

Penentuan Kualitas Air Tanah sebagai Air Minum dengan Metode Indeks Pencemaran

Lidia Paskalia Nipu

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas San Pedro, Kupang, Indonesia

Email korespondensi: nlidiapaskalia@gmail.com

Abstrak

Air tanah dalam perannya sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat perlu dipertimbangkan faktor kualitasnya. Suatu sumber air dalam waktu tertentu akan menunjukkan kondisi atau status bila dibandingkan terhadap standar yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas atau status mutu pada empat sampel air tanah di Kabupaten Kupang dan Kota Kupang dengan metode indeks pencemaran. Hasil pengujian terhadap sampel air kemudian dibandingkan dengan baku mutu air minum yang ditetapkan dalam PERMENKES No.492/MENKES/Per/ IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Penentuan indeks pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang masih sesuai dengan baku mutu antara lain bau, pH, nitrat, nitrit, fosfat, nikel, kromium, mangan, tembaga, aluminium, fluor, dan seng, sedangkan parameter yang telah melampaui baku mutu antara lain warna, Sulfat dan Besi. Hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan bahwa air tanah tersebut dikategorikan tercemar ringan dan tidak layak untuk dikonsumsi sebagai air minum.

Masuk:

28 Februari 2022

Diterima:

17 Maret 2022

Diterbitkan:

19 Maret 2022

Kata kunci:

Kualitas Air, Indeks Pencemaran, Air Minum, Air Tanah.

