

Distribusi Spasial Kualitas Air Sumur di Sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus Kupang

¹Leonardus Lewa Leko, ²Oktavina GLP. Manulangga, ³Madalena Da Costa

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Perencanaan, Universitas San Pedro
Email: leonarduslewaleko@gmail.com

Abstrak: Air sumur merupakan salah satu sumber air yang masih digunakan oleh masyarakat untuk dikonsumsi dan pemenuhan keperluan rumah tangga lainnya. Air sumur masyarakat yang dekat Lingkungan Rumah Sakit Carolus Borromeus berpotensi mengalami pencemaran. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis Distribusi Spasial Kualitas Air Sumur di Sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus Kupang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui baku mutu air sumur di sekitar rumah sakit Rumah Sakit St. Carolus Borromeus Kupang dan mengetahui pola distribusi spasial air tanah di sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel kemudian dianalisis di laboratorium kemudian membandingkan antara hasil analisis fisika, kimia, dan biologi dengan baku mutu air yang berlaku sesuai dengan peruntukannya. Pola distribusi spasialnya dengan metode analisis pola distribusi parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan analisis fisika, kimia, dan biologi, pada limbah cair outlet rumah sakit ada beberapa parameter yang memenuhi baku mutu namun ada parameter seperti Total coliform tidak memenuhi baku mutu. Hasil analisis parameter pada air sumur SG1 yang dekat dengan rumah sakit beberapa parameter memenuhi baku mutu namun parameter Fecal Coliform tidak memenuhi standar baku mutu untuk keperluan higienis dan sanitasi. Adapun tingkat penyebaran kontaminasi dari bahan organik dan bakteri dalam air tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan, dan arah aliran air tanah. Semakin rendah suatu daerah maka semakin tinggi potensi pencemaran air tanah. Pola distribusi parameter sesuai dengan arah aliran air tanah.

Kata Kunci: Kualitas, Spasial, Sumur, Carolus Borromeus.

Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan esensial manusia yang ditemukan di Bumi sekitar 3 miliar tahun yang lalu melalui proses abiogenesis dan merupakan zat yang terdapat di seluruh bumi seperti di udara, awan, lautan, sungai, mata air, atau gletser. [1]

Air tanah merupakan salah satu air yang dapat diandalkan dan banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan air di desa maupun di kota. Jumlahnya pasokan air bersih sekitar 20% dari sumber daya alam, yaitu sekitar 0,61% dari seluruh pasokan air bersih di dunia dan dipandang penting sebagai sumberdaya alam dapat penyimpanan cadangan air alami yang dapat dimanfaatkan ketika terjadi kelangkaan air.[2]

Manusia sebagai makhluk yang mengkonsumsi air tanah paling banyak untuk berbagai kebutuhan, seperti untuk minum, kegiatan domestik, layanan publik, irigasi, industri dan kebutuhan sanitasi lainnya perlu bertanggung jawab atas krisis air tanah saat ini[3]. Akibat dari pertumbuhan populasi yang berlebihan yang menyebabkan ekstraksi air tanah melebihi pengisian ulang (recharge) maka dalam pemanfaatannya air tanah harus dilakukan pengelolaan dan pemantauan secara berkala.[4]

Penggunaan air tanah untuk usaha dan/atau kegiatan dapat memberikan dampak positif dan negatif terhadap produktivitas dan lingkungan. Dampak positifnya bahwa penggunaan air akan lebih hemat biaya dibandingkan dengan sumber air permukaan yang dapat terpengaruh oleh fluktuasi cuaca pola atau perubahan aliran Sungai. Dampak negatifnya bahwa penggunaan air tanah yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan dan sosial ekonomi seperti penurunan muka tanah.[5]

Air bersih yang digunakan untuk kebutuhan operasional sebuah usaha dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan dapat masuk ke badan air sumur sumur mempengaruhi kualitas air tanah, terutama bila dibuang tanpa dilakukan treatment yang tepat pada limbah. Kandungan bahan organik dalam air akan mengurangi oksigen terlarut dalam air, sehingga mengganggu kehidupan air, serta



menyebabkan bau busuk akibat proses dekomposisi anaerobik organik. Bila bahan pencemar dibiarkan terus masuk ke badan air tanah, maka akan terakumulasi pada manusia yang mengkonsumsinya dan dapat mengancam kesehatan manusia.[6]

Rumah sakit merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang dalam pengoperasiannya menghasilkan air limbah dengan karakteristik yang berbeda dengan kegiatan lain seperti industri, restoran, atau hotel. Limbah cair aktivitas rumah sakit dapat berupa limbah medis dan non medis atau limbah infeksius dan non infeksius, limbah farmasi, dan limbah domestik.[7], [8]

Hasil survei menunjukkan sumber limbah Rumah Sakit St. Carolus Borromeus berasal dari aktivitas perawatan medis, laboratorium, farmasi, dapur, toilet dan kamar mandi. Air yang digunakan untuk kegiatan operasional rumah sakit diambil dari sumur bor dengan jumlah penggunaan airnya sebesar 32.105 m³. Limbah yang dihasilkan diolah pada IPAL. Hasil olahan air limbah tersebut diaplikasikan pada tanah (penyiraman bunga).

