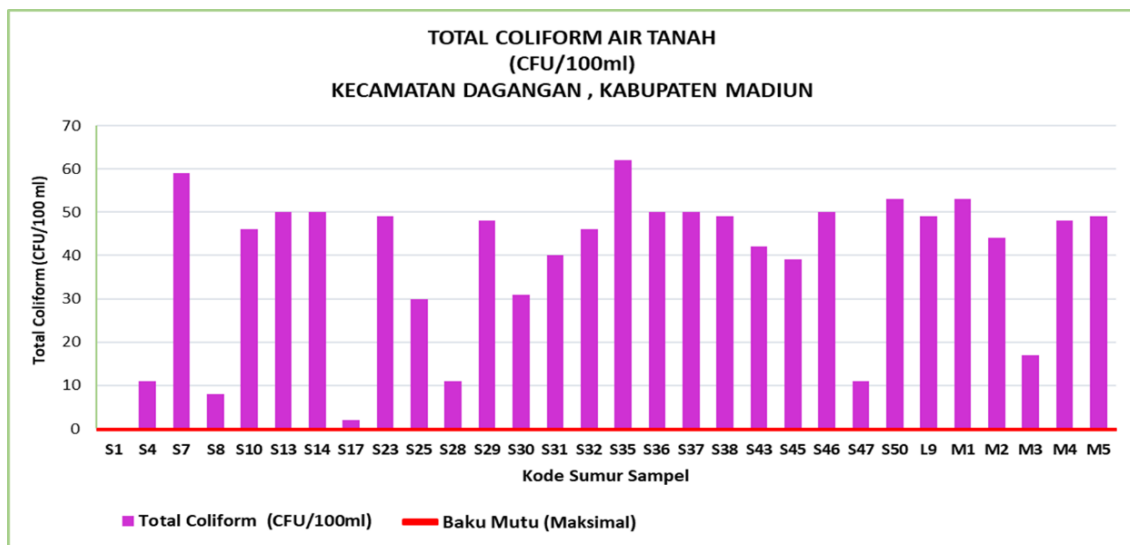


Gambar 5. Konsentrasi Mangan (Mn) Air Tanah Kecamatan Dagangan

**Parameter Biologi**

a. Total Coliform

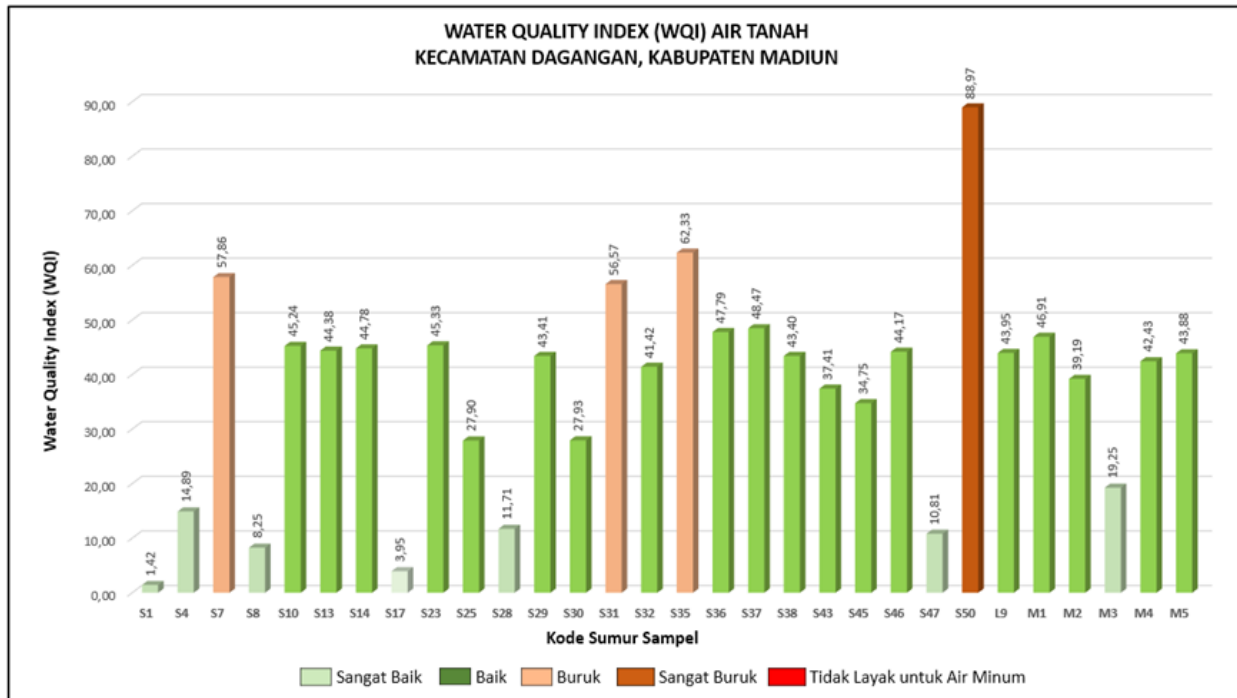
Berdasarkan analisis laboratorium Total Coliform air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan hampir seluruhnya melebihi baku mutu berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, kecuali 1 titik lokasi sampel yang tidak melebihi baku mutu yaitu pada Titik S1, sumur Ibu Sumi yang berada di Sidodadi RT 12/RW 02, Desa Ketandan. Memperhatikan persebaran air tanah dangkal yang mempunyai kandungan Total Coliform yang melebihi baku mutu, dengan pola yang menyebar sehingga diperkirakan sumber pencemar bersifat lokal atau setempat. Oleh sebab itu penanganannya harus bersifat kolektif dan terkoordinasi, terutama yang terkait dengan pembuatan tempat WC.