1. Pendahuluan

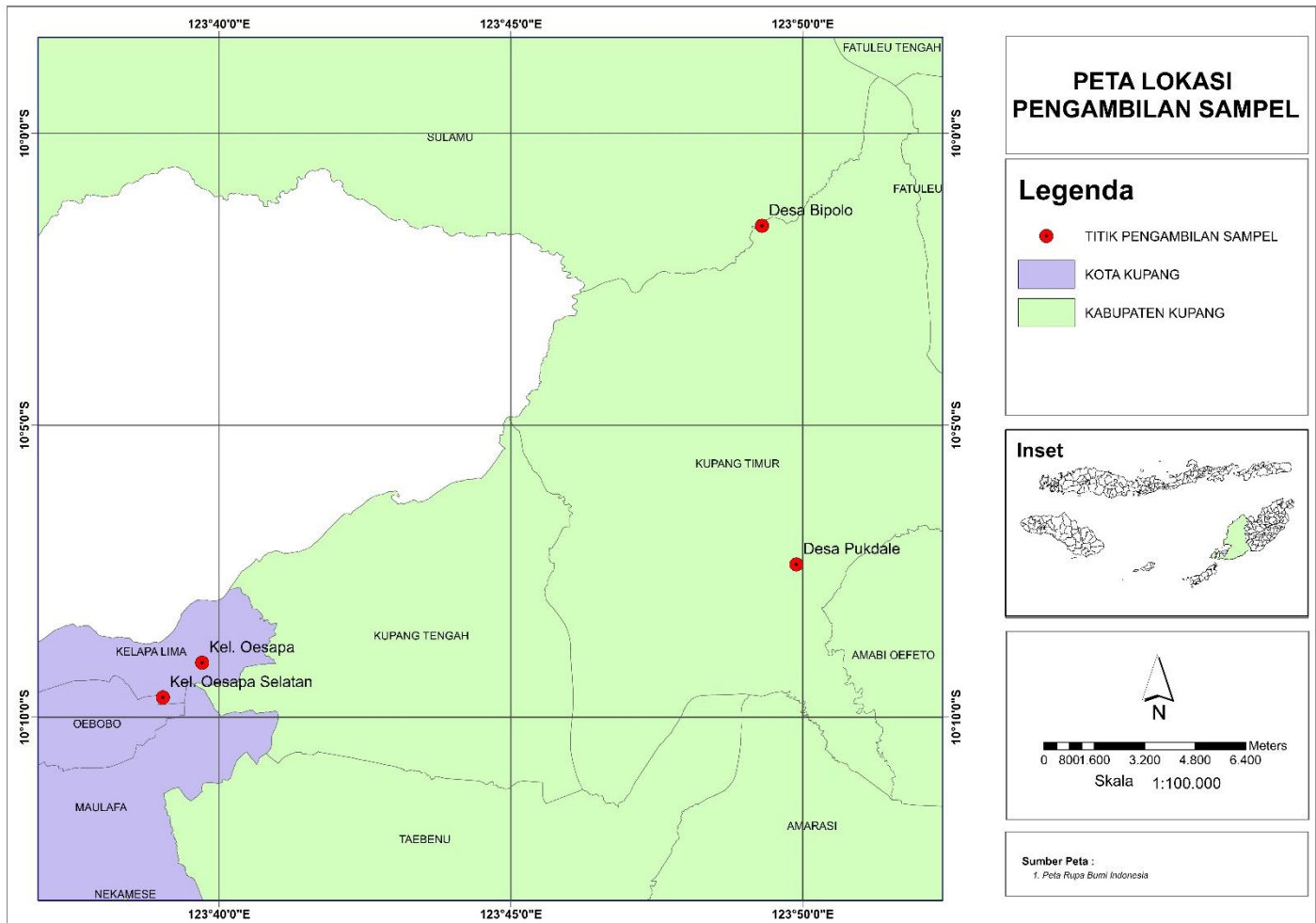
Perkembangan jumlah penduduk mendorong peningkatan berbagai macam kebutuhan, salah satunya adalah kebutuhan akan sumber daya air. Sumber daya air dapat berasal dari air permukaan seperti air sungai, air danau, air hujan, air laut maupun air bawah permukaan atau air tanah seperti mata air dan sumur. Apabila air permukaan tidak tersedia maka alternatifnya adalah air tanah [1] meskipun pada kenyataannya jumlah air yang tersimpan sebagai air tanah tidak lebih dari 1% jumlah total air di bumi [2]. Air sebagai salah satu sumber daya geologi berperan penting bagi kebutuhan makhluk hidup yang dalam perjalanannya berfungsi sebagai pelarut universal yaitu dengan mudah mengikis dan melarutkan sejumlah unsur atau senyawa yang dilaluinya [3] sehingga terkadang bisa menjadi berbahaya karena melarutkan beberapa unsur atau senyawa yang dapat membahayakan kesehatan manusia bila dikonsumsi terutama sebagai air minum. Dalam kehidupan sehari-hari, kebutuhan air untuk minum tidak dapat dipenuhi seluruhnya oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Sebagian masyarakat memanfaatkan air tanah untuk memenuhi kebutuhannya.

Secara umum, air tanah diartikan sebagai air yang berada dan berasal dari lapisan tanah, baik air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh maupun air yang berada pada lapisan tanah jenuh [4]. Pemakaian air tanah harus mempertimbangkan faktor kelestariannya yaitu faktor kuantitas dan kualitas. Kualitas dari suatu sumber air dalam waktu tertentu akan menunjukkan kondisi baik maupun kondisi tercemar bila dibandingkan terhadap baku mutu air yang ditetapkan. Demikian juga dengan air tanah yang dalam penggunaannya sebagai air minum harus memenuhi baku mutu tersebut. Penentuan status mutu air diperlukan untuk pemantauan terhadap ada tidaknya pencemaran air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat perlu dilaksanakan pengawasan kualitas air secara intensif serta kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar terhindar dari gangguan kesehatan [5]. Pemanfaatan air tanah untuk berbagai kebutuhan harus memperhatikan parameter-parameter kualitas air sesuai baku mutu yang sudah ditetapkan. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas air tanah dari sumur masyarakat di Kota Kupang dan Kabupaten Kupang yang digunakan sebagai air minum berdasarkan beberapa parameter fisika dan kimia. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pemerintah maupun masyarakat umum.