Topografi suatu wilayah mempengaruhi aliran air tanah. Dalam siklus hidrologi, air hujan akan mengalir karena gravitasi dari dataran tinggi ke dataran rendah dan bermuara di laut atau danau. Sebagian air juga akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan mengalir dari elevasi tinggi ke elevasi rendah.[9]

Topografi Rumah Sakit St. Carolus Borromeus terletak pada daerah dengan kemiringan lereng tidak lebih dari 30% sedangkan jenis tanahnya kemungkinan mendominasi jenis tanah kambisol dengan porositas yang mudah meloloskan air pada lapisan tanah dibawahnya. Kondisi topografi dan porositas tanah dapat mempengaruhi aliran air tanah yang mengandung kontaminan dari air limbah Rumah Sakit St. Carolus Borromeus.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas air tanah dangkal berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan dan standar baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi dan mengetahui pola distribusi spasial parameter kualitas air tanah. Kualitas air tanah ditentukan berdasarkan hasil pengujian parameter fisika, kimia, dan biologi terhadap air sumur yang digunakan masyarakat pada daerah yang berpotensi adanya pencemaran. Sedangkan pola distribusi spasial kualitas air tanah dilakukan dengan menggunakan software surfer 13. Model ini diharapkan dapat memperketat mengelola dan memantau kualitas air sumur di sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus di Jl. H. R. Koroh, KM 8, RT. 04/RW 02, Kelurahan Bello, Kecamatan Maulafa, Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pengambilan sampel air sumur dilakukan pada bulan November. Lokasi pengambilan air sumur diambil pada 4 titik yakni 2 sumur bor dan 2 sumur gali warga. Untuk lebih jelas mengenai titik lokasi pengambilan sampel air dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1 berikut:

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel air sumur

Kode	Koordinat	Elevasi (m)	Kedalaman (m)	Tinggi Muka Air Tanah (m)	Keterangan
SB1	S 10 ⁰ 13.044' E 123 ⁰ 37.339'	321	90	89.8	Di belakang biara Susteran Carolus Borromeus

SB2	S E	10 ⁰ 12.944' 123 ⁰ 37.251'	312	54	53.8	Halaman belakang RS Carolus Borromeus
SGL1	S E	10 ⁰ 12.918' 123 ⁰ 37.203'	305	15	14.2	Rumah penduduk di belakang lokasi RS Carolus Borromeus
SGL2	S E	10 ⁰ 12.842' 123 ⁰ 37.296'	311	20	19.2	Rumah penduduk di pemukiman di seberang lokasi RS Carolus Borromeus



Gambar 1. Lokasi sumur di sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus

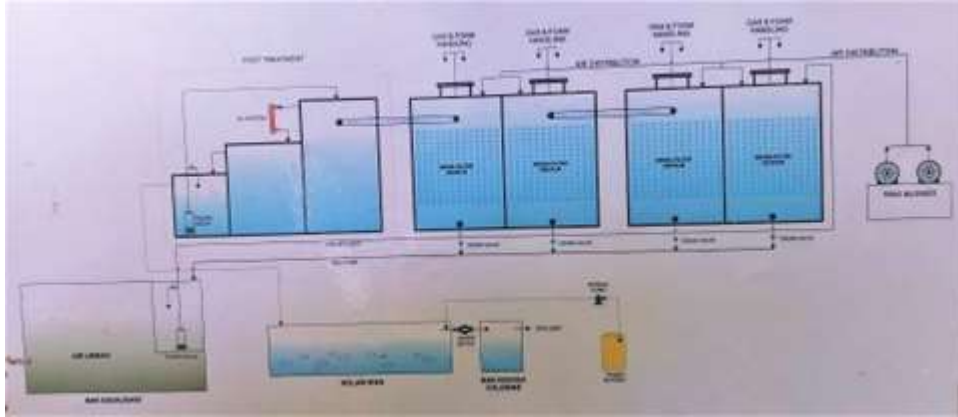
Metode Pengambilan Sampel, Analisis Laboratorium dan Analisis Sebaran Parameter

Pengambilan sampel air sumur dilakukan berdasarkan panduan SNI 6989.58:2008. Penentuan lokasi pengambilan sample mempertimbangkan luasan dampak, topografi, adanya penggunaan lahan dan adanya sumber pencemar yang masuk ke dalam air tanah. Analisis sampel dilakukan secara in situ dan ex situ dengan parameter yang diukur terdiri dari Bau, TDS, Nitrat, Zn, Total coliform. Analisis parameter dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sedangkan analisis porositas dan permeabilitas tanah dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Nusa Tenggara Timur.