Gambar 6. Total Coliform Air Tanah Kecamatan Dagangan

**Water Quality Index (WQI)**

Nilai kualitas air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan berkisar antara 1,42 - 88,97. Berdasarkan klasifikasi indeks WQI, kualitas air di Kecamatan Dagangan termasuk dalam kategori Sangat Baik (7 Titik) dengan nilai WQI diantara 0-25, Baik (19 Titik) dengan nilai WQI diantara 26-50, Buruk (3 Titik) dengan nilai WQI diantara 51-75, Sangat Buruk (1 Titik) dengan nilai WQI diantara 76-100, dan tidak ada yang Tidak Layak untuk Air Minum (0 Titik). Meskipun terdapat lokasi dengan kelas buruk dan sangat buruk dapat dikatakan kualitas air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan masih dapat digunakan untuk kebutuhan higine sanitasi. Hasil perhitungan WAWQI ditampilkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Nilai *Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)* Air Tanah Dangkal Kecamatan Dagangan.

Wilayah Kecamatan Dagangan masih memiliki kualitas air tanah dangkal yang masih dapat digunakan untuk kebutuhan higine sanitasi, tetapi perlu dilakukan usaha-usaha penanganan maupun pencegahan untuk tetap menjaga kualitas air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan ini. Usaha-usaha tersebut diperlukan karena beberapa parameter di beberapa lokasi menunjukkan sudah melebihi atau mendekati baku mutu kualitas air untuk keperluan higine sanitasi.

