

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sustainable Development Goals (SDGs) merupakan aksi dan katalis global untuk kemitraan internasional dalam pencapaian pembangunan berkelanjutan. Indonesia sebagai salah satu negara yang telah menyepakati penerapan SDGs berkomitmen untuk menyelesaikan pelaksanaan SDGs melalui berbagai kegiatan. SDGs mencakup 17 tujuan dan sasaran global tahun 2030 yang diakui oleh negara-negara, baik yang maju maupun berkembang. Air merupakan tujuan keenam dari SDGs, yaitu "Air Bersih dan Sanitasi", yang menekankan pada penyediaan air bersih dan pengurangan polusi air sebagai komponen penting untuk mendukung kehidupan manusia secara berkelanjutan (UN Development Programme, 2022).

Air tanah adalah sumber utama air bersih di banyak wilayah, termasuk Indonesia. Namun, urbanisasi, agrikulturisasi, industrialisasi, dan aktivitas antropogenik lainnya telah meningkatkan tingkat polusi pada air baku, termasuk air tanah (Wang *et al.*, 2023). Air tanah menyediakan setengah dari seluruh air yang digunakan oleh rumah tangga di seluruh dunia, seperempat dari seluruh air yang digunakan untuk irigasi pertanian, dan sepertiga dari pasokan air yang dibutuhkan untuk industri (WHO, 2022). Oleh karena itu, kualitas air tanah sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan kehidupan manusia.

Laporan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa empat perlima penyakit di dunia disebabkan oleh buruknya kualitas air minum. Tingginya konsentrasi kimia seperti logam berat atau nitrat dalam air tanah memengaruhi kualitas air, yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia (Kebede Wegahita *et al.*, 2020). Nitrat adalah salah satu senyawa polutan utama yang dapat meningkatkan risiko kanker kolorektal, penyakit tiroid, cacat tabung saraf, dan methemoglobinemia pada bayi. Pencemaran nitrat di air tanah juga terkait dengan proses eutrofikasi yang merusak ekosistem akuatik (Rotiroti *et al.*, 2023). Dalam pengendalian polusi air, Environmental Protection Agency (EPA) telah menetapkan standar maksimum tingkat kontaminan (MCL) untuk nitrat pada 10 mg/L dan nitrit pada 1 mg/L. Paparan di atas tingkat ini dapat menyebabkan dampak kesehatan serius, sementara penghapusan nitrat memerlukan teknologi pengolahan khusus yang mahal, sehingga menjadi beban besar bagi pengelolaan air minum (Gaskin, Vendrell dan Atilas, 2022).

Di Asia, termasuk Indonesia, polusi nitrat pada air tanah banyak disebabkan oleh kebocoran tangki septik, penggunaan pupuk nitrogen pada lahan pertanian, serta limbah cair industri. Variasi musim, khususnya musim hujan, juga berdampak signifikan pada peningkatan konsentrasi nitrat di wilayah ini (Abascal *et al.*, 2022). Selain itu, kelangkaan air di beberapa negara mendorong penggunaan pupuk intensif, yang secara langsung meningkatkan kandungan nitrat dalam air tanah.

Selain nitrat, amonia juga menjadi polutan utama di air tanah, yang dihasilkan dari proses amonifikasi bahan organik. Konsentrasi amonia yang tinggi dapat menyebabkan masalah pernapasan dan iritasi, sementara pada ekosistem, amonia merusak struktur komunitas plankton yang penting dalam rantai makanan perairan (Zaini, Hasan dan Zolkepli, 2022). Amonia di air adalah hasil dari penguraian nitrogen organik yang berasal dari protein dan urea dan nitrogen anorganik yang berasal dari dekomposisi bahan organik yang telah mati seperti tumbuhan dan biota laut yang dilakukan oleh mikroba dan jamur melalui proses amonifikasi (Kurniawan, Sholeh dan Mariadi, 2022). Di benua ini, kelangkaan air diakui sebagai salah satu masalah paling penting di banyak negara terutama di Timur Tengah, dan akibatnya, penggunaan pupuk terus meningkat, mendorong keberadaan nitrat dalam air tanah. Pencemaran air tanah melalui kebocoran lindi adalah salah satu bahaya lingkungan yang paling umum yang terkait dengan lokasi TPA. Sebanyak 96 polutan air tanah telah terdeteksi dalam air tanah di dekat lokasi TPA di Cina dalam berbagai penelitian, dengan logam berat, organik, dan polutan nitrogen sebagai polutan yang dominan (Zeng *et al.*, 2021).