Hasil Analisis dan Pembahasan

1. Sistem Penyaluran Air Limbah dan dampaknya terhadap Air Tanah

Sistem penyaluran limbah cair yang digunakan di Rumah Sakit Boromeus menggunakan sistem perpipaan tertutup dengan memanfaatkan sistem pemompaan dan gravitasi untuk mengalirkan air limbah menuju ke Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL). Jumlah Limbah cair yang dihasilkan dari pengoperasian Rumah Sakit St. Carolus Borromeus Kupang sebesar 18,5077 m³/hari. Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Boromeus menggunakan sistem *Biocaps Tank* dengan proses pengolahan secara Bioreaktor Aerob dan *blower* yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh masa bakteri yang hidup di bak aerasi. Kapasitas IPAL sebesar 20 m³/hari.



Gambar 2. Diagram alir sistem IPAL Rumah Sakit St. Carolus Borromeus
Sampel air limbah diambil di *outlet* pada koordinat S: 10⁰ 12' 56.97" dan E: 123⁰ 37' 15,71" kemudian dianalisis di Laboratorium Dinas Kesehatan Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel. 2. Kualitas air limbah Outlet Rumah Sakit St. Carolus Boromeus Kupang

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
1.	Suhu	⁰ C	26	-
2.	pH	-	8,14	6-9
3.	TDS	mg/L	298	-
4.	BOD	mg/L	16,23	30
5.	COD	mg/L	18,310	100
6.	TSS	mg/L	10,5	30
7.	Amonia	mg/L	<MDL	10
8.	Minyak dan Lemak	mg/L	4,0	5
9.	Total Coliform	Jml/100 mL	>28000	3000

Dari hasil analisis limbah cair di atas hasil pengolahan limbah melalui Biocaps pada outlet sebagian besar parameter berada dibawah baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.58/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (Lampiran II). Sedangkan parameter yang tidak memenuhi adalah parameter Total Coliform. Hasil analisis menunjukkan bahwa Total Coliform sebesar 28.000 jml/100 mL.

Total Koliform merupakan indikator bakteriologi dalam menentukan kualitas air karena mudah dideteksi dalam air dan mudah dikualifikasi. Keberadaan total koliform dalam air memberi informasi adanya jasad patogen. Kondisi sumur yang terbuka memberi peluang lebih besar bakteriologi masuk ke dalam sumur karena adanya aliran air permukaan atau adanya penyerapan limbah cair ke dalam lapisan tanah pada saat musim hujan.

2. Analisis Air Tanah, dan Sebaran Beberapa Parameter Air Tanah

Pengambilan air sumur dilakukan pada 2 lokasi yakni sumur bor SB1 dan sumur gali SG1. Hasil analisis kualitas air tanah pada kedua sumur dapat dilihat pada tabel berikut: Tabel 1 Kualitas air tanah pada beberapa sumur di sekitar lokasi Rumah Sakit St. Carolus Borromeus

No	Parameter	Satuan	Baku air tanah	Hasil Pengujian Laboratorium			
				Sumur Bor 1 (SB1) (Biara) E: 10 ⁰ 12.962' S: 123 ⁰ 37.302'	Sumur Gali 2 (SG2) (Rumah Penduduk) E: 10 ⁰ 12.918' S: 123 ⁰ 37.230'	Hasil	Pemenuhan baku mutu
1.	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Memenuhi	Tidak Berbau	Memenuhi
B. Kimia							
1.	pH	-	6.5 – 8.5	8.09	Memenuhi	7.99	Memenuhi
2.	TDS	mg/L	1000	190	Memenuhi	185	Memenuhi
3.	Nitrat	mg/L	10	0.832	Memenuhi	0.029	Memenuhi
C. Mikrobiologi							
1.	Total coliform	CFU/100 mL	50	40	Memenuhi	48	Memenuhi
2.	Fecal coliform	CFU/100 mL	0	0	Memenuhi	2	Tidak Memenuhi
D. Logam							
2.	Seng (Zn)	mg/L	15	0.098	Memenuhi	0.084	Memenuhi

Titik SB1 merupakan sumur bor yang terletak di belakang Biara Susteran St. Carolus Borromeus, Bello. Ini merupakan sumur bor dengan kedalaman sekitar 90 meter dan berada pada topografi yang lebih tinggi dibandingkan sumur lainnya. Titik SB1 ini merupakan air tanah di bagian hulu yang tidak terdampak dari pemanfaatan air limbah rumah sakit.