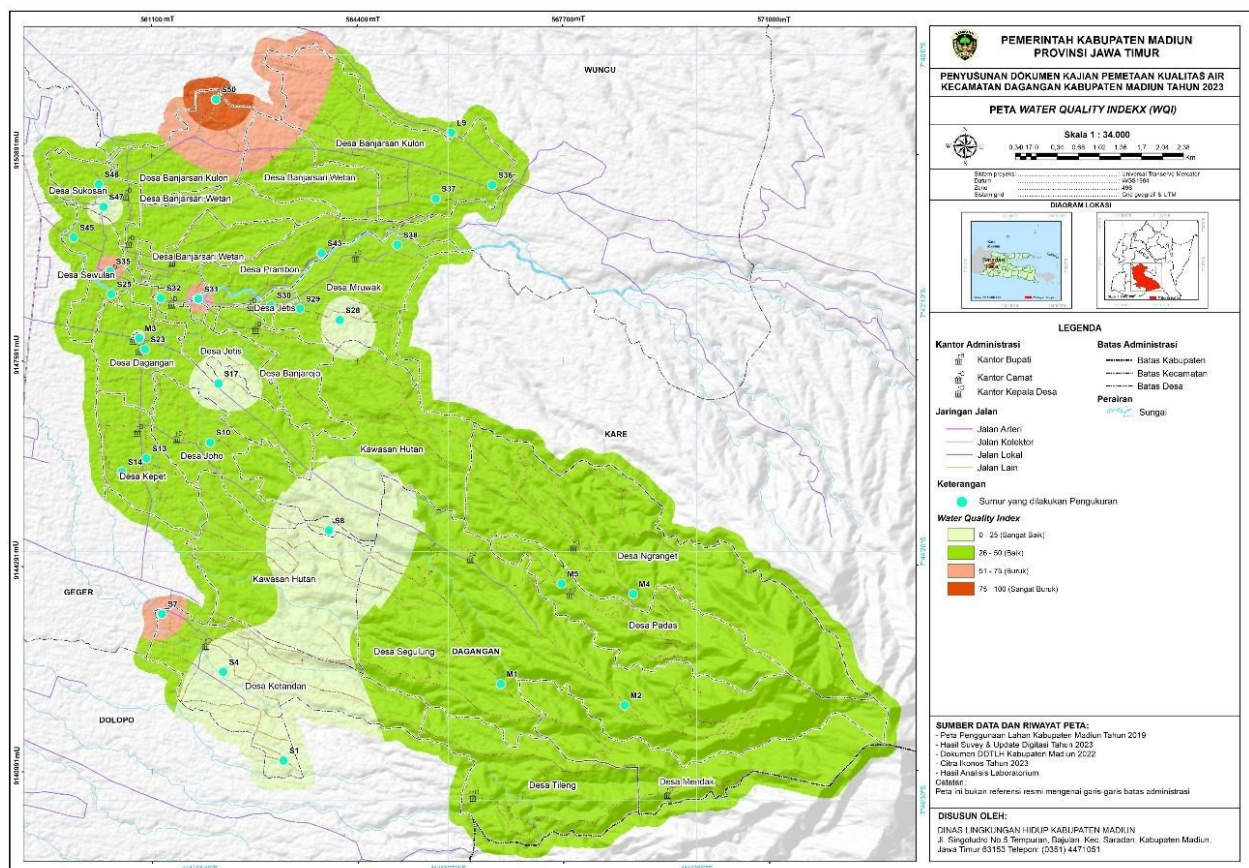
Hasil perhitungan WAWQI air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan memiliki nilai yang berbeda. Secara relatif setiap titik mempunyai tingkat pencemaran yang berbeda pula. Hasil perhitungan WAWQI disajikan dalam peta, sehingga dapat diketahui persebaran nilai WAWQI di setiap lokasi sumur dan mata air yang dilakukan pengukuran.

Berdasarkan Gambar 7. dapat dilihat lokasi dengan kualitas air buruk dan sangat buruk berada pada bagian bawah (hilir) arah aliran air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan. Hal ini menunjukkan perbedaan kualitas air yang terjadi di Kecamatan Dagangan masih dalam taraf normal karena lokasi dengan kualitas air tanah yang buruk dan sangat buruk berada di lokasi yang merupakan penerima dari akumulasi intrusi-intrusi limbah yang masuk kedalam air tanah.

Hasil perhitungan WAWQI air tanah dangkal digambarkan secara spasial menggunakan metode kriging sehingga dapat ditampilkan dalam bentuka peta pada Gambar 7. Berdasarkan sebaran spasial kualitas air di Kecamatan Dagangan pada morfologi atas yang merupakan sampel dengan kode M (sumber air) memiliki kualitas air baik (26-50) sedangkan pada morfologi bawah meskipun masih didominasi oleh

kualitas air baik, terdapat empat titik sampel yang memiliki kualitas buruk dan satu sampel yang memiliki kualitas sangat buruk.

Terdapat pengaruh topografi dan morfologi yang mempengaruhi sebaran kualitas air. Area dengan topografi datar cenderung memiliki kualitas air yang tidak lebih baik dibandingkan dengan wilayah dengan topografi pegunungan. Pada bagian utara Kecamatan Dagangan yang memiliki topografi datar merupakan wilayah pusat perekonomian dan aktifitas pertanian sehingga cenderung memiliki sumber kontaminan yang lebih tinggi. Topografi atas yang terletak di sebelah selatan didominasi oleh lahan milik perhutani, perkebunan dan hutan sehingga zat kontaminan yang masuk jauh lebih sedikit. Penggambaran secara spasial kualitas air tanah dangkal di Lereng Gunung Wilis Kecamatan Dagangan dilakukan dengan menggunakan metode Interpolasi IDW, metode ini hemat waktu dan ekonomis untuk menunjukkan hubungan, sumber, dan tren pencemaran air tanah dengan mengolah kumpulan data besar guna menghasilkan berbagai proyeksi dan peta distribusi spasial (Saqib, N, et.all. 2023). Gambaran persebaran kualitas air di Kecamatan Dagangan ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Persebaran Nilai WAWQI.