2. Metode Penelitian

Pengambilan sampel air tanah berasal dari empat titik sumur bor yang terletak di Kota Kupang dan Kabupaten Kupang dengan kode sampel S1 untuk sampel yang berasal dari Desa Bipolo, S2 untuk sampel yang berasal dari Desa Pukdale, S3 untuk sampel yang berasal dari Kelurahan Oesapa Selatan, dan S4 untuk sampel yang berasal dari Kelurahan Oesapa. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Kedalaman muka air tanah pada setiap sumur berbeda-beda. Sumur bor di Desa Pukdale kedalaman muka air tanahnya 2 m, sumur bor di Desa Bipolo merupakan sumur artesis (air tanah memancar ke permukaan), sumur bor di Kelurahan Oesapa Selatan kedalaman muka air tanahnya 46 m dan di Kelurahan Oesapa kedalaman muka air tanahnya 51 m.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel air tanah

Pada umumnya, kondisi geologi daerah penelitian berupa satuan batuan alluvium (Qa) terdiri dari kerikil, kerakal, lumpur lanau dan lumpur lempung yaitu sampel dari Desa Bipolo dan Desa Pukdale; satuan batuan batugamping koral (Ql) terdiri dari batugamping koral, setempat batugamping terumbu yaitu sampel dari Kelurahan Oesapa dan Kelurahan Oesapa Selatan [6]. Kondisi hidrogeologi daerah pengambilan sampel pada Desa Bipolo dan Desa Pukdale merupakan akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir, akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas, akuifer dengan keterusan sedang sampai rendah, muka air tanah beragam, debit sumur umumnya kurang dari 5 liter/detik; kondisi hidrogeologi pada Kelurahan Oesapa dan Kelurahan Oesapa Selatan merupakan akuifer dengan aliran melalui celahan, rekahan dan saluran yang memiliki produktivitas tinggi, aliran air tanah terletak pada zona celahan, rekahan dan saluran pelarutan, muka air tanah umumnya dalam, debit sumur dan mata air beragam dalam kisaran yang besar, mata air dijumpai berlimpah, beberapa debitnya mencapai 500 liter/detik [7].

Selain pengukuran langsung di lapangan terhadap parameter pH dan bau, sampel air tersebut juga diuji di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Satya Wacana Salatiga untuk mengetahui unsur atau

senyawa yang terkandung di dalamnya seperti nitrat dan nitrit, fosfat, sulfat, nikel, kromium, mangan, besi, tembaga, aluminium, fluor, seng dan warna. Hasil pengukuran dan pengujian terhadap sampel air tersebut kemudian dibandingkan dengan standar atau baku mutu air minum yang ditetapkan dalam PERMENKES No.492/MENKES/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum [8]. Penentuan indeks pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu [9]. Perhitungan indeks pencemaran menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

L_{ij} : konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku peruntukan air (j)

C_i : konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi

PI_j : indeks pencemaran

$(C_i/L_{ij})_M$: nilai C_i/L_{ij} maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$: nilai C_i/L_{ij} rata-rata

Berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran, kualitas air dapat ditentukan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu dan dapat dikategorikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori kualitas air

Indeks Kualitas Air	Keterangan
$0 \leq PI_j \leq 1,0$	Memenuhi Baku Mutu (Kondisi Baik)
$1,0 < PI_j \leq 5,0$	Cemar Ringan
$5,0 < PI_j \leq 10$	Cemar Sedang
$PI_j > 10$	Cemar Berat

3. Hasil dan Pembahasan

Kualitas air tanah yang digunakan untuk air minum harus memenuhi standar atau baku mutu yang telah ditetapkan baik secara fisik, kimia maupun biologi. Beberapa parameter fisika maupun kimia dapat dipakai untuk pengamatan awal karakteristik air tanah di lapangan. Hasil pengukuran lapangan dan hasil analisis laboratorium terhadap kualitas beberapa parameter fisika dan kimia air tanah di Kota Kupang dan Kabupaten Kupang dapat disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia secara langsung di lapangan dan pengujian di laboratorium