Sementara itu, SGL1 merupakan sumur gali di rumah penduduk yang paling dekat dengan lokasi rumah sakit. Air tanah dangkal ini terletak di bagian hulu rumah sakit yang akan terpengaruh aliran polusi atau kontaminan dari pemanfaatan air limbah di lokasi rumah sakit. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa parameter pada SB1 semuanya memenuhi baku mutu. Sedangkan pada SG1 ada parameter yang tidak memenuhi baku mutu yakni parameter Fecal coliform.

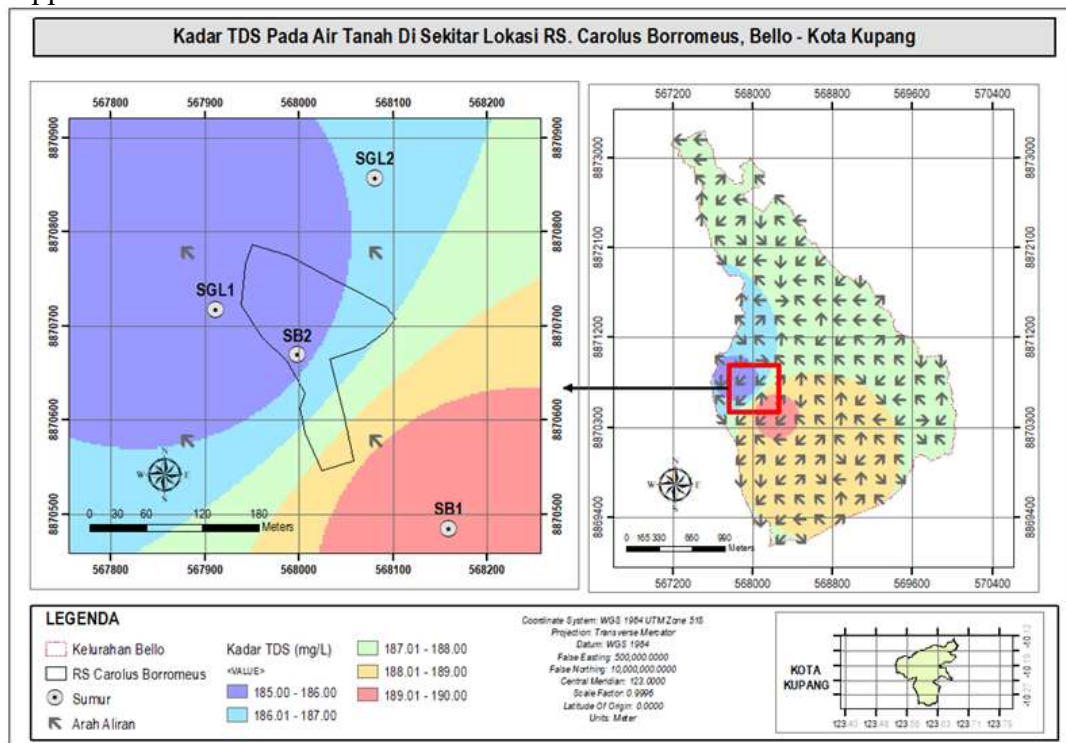
Sebaran kadar TDS, nitrat, Zn, dan total coliform pada air tanah di sekitar rumah sakit St. Carolus Borromeus tergambar sebagai berikut;

1) Parameter TDS

TDS merupakan jumlah zat padat terlarut berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid didalam air. Konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair tersebut. Semakin tinggi konsentrasi TDS

yang terionisasi dalam air, maka semakin besar pula konduktivitas listrik larutan. Konsentrasi TDS dalam air minum melebihi batas ambang yang diperbolehkan dapat membahayakan kesehatan karena dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada ginjal. Menurut WHO (World Health Organization), air minum yang layak dikonsumsi memiliki kadar TDS < 300 ppm (parts per million).[10]

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 menyatakan standar TDS maksimum yang diperbolehkan adalah 500 mg/liter atau 500 ppm.



Gambar 3. Kadar TDS pada air tanah di sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus

Berdasarkan gambar 2 di atas, kadar TDS paling tinggi berada pada Sumur Bor 1 (SB1) dengan jumlah kadarnya berkisar 189-190 mg/L bila dibandingkan dengan Sumur Gali 1 (SG1) yang lebih dekat dengan Rumah Sakit. Hal ini dikarenakan topografi pada SB1 berupa lembah, sehingga mengakibatkan masuknya bahan organik dari sekitarnya ke dalam sumur gali 1. Kadar TDS diatas masih dibawa baku mutu lingkungan.