Penelitian yang dilakukan (Septi Dyah Pratiwi, Yushardi dan Sudarti, 2021) menunjukkan bahwa sumur tercemar oleh kandungan amonia (NH_3), sumber sumur ini terletak pada beberapa titik pencemaran dimana pencemaran ini diantaranya yaitu seperti pada tempat pembuangan sampah domestik, limbah pembuangan limbah sampah pabrik rokok dan tahu, dan letak sumur ini juga berdekatan dengan kandang unggas. Pencemaran nitrogen air tanah sangat melebihi standar, menunjukkan distribusi yang merata, dengan nilai yang sangat tinggi di beberapa wilayah. Diantaranya, polusi nitrat-nitrogen terutama terkonsentrasi di daerah perkotaan yang padat penduduknya, dan polusi nitrogen amonia yang parah terutama terkonsentrasi di daerah pertanian. Lahan pertanian memiliki dampak yang lebih besar terhadap distribusi nitrogen amonia, yang menunjukkan adanya korelasi tertentu antara bentuk polusi nitrogen dan penggunaan lahan (Wu *et al.*, 2021).

Penelitian tentang polusi air tanah di Indonesia masih terbatas, khususnya dalam hal distribusi spasial dan temporal kontaminasi nitrat dan amonia. Studi kasus lokal seperti di Cuddapah, India Selatan, menunjukkan bahwa lebih dari 86% sampel air tanah melebihi pedoman nitrat 45 mg/L, dengan risiko kesehatan signifikan untuk bayi, anak-anak, dan orang dewasa (Sunitha *et al.*, 2022). Kondisi serupa terjadi di Indonesia, terutama di daerah perkotaan dan pertanian yang padat. Penelitian di China yang dilakukan oleh Huan, et al (2020) menunjukkan bahwa risiko pencemaran air tanah pada akuifer freatik didominasi oleh tingkat sedang (45,27%), dan bahwa kedua akuifer semi tertekan sebagian besar berada pada tingkat relatif rendah (30,29%) dan tingkat menengah (38,17%). Peta risiko pencemaran air tanah dari kedua akuifer tersebut serupa. Risiko tinggi dan relatif tinggi tinggi dan relatif tinggi dipengaruhi oleh tingginya intensitas sumber pencemaran

air tanah atau jarak yang dekat dari sumber pencemaran ke sumur pompa. sumber pencemaran ke sumur pompa (Huan *et al.*, 2020).

Pada risiko non-karsinogenik antara perempuan dan laki-laki. (Karunanidhi *et al.*, 2020) mengevaluasi risiko kesehatan dari nitrat di air tanah Coimbatore di India selatan dan penelitian ini mengungkap risiko kesehatan yang disebabkan oleh nitrat yang tinggi pada wanita lokal, laki-laki, dan anak-anak. Mereka juga menunjukkan bahwa anak-anak menghadapi risiko kesehatan yang lebih tinggi risiko kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan populasi orang dewasa di Coimbatore, India selatan. India. Risiko kesehatan penilaian nitrat air tanah di kota Jinan di Cina timur di musim hujan cukup tinggi dibandingkan musim kemarau. Urutan risiko non-karsinogenik berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh adalah bayi > anak-anak > perempuan > laki-laki (Gao *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan (Handayani *et al.*, 2022), diketahui nilai rata-rata analisis paparan dan RQ adalah <1 dan tidak melebihi ambang batas kualitas air minum. Hal ini dapat disimpulkan bahwa air sumur dari 22 titik sampel tersebut tidak berpotensi terhadap risiko kesehatan akibat paparan nitrat. Meskipun demikian, Dinas Kesehatan Kota Depok diharapkan untuk melakukan pemantauan atau pengukuran konsentrasi senyawa dan logam pada air sumur warga secara rutin.