No	Parameter	Standar	Hasil Pengujian (C_{ij})			
		(L_{ij})	S1	S2	S3	S4
1	Bau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau
2	pH	6.5 s/d 8.5	7,3	7	7,4	7,1
3	Warna (PtCo)	15	33,00	75,00	31,00	5,00
4	Nitrat (mg/L)	50	1,70	1,10	3,20	0,80
5	Nitrit (mg/L)	3	0,01	0,01	0,01	0,00
6	Fosfat (mg/L)	0,2	0,01	0,01	0,01	0,00
7	Sulfat (mg/L)	250	270,00	200,00	300,00	155,00
8	Nikel (mg/L)	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Kromium (mg/L)	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01
10	Mangan (mg/L)	0,4	0,30	0,10	0,20	0,10
11	Besi (mg/L)	0,3	6,35	9,00	4,30	6,25

12	Tembaga (mg/L)	2	1,80	1,90	1,65	1,20
13	Alumunium (mg/L)	0,2	0,02	0,01	0,00	0,00
14	Fluor (mg/L)	1,5	0,63	0,50	0,39	0,31
15	Seng (mg/L)	3	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sampel yang berada di atas ambang batas baku mutu/standar PERMENKES No.492/MENKES/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum					

3.1 Parameter Fisik

Bau

Bau yang terdapat pada air berasal dari dekomposisi limbah yang mengandung senyawa kimia penghasil bau kemudian terlarut dan meresap ke dalam lapisan air tanah [10]. Suatu sumber air yang digunakan untuk keperluan air minum kualitasnya dikatakan baik jika tidak berbau. Hasil pengamatan langsung di lapangan menunjukkan bahwa semua sampel air tanah tidak berbau sehingga memenuhi standar persyaratan kualitas air minum.

Warna

Hasil pengukuran parameter warna di laboratorium menunjukkan sampel S1, S2 dan S3 nilainya secara berturut-turut yaitu 33 PtCo, 75 PtCo, 31 PtCo melebihi standar yang ditetapkan (15 PtCo) sehingga tidak memenuhi persyaratan sebagai air minum. Sampel S4 memenuhi persyaratan sebagai air minum karena nilainya yaitu 5 PtCo berada di bawah standar yang ditetapkan. Warna yang tampak pada air biasanya diakibatkan oleh adanya kontak air dengan zat organik yang sudah lapuk misalnya daun-daunan, kayu dan sebagainya. Warna air dapat ditimbulkan oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna dan oleh ekstrak senyawa-senyawa organik serta tumbuhan. Selain itu, warna pada air juga disebabkan oleh kandungan besi yang tinggi. Perubahan warna air sebagai pertanda terjadinya pencemaran pada air serta air yang terlihat jernih belum tentu bebas dari bahan pencemar [11].

3.2 Parameter Kimia

Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman (pH) merupakan suatu besaran yang diukur dari air tanah untuk menunjukkan aktivitas ion hidrogen (H^+) di dalam air tersebut. Ion hidrogen dapat berasal dari penguraian atau diasosiasi molekul air (H_2O) dan beberapa asam lainnya atau proses pelarutan dalam air. Tingkat keasaman menunjukkan kadar sifat asam atau basa dari suatu larutan dengan menunjukkan konsentrasi H^+ yang ada. pH merupakan salah satu faktor penting penentu indeks pencemaran dan berefek langsung terhadap kehidupan ekosistem [12].

Sampel air tanah pada daerah penelitian menunjukkan nilai pH yang netral yaitu pH S1 7,3; pH S2 7; pH S3 7,4 dan pH S4 7,1. Hasil ini menunjukkan nilai parameter tingkat keasaman (pH) memenuhi standar kualitas air minum yang telah ditetapkan.

Nitrat dan Nitrit

Jenis nitrogen anorganik utama dalam air yaitu ion nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) dan dalam kondisi tertentu terdapat dalam bentuk nitrit (NO_2^-) [13]. Tingginya nilai nitrat dapat dipengaruhi oleh pemukiman yang padat serta limbah pertanian maupun industri [14]. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan kandungan nitrat dan nitrit yang rendah pada semua sampel yaitu dan masih di bawah standar yang ditetapkan sehingga memenuhi standar persyaratan air minum.