### SIMPULAN DAN SARAN

Kualitas air tanah dangkal di Kecamatan Dagangan berkisar antara 1,42 hingga 88,97. Berdasarkan klasifikasi indeks WQI, kualitas air di Kecamatan Dagangan terbagi dalam kategori Sangat Baik (7 titik), Baik (19 titik), Buruk (3 titik), Sangat Buruk (1 titik), dan tidak ada yang Tidak Layak untuk Air Minum (0 titik). Bagian utara Kecamatan Dagangan, yang memiliki topografi datar, merupakan pusat perekonomian dan aktivitas pertanian sehingga cenderung memiliki sumber kontaminan yang lebih tinggi. Sedangkan, topografi di bagian selatan yang lebih tinggi didominasi oleh lahan milik perhutani, perkebunan, dan hutan, sehingga jumlah kontaminan yang masuk jauh lebih sedikit. Wilayah di Kecamatan

Dagangan dengan kualitas air buruk dan sangat buruk cenderung berada di bagian hilir aliran air tanah, yang merupakan area akumulasi limbah. Sementara itu, daerah morfologi atas di selatan, yang sebagian besar adalah lahan perkebunan dan hutan, memiliki kualitas air yang lebih baik dibandingkan wilayah datar di utara yang merupakan pusat ekonomi dan pertanian. Adanya sampel yang memiliki kategori sangat buruk harus disikapi oleh masyarakat sekitar dan pemangku kebijakan dengan program edukasi tentang pentingnya menjaga kualitas air tanah, termasuk penggunaan pupuk dan pestisida yang ramah lingkungan, serta pengelolaan limbah domestik dengan benar. Menggencarkan penyuluhan kepada masyarakat dan pelaku usaha terkait pengelolaan limbah sebelum dibuang ke lingkungan (baik limbah industri maupun limbah domestik).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T. & Abbasi, S.A. (2012). *Water Quality Indices*. Amsterdam: Elsevier.
- Astutik, P., Wahyono, C., & Sadok, S. (2016). Identifikasi intrusi air laut menggunakan metode geolistrik di Desa Kampung Baru, Tanah Bumbu. *Jurnal Fisika FLUX: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*.
- BPS. (2023). *Kecamatan Dagangan Dalam Angka Tahun 2023*. BPS Kabupaten Madiun.
- Childs, Colin. 2004. *Interpolating Surface in Arc GIS Spatial Analyst*. <http://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf>.
- Dhaduti, M.S., Hunashyal, A.M., Dhaduti, S.C. et al. (2024). Assessment of Groundwater Quality of Hubballi City, Karnataka, India by Using Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index, Weighted Arithmetic Water Quality Index and Geospatial Techniques. *J. Inst. Eng. India Ser. A* 105, 581–587 (2024). <https://doi.org/10.1007/s40030-024-00828-y>
- Fetter, C.W., 2014. *Applied Hydrogeology Fourth Edition*. Pearson New International Education. England.
- Fauziah, Adelina. 2010. Efektivitas Saringan Pasir Cepat Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Dengan Penambahan Kalium Permanganat (KMnO<sub>4</sub>) 1%. *Skripsi FKM USU : Medan*
- Mahmud, M.(2021). Sebaran Konsentrasi Coliform Dan Escherichia Coli Pada Air Tanah Dangkal Kota Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*. Vol 3, No 1:32-39.
- Siswoyo, H., & Azhar, R. F. (2019). Estimation of intrinsic vulnerability of shallow groundwater in Jombang District, Jombang Regency, East Java, Indonesia based on Aquifer Vulnerability Index. *Journal of Physics: Conference Series*, 1307(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1307/1/012008>
- Kumar, K. S., Prasad, K. H., Rajesh, B., Prasad, R. S., & Venkatesh, T. (2015). Assessment of Ground Water Quality Using. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*, 2(3), 103–108.
- Saqib, Nazmu, Praveen Kumar Rai, Shruti Kanga, Deepak Kumar, Bojan Đurin, and Suraj Kumar Singh. 2023. "Assessment of Ground Water Quality of Lucknow City under GIS Framework Using Water Quality Index (WQI)" *Water* 15, no. 17: 3048. <https://doi.org/10.3390/w15173048>
- Sudaryanto & Wibawa, S. 2013. *Sejarah Perkembangan Kota Semarang (Jawa Tengah) di Masa Lalu dan Dampak Kehadiran Polutan Nitrat Pada Airtanah di Masa Kini*. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 23(1): 25–36.

Nugraha, S., Alfahmi, S., & Cahyono, H. W. (2023, March). Analisis Pola Aliran dan Kuantitas Air Tanah Dangkal di Kota Madiun. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, 25(1), 52-65. doi: <https://doi.org/10.20961/enviro.v25i1.78749>

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum.

Slamet, J. S. 2007. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.