Hasil uji laboratorium pada penelitian (Rivai dan Syamsinar, 2017) kandungan Nitrat dan Nitrit pada air sumur gali Masyarakat RW 04 Kel. Bangkala Kec. Manggala Kota Makassar menunjukkan bahwa air sumur gali A kandungan 12,878 mg/l dengan jarak 150 meter, sampel air sumur gali B kandungan nitrit 5,400 mg/l dengan jarak 130 meter, pada air sumur gali C kandungan nitrat 15,644 mg/l jarak 100 meter, air sumur gali E kandungan nitrat 13,556 mg/l dengan jarak 90 meter, air sumur gali G kandungan nitrat 12,284 mg/l jarak 75 meter, air sumur gali H kandungan nitrat 44,470 mg/l dengan jarak 40 meter, dan pada sampel air sumur gali I kandungan nitrat 20,730 mg/l dan kandungan nitrit I 6,550 mg/l dengan jarak antara sumber pencemar yaitu 30 meter.

Di Indonesia, pencemaran air tanah menjadi perhatian besar di daerah sekitar tempat pembuangan akhir (TPA). Studi menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah terbuka (open dumping) seperti di TPA Tamangapa, Makassar, menghasilkan air lindi yang mencemari air tanah. Konstruksi sumur yang tidak sesuai standar dan kedekatan dengan TPA meningkatkan risiko kontaminasi air tanah oleh nitrat dan ammonia (Fajaruddin Natsir *et al.*, 2021). Air yang diperoleh dari air tanah, misalnya dari sumur gali atau bor, sangat rentan terhadap pencemaran. Air dari sumur gali dapat terkontaminasi oleh air lindi dari berbagai sumber, termasuk tangki septik, kotoran manusia, kotoran hewan, dan sampah rumah tangga. Konstruksi di bawah standar juga mempengaruhinya. Salah satu sumber pencemaran air sumur yang paling mungkin adalah tempat pembuangan sampah (TPA).

Tempat pembuangan sampah dapat menghasilkan air lindi yang mengandung banyak kontaminan yang dapat mencemari air di sumur gali.

Selain itu dilakukan pemeriksaan pendahuluan terhadap air sumur gali kawasan TPA Antang yang terbagi menjadi empat titik yaitu Utara, Timur, Selatan dan Barat. Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar nitrat (NO_3) pada keempat titik tersebut tidak memenuhi syarat sesuai permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk keperluan higiene sanitasi yaitu pada titik utara dan selatan sebesar 50 mg/l, sedangkan untuk titik timur 12 mg/l dan barat 16 mg/l. Hasil pemeriksaan terhadap parameter Amonia (NH_3) diperoleh hasil bahwa sampel air sumur dari empat titik yaitu sebelah utara 1 mg/l, selatan 10 mg/l, timur 1,5 mg/l serta barat 2 mg/l, tidak memenuhi syarat berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dimana standar baku mutu maksimum yaitu 0,5 mg/l untuk air golongan Kelas I (air baku air minum).

Dampak nitrat dan amonia terhadap kesehatan manusia dan kualitas air merupakan isu yang semakin penting dalam konteks lingkungan dan kesehatan publik. Nitrat dan amonia adalah dua senyawa nitrogen yang sering ditemukan dalam air, terutama yang berasal tempat pemrosesan akhir (TPA). Keduanya dapat memiliki efek negatif yang signifikan pada kesehatan manusia dan ekosistem air.