Sulfat

Kandungan sulfat (SO_4^{2-}) terlarut merupakan parameter utama yang digunakan untuk menentukan ada tidaknya proses oksidasi mineral sulfida terhadap komposisi kimia air tanah. Sumber lain adalah dari mineral gypsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) dan mineral anhidrit ($CaSO_4$) yang akan mudah terlarut oleh air menjadi Ca^{2+} dan SO_4^{2-} . Hasil pengujian menunjukkan sampel S1 dan S3 memiliki kandungan sulfat 270 mg/L dan 300 mg/L yang melebihi standar yang ditetapkan (250 mg/L) sehingga tidak memenuhi standar persyaratan air minum. Kandungan sulfat yang tinggi diduga berasal dari garam sulfat yang terdapat dalam deterjen dan pupuk mengingat sampel S1 berasal dari sumur di Desa Bipolo yang merupakan daerah persawahan dan sampel S3 berasal dari sumur di Kelurahan Oesapa Selatan yang merupakan pemukiman padat penduduk. Sampel S2 dan S4 memiliki kandungan sulfat 200 mg/L dan 155 mg/L yang masih di bawah standar yang ditetapkan sehingga memenuhi standar persyaratan kualitas air minum.

Fosfat

Keberadaan fosfor yang berlebihan dalam air tanah umumnya karena aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk dan pembuangan limbah domestik. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan kandungan fosfat pada sampel S1, S2 dan S3 adalah 0,01 mg/L dan S4 0,00 mg/L yang masih berada di bawah ambang batas baku mutu untuk air minum.

Kandungan Logam

Kandungan bahan logam yang diuji di laboratorium yaitu nikel, kromium, mangan, tembaga, aluminium dan seng memenuhi persyaratan kualitas air minum karena nilainya masih berada di bawah standar yang ditetapkan. Namun, kandungan besi pada semua sampel nilainya tinggi yaitu S1 6,35 mg/L; S2 9,00 mg/L; S3 4,30 mg/L; S4 6,25 mg/L dan melebihi standar (0,3 mg/L) sehingga tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum. Kandungan besi dalam air tanah dapat berasal dari pelapukan dan pelarutan batuan asal serta buangan domestik maupun industri. Air yang mengandung besi sangat tidak diinginkan karena dapat meninggalkan bekas karat dan menimbulkan rasa yang tidak enak.

Fluor

Fluorida merupakan senyawa umum yang terdapat pada perairan alami. Senyawa tersebut mengalami proses disosiasi dalam air membentuk ion-ionnya. Kandungan fluor dari hasil pengujian di laboratorium masih berada di bawah standar yang ditetapkan sehingga memenuhi persyaratan kualitas air minum.

3.3 Indeks Pencemaran Air

Penentuan status mutu air tanah berdasarkan metode indeks pencemaran. Mutu atau kualitas air adalah kondisi air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku [9]. Hasil perhitungan indeks pencemaran pada masing-masing sampel di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan indeks pencemaran pada daerah penelitian

No	Parameter	Hasil Perhitungan (Cij/Lij) _{baru}			
		S1	S2	S3	S4
1	Bau	tidak bau	tidak bau	tidak bau	tidak bau
2	pH	0,20	0,50	0,10	0,40
3	Warna (PtCo)	2,71	4,49	2,58	0,33
4	Nitrat (mg/L)	0,03	0,02	0,06	0,02
5	Nitrit (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Fosfat (mg/L)	0,05	0,05	0,05	0,00
7	Sulfat (mg/L)	1,17	0,80	1,40	0,62
8	Nikel (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Kromium (mg/L)	0,00	0,20	0,20	0,20
10	Mangan (mg/L)	0,75	0,25	0,50	0,25
11	Besi (mg/L)	7,63	8,39	6,78	7,59
12	Tembaga (mg/L)	0,90	0,95	0,83	0,60
13	Alumunium (mg/L)	0,10	0,05	0,00	0,00
14	Fluor (mg/L)	0,42	0,33	0,26	0,21
15	Seng (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cij/Lij maks	7,63	8,39	6,78	7,59
	Cij/Lij rata-rata	1,00	1,15	0,91	0,73
	PIj	3,85	4,23	3,42	3,81
Ket. PIj: indeks pencemaran					

Berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran yang disajikan pada Tabel 3 masing-masing sampel menunjukkan nilai indeks pencemaran yaitu S1 3,85; S2 4,23; s3 3,42 dan S4 3,81. Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 yang terdapat pada Tabel 1, nilai indeks pencemaran pada semua sampel terdapat dalam rentang

$1,0 < PI_j \leq 5,0$ sehingga kualitas air tanah di daerah penelitian dikategorikan tercemar ringan. Air yang telah tercemar ringan apabila dikonsumsi sebagai air minum akan membahayakan kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi sebagai air minum.

Besarnya nilai atau konsentrasi dari beberapa parameter pengujian seperti warna yang menandakan adanya keberadaan zat organik di dalam air, kandungan besi dan sulfat yang melebihi baku mutu untuk air minum menyebabkan tingginya hasil perhitungan indeks pencemaran. Semakin tinggi konsentrasi parameter yang melebihi baku mutu maka semakin tinggi pula indeks pencemaran yang diperoleh.

4. Kesimpulan

Hasil pengamatan langsung di lapangan dan pengukuran di laboratorium menunjukkan bahwa parameter yang masih sesuai dengan baku mutu untuk air minum antara lain bau, pH, nitrat, nitrit, fosfat, nikel, kromium, mangan, tembaga, aluminium, fluor, dan seng. Parameter yang telah melampaui baku mutu antara lain warna, sulfat dan besi. Hasil perhitungan indeks pencemaran mengkategorikan air tanah di daerah penelitian tercemar ringan dan tidak layak untuk dikonsumsi sebagai air minum.

Daftar Pustaka

- [1] P. V. Aswini, C. Mary, and A. A., "Groundwater Quality Analysis," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 4, no. 13, 2016.
- [2] Indarto, *Hidrologi: Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: PT Bumi Aksara, 2018.
- [3] D. Noor, *Geologi untuk Perencanaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [4] H. Darwis, *Pengelolaan Air Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis, 2018.
- [5] "Permenkes No. 416 Tahun 1990 Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air," *Hukum Online*, vol., no. 416. pp. 1-16, 1990, [Online]. Available: www.ptsmi.co.id.
- [6] S. Rosidi, H.M.D., Tjokrosapoetro, S., Gafoer, "Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua, Timor." Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 1996.
- [7] P. S. Sukrisno., Setiadi, H., Hadi, S., Wijaya, "Peta Hidrogeologi Indonesia." Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung, 1990.
- [8] "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum," *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. p. MENKES, 2010.
- [9] "Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air," *Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup*. pp. 1-15, 2003, [Online]. Available: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>.
- [10] Hamzar, Suprpta, and A. Arfan, "Analisis Kualitas Air Tanah Dangkal untuk Keperluan Air Minum di Kelurahan Bontononpo Kabupaten Gowa," *J. Environ. Sci.*, vol. 3, no. 2, 2021.
- [11] M. Situmorang, *Kimia Lingkungan*. Depok: PT RajaGrafindo Persada, 2017.
- [12] E. K. Sari and O. E. Wijaya, "Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17, no. 3, 2019.
- [13] R. Achmad, *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI, 2004.
- [14] D. Ramadhawati, H. D. Wahyono, and A. D. Santoso, "Pemantauan Kualitas Air Sungai Cisadane Secara Online Dan Analisa Status Mutu Menggunakan Metode Storet," *J. Sains & Teknologi Lingkung.*, vol. 13, no. 2, 2021.