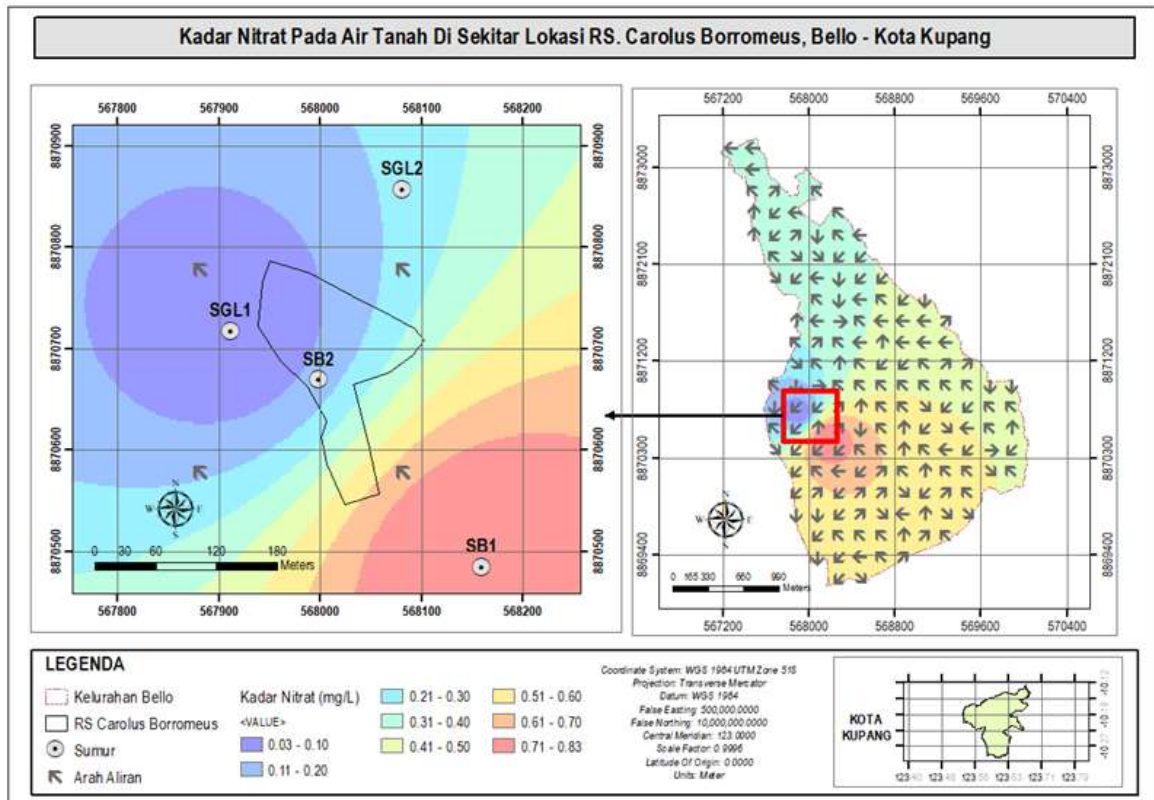
2) Parameter Nitrat

Nitrat dalam tanah terbentuk melalui sebuah proses yang disebut nitrifikasi. Dalam proses ini amonium dioksidasi menjadi nitrit kemudian nitrit dioksidasi menjadi nitrat. Organisme yang melaksanakan nitrifikasi seluruhnya disebut *nitrobakter*. Semakin banyak jumlah nitrogen yang ditambahkan ke dalam tanah, diperkirakan berpotensi pula meningkatkan jumlah nitrat yang terbentuk.

Nitrat dapat masuk ke dalam air secara langsung sebagai akibat dari limpasan pupuk atau limbah yang mengandung bahan nitrat. Nitrat juga dapat dibentuk dalam badan air melalui oksidasi bentuk lain dari nitrogen, termasuk nitrit, amonia, dan senyawa nitrogen organik seperti asam amino.[11]

Kadar nitrat yang tinggi di dalam air minum dapat menyebabkan terganggunya sistem pencernaan manusia. Toksisitas nitrat pada manusia terutama disebabkan oleh reduksinya menjadi nitrit. Efek biologi utama dari nitrit pada manusia adalah

keterlibatannya dalam oksidasi Hb normal menjadi metHb, yang tidak dapat mentransport oksigen ke jaringan.[12]