Kualitas air tanah yang buruk tidak hanya memengaruhi kesehatan manusia, tetapi juga ekosistem air. Oleh karena itu, pemantauan dan pengelolaan kualitas air tanah perlu ditingkatkan, termasuk dengan penerapan teknologi pengolahan limbah yang lebih baik, seperti sanitary landfill di TPA, dan pemantauan rutin oleh pemerintah daerah. Analisis risiko kesehatan dan lingkungan menjadi langkah penting untuk memahami dan memitigasi dampak polusi air tanah, baik untuk kesehatan masyarakat maupun kelestarian lingkungan. Analisis risiko kesehatan dan lingkungan akan menjadi barometer risiko yang di dapatkan oleh individu maupun pada lingkungan akan besarnya beban pencemar yang terpajan oleh masyarakat dan pada lingkungan. Oleh karena itu, memahami kualitas air tanah, proses kontaminasi dan penilaian risiko kesehatan manusia yang terkait adalah hal yang paling penting di wilayah studi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan, antara lain:

- a. Bagaimana konsentrasi Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di kawasan TPA Tamangapa Kota Makassar?
- b. Bagaimana risiko kesehatan yang dihadapi masyarakat akibat paparan Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di kawasan TPA Tamangapa ?

- c. Bagaimana langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengelola risiko kesehatan terkait paparan Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di kawasan TPA Tamangapa ?

1.3. Tujuan Penelitian

a. Tujuan Umum

Memprediksi Tingkat Pencemaran Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) Pada Masyarakat Kawasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah dan Menganalisis Risiko Kesehatan Lingkungan di Kelurahan Tamangapa Kota Makassar.

b. Tujuan Khusus

- 1) Menganalisis konsentrasi Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di kawasan TPA Tamangapa Kota Makassar
- 2) Menganalisis risiko kesehatan yang dihadapi masyarakat akibat paparan Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di kawasan TPA Tamangapa.
- 3) Menganalisis langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengelola risiko kesehatan terkait paparan Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di kawasan TPA Tamangapa.

1.4. Kegunaan Penelitian

a. Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan, khususnya terkait pajanan Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi akademis yang dapat memfasilitasi penelitian lebih lanjut tentang strategi pengelolaan lingkungan hidup yang lebih efektif.

b. Institusi

Penelitian ini berfungsi sebagai panduan bagi pemerintah Kota Makassar dalam merumuskan kebijakan pengelolaan TPA yang lebih terintegrasi dan berbasis data. Data konsentrasi dan pajanan Nitrat dan Amonia yang diperoleh dapat digunakan untuk secara akurat menetapkan zona aman di sekitar TPA. Hal ini bertujuan untuk melindungi masyarakat dengan memberikan rekomendasi terkait batas aman jarak hunian dari area berisiko tinggi pencemaran.

c. Praktis

Penelitian ini memberikan data empiris penting mengenai tingkat pajanan masyarakat terhadap polutan Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) yang dihasilkan oleh aktivitas TPA di Kota Makassar. Dengan informasi ini, pemerintah daerah dapat mengidentifikasi daerah dengan konsentrasi polutan tinggi, merumuskan strategi mitigasi yang tepat untuk meningkatkan kualitas udara dan air bersih, serta menyusun

program edukasi bagi masyarakat tentang risiko kesehatan yang berhubungan dengan paparan tersebut. Selain itu, hasil penelitian dapat digunakan untuk mengawasi secara rutin kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat setelah implementasi kebijakan baru, dengan tujuan mengurangi insiden penyakit terkait pencemaran lingkungan secara signifikan dalam jangka pendek dan panjang.