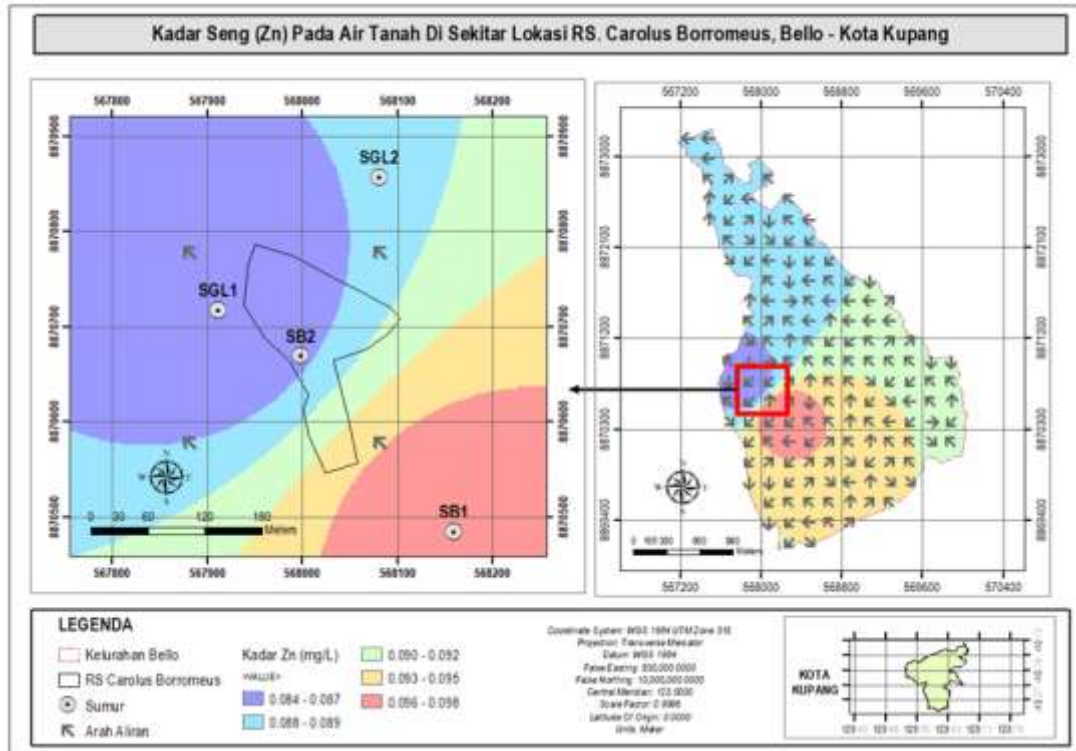


Gambar 4. Kadar Nitrat pada air tanah di sekitar Rumah Sakit St. Carolus Borromeus

Berdasarkan gambar 4 di atas terlihat bahwa sumur SB1 memiliki kandungan nitrat relatif paling tinggi yaitu dari rentangan 0,71 mg/L sampai 0,83 mg/L yang ditandai dengan warna merah. Nitrat dapat terkandung di dalam air sumur tersebut karena adanya kontaminasi nitrat yang berasal dari aktifitas pembuangan limbah dari pemukiman. Sedangkan kandungan Nitrat pada sumur gali 1 (SGL1) sebesar 0,03 mg/L sampai 0,10 mg/L yang ditandai dengan warna ungu merupakan kandungan Nitrat terendah. Hal ini disebabkan karena letak sumur SGL1 lebih tinggi dari SG1. Hal ini juga dipengaruhi oleh adanya aliran air bawah tanah dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Sehingga proses pengangkutan zat pencemar terjadi secara adveksi dimana air tanah akan bergerak mengikuti pola aliran air tanah dengan membawa zat pencemar.

3) Parameter Seng (Zn)

Logam berat seng (Zn) merupakan salah satu logam berat essential yang dibutuhkan hampir semua organisme dalam jumlah sedikit. Apabila jumlah logam Zn dalam perairan melebihi ambang batas yang ditentukan maka akan membahayakan kehidupan organisme itu sendiri.[13] Logam Zn mempunyai dampak negatif bagi kesehatan terutama jika kadarnya sudah melebihi batas kadar yang dibutuhkan oleh tubuh. Kelebihan Zn akan diabsorpsi dan disimpan dalam hati. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual dan muntah. Konsentrasi logam berat Zn pada air berkisar antara 0,27700-0,3320 mg/L dan pada sedimen berkisar antara 0,31500-0,51600 mg/L.[14]



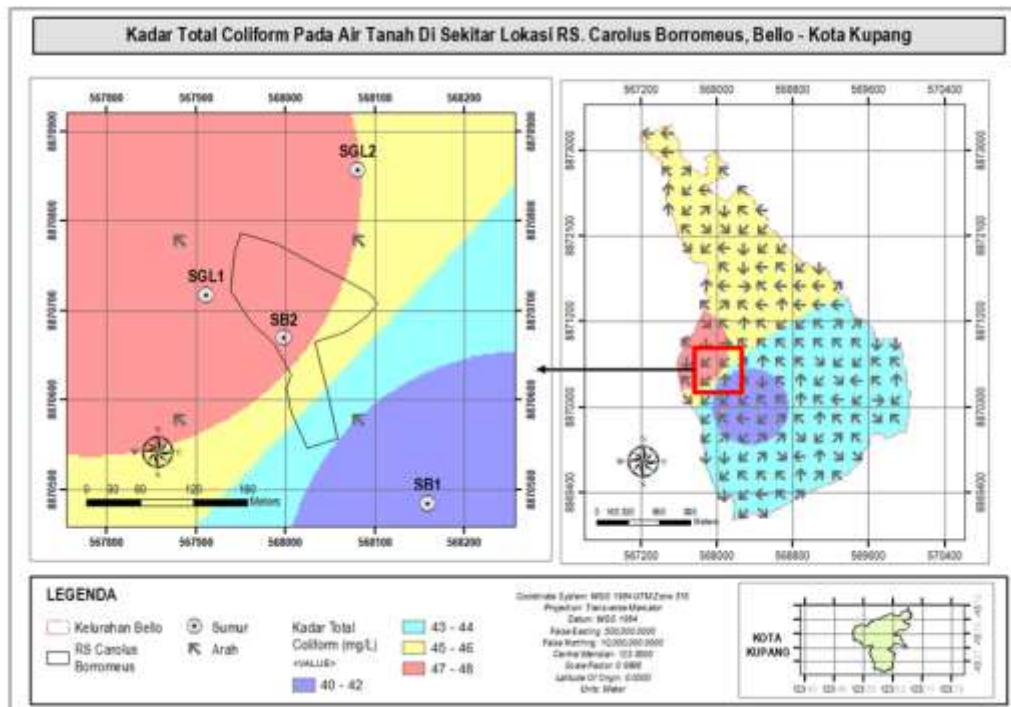
Gambar 5. Kadar Zn pada air tanah di sekitar rumah sakit St. Carolus Borromeus

Proses penyebaran logam berat di tanah dan air tanah dapat melalui peristiwa adveksi dan dispersi hidrodinamis. Adveksi merupakan peristiwa perpindahan polutan bersama aliran air tanah sedangkan dispersi hidrodinamis merupakan peristiwa yang terjadi karena perbedaan konsentrasi larutan dan perbedaan distribusi kecepatan aliran. Kedua peristiwa ini kemudian menjadi faktor yang dihitung untuk mengetahui jangkauan dari sebaran kontaminan.[15]

Berdasarkan gambar 5 di atas kadar Zn pada Lokasi SB1 lebih tinggi 0,096 mg/L sampai 0,098 mg/L. Sedangkan kadar terendah terdapat pada SB2 dan SGL1 merupakan sumur yang paling dekat dengan sumber limbah berkisar antara 0,084 mg/L sampai 0,087 mg/L. Hal dipengaruhi oleh keadaan topografi yakni pada SB1 lebih rendah dari SB2 dan SGL1. Namun kadar Zn semuanya masih dibawah baku mutu yang ditetapkan.

4) Parameter Mikrobiologi Total Coliform

Limbah rumah sakit memiliki kandungan mikrobiologi cukup tinggi. Limbah rumah sakit yang mengandung banyak mikroba dan partikel menular yang muncul seperti prion, viroid, dan racun dapat membahayakan lingkungan, dan pada akhirnya berdampak bagi kesehatan manusia. Limbah rumah sakit dapat bertindak sebagai media pertumbuhan yang ideal bagi berbagai mikroba patogen termasuk bakteri, virus, jamur, dan parasit. Air limbah dari rumah sakit juga terdiri dari beberapa bakteri resisten dan juga residu antibiotic yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri baik dan meningkatkan populasi bakteri resisten di air penerima. Sehingga bakteri resisten ini dapat bertindak sebagai vektor pembawa penyakit menular.[16]



Gambar 6. Total coliform beberapa air tanah di sekitar Rumah Sakit Carolus Borromeus

Berdasarkan gambar 6 di atas, jumlah Total coliform pada semua titik berbeda – beda dari yang tertinggi sampai terendah. Untuk kandungan Total coliform yang paling tinggi berada pada Lokasi SGL1 dan SB2 dengan rentangan 47 sampai 48 mg/L). Kedua sumur ini merupakan sumur yang jaraknya paling dekat dengan rumah sakit sehingga kemungkinan besar kandungan Total coliform berasal dari proses aplikasi limbah rumah sakit karena hasil analisis limbah outlet rumah sakit kandungan mikrobiologi cukup tinggi dan belum melampaui baku mutu. Selain itu kandungan total coliform bisa juga berasal dari pemukiman warga yang terbawa air permukaan tanah saat hujan.

Kesimpulan

Hasil analisis limbah cair outlet sebagian besar parameter berada dibawah baku mutu. Namun ada parameter yang tidak memenuhi adalah parameter Total Coliform yakni 28000 Jml/100 mL. Hasil analisis pada air sumur pada Sumur Bor 1 (SG1) dan Sumur Gali 1 (SG1) beberapa parameter memenuhi baku mutu, namun ada parameter yang tidak memenuhi baku mutu yakni Fecal coliform yang berada pada Sumur Gali 1 yakni sebesar CFU/100 mL. Adapun tingkat penyebaran kontaminasi dari bahan organik dan bakteri dalam air tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan, dan arah aliran air tanah. Semakin rendah suatu daerah maka semakin tinggi potensi pencemaran air tanah. Pola distribusi parameter sesuai dengan arah aliran air tanah. Hasil analisis distribusi spasial air tanah, kemungkinan ada pengaruh dari limbah cair rumah sakit dan juga rumah warga sehingga hasil analisis air sumur pada beberapa parameter seperti Fecal coliform dan Totalcoliform cukup tinggi walaupun hasil yang dianalisis masih dibawah baku mutu.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menganalisis parameter wajib yang belum dianalisis dalam penelitian ini seperti Total coliform, Fecal coliform, kadar logam dan parameter lainnya. Perlu juga dilakukan analisis spasiap secara mendalam untuk

memperoleh apakah parameter-parameter yang melampaui baku mutu tersebut dipengaruhi oleh limbah cair outlet rumah sakit.

Daftar Pustaka

- [1] Y. H. Krishne Gowda, K. Gurushantha, N. Ravikantha, and K. Keshavamurthy, "Hydrochemical analysis of ground water quality in Anchepalya industrial area Kunigal taluk Tumkur district," *Mater Today Proc*, vol. 89, pp. 19–23, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.MATPR.2023.03.746.
- [2] P. Rejekiingrum, "Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air" "Capturing the Benefit of Groundwater for Water Resources Sustainability," *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2009. [Online]. Available: www.groundwater.com/groundwater_
- [3] A. Alsalmeh, N. Al-Zaqri, R. Ullah, and S. Yaqub, "Approximation of ground water quality for microbial and chemical contamination," *Saudi J Biol Sci*, vol. 28, no. 3, pp. 1757–1762, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.sjbs.2020.12.017.
- [4] M. F. P. Bierkens and Y. Wada, "Non-renewable groundwater use and groundwater depletion: A review," May 29, 2019, *Institute of Physics Publishing*. doi: 10.1088/1748-9326/ab1a5f.
- [5] M. Maizir, "Pengaruh Pemanfaatan Sumberdaya Air Tanah dalam Pembangunan Kawasan Industri Baru," *Jurnal Teknik Sipil ITP*, vol. 6, no. 2, pp. 56–59, Jul. 2019, doi: 10.21063/JTS.2019.V602.03.
- [6] P. De Rozari, "Kondisi Kualitas Air dan Perilaku Masyarakat Di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Liliba Kota Kupang," *JURNAL INOVASI KEBIJAKAN*, vol. Volume V, Nomor 2, pp. 55–56, 2020.
- [7] M. Gufran, F. Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Aceh -Banda Aceh, and B. Pelatihan Kesehatan Aceh -Banda Aceh Koresponden, "Dampak Pembuangan Limbah Domestik terhadap Pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya," *Serambi Engineering*, vol. IV, no. 1, 2019.
- [8] W. M. Sari, "Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang (RSMP) Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob," 2015.
- [9] Robert J. Kodoatie, "BUKU TATA RUANG AIR TANAH," *Tata Ruang Air Tanah*, 2012.
- [10] World Health Organization, "Chemical safety of drinking-water: Assessing priorities for risk management," 2007.
- [11] Winda. , et al. Safitry, "Kandungan Nitrat Pada Air Tanah di Sekitar Lahan Pertanian Padi, Palawija, dan Tembakau," 2014.
- [12] World Health Organization, "Nitrate and Nitrite in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality," 2012. [Online]. Available: <http://www.who.int/publications/guidelines/>
- [13] N. N. Muhtaroh, W. W. Hidayat, and J. Dan Muhammad, "Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Pantai Kelurahan Mangunharjo Kota Semarang," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 22, no. 3, pp. 600–608, 2024, doi: 10.14710/jil.22.3.600-608.
- [14] D. Judah Mozes Kalangie, I. Widowati, and J. Suprijanto, "Kandungan Seng (Zn) Dalam Air, Sedimen Dan Kerang Darah (*Anadara granosa* L) Di Perairan Tambaklorok Semarang," 2018.

- [15] N., Citra., H. Welly. Fadilah, “Persebaran Logam Berat pada Tanah dan Air Tanah Akibat Aktivitas Industri Rumah Tangga Peleburan Limbah Elektronik,” *JURNAL TEKNIK ITS*, 2020.
- [16] R. Kaur, B. Yadav, and R. D. Tyagi, “Microbiology of hospital wastewater,” in *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Environmental and Health Impact of Hospital Wastewater*, Elsevier, 2020, pp. 103–148. doi: 10.1016/B978-0-12-819722-6.00004-3.