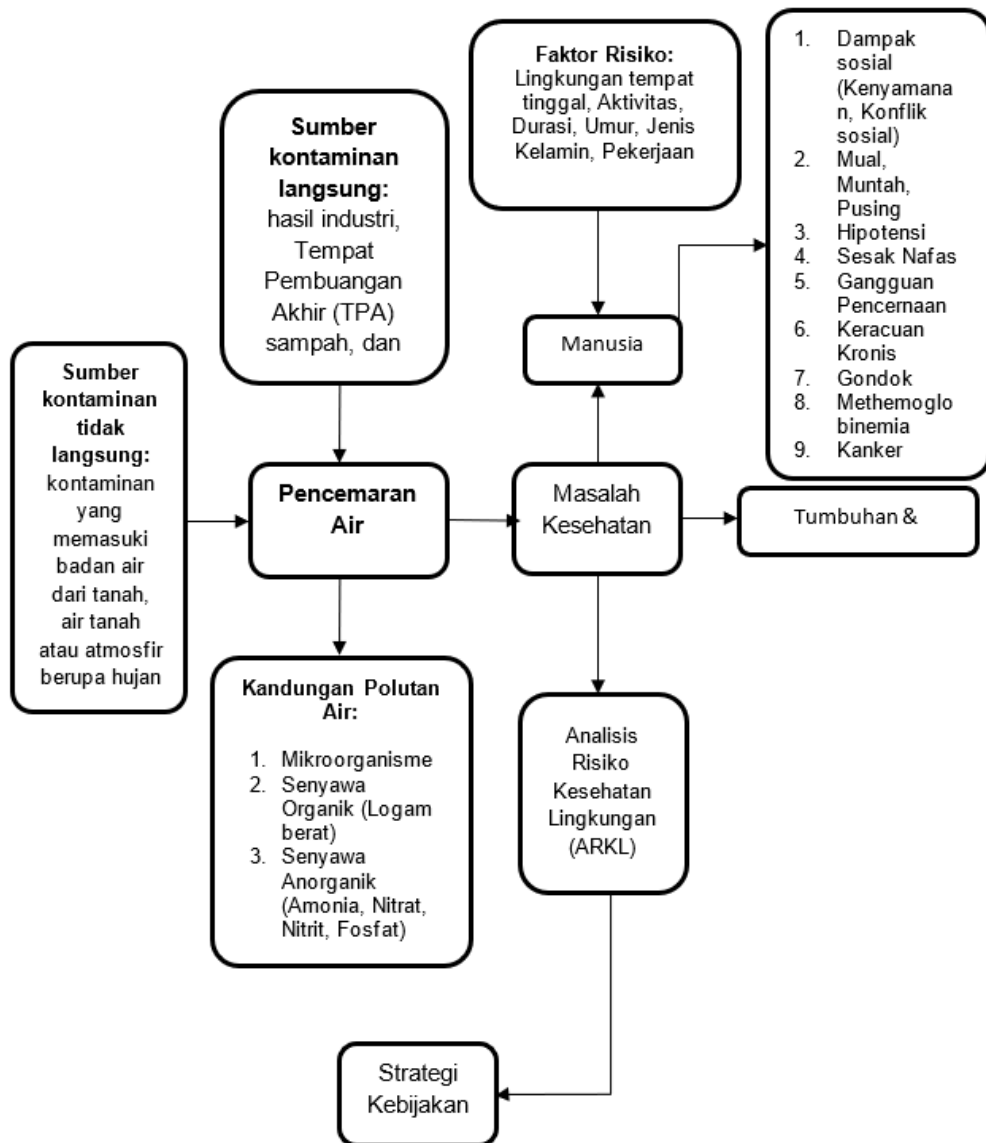
1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini berfokus pada kesehatan masyarakat dengan penekanan pada kesehatan lingkungan terkait pencemaran nitrat (NO_3) dan amonia (NH_3) yang dihasilkan dari kegiatan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Makassar. Batasan penelitian mencakup analisis dua variabel utama, yaitu konsentrasi nitrat dan amonia pada sampel air sumur gali yang digunakan oleh masyarakat di sekitar TPA, serta evaluasi dampak kesehatan yang mungkin timbul, seperti gangguan pernapasan dan risiko methemoglobinemia pada masyarakat dewasa dan anak-anak. Penelitian ini dilaksanakan di sekitar TPA Tamangapa, dengan pengambilan sampel dari 38 titik sumur gali dalam radius tertentu, untuk mendapatkan gambaran yang representatif tentang dampak pencemaran terhadap masyarakat. Metode yang digunakan adalah Environmental Health Risk Assessment (EHRA), yang melibatkan pengamatan dan pengukuran variabel secara simultan. Analisis kualitas air dari sumur gali akan dilakukan, diiringi dengan survei kesehatan terhadap responden dewasa dan anak-anak di kawasan tersebut. Dengan batasan yang jelas ini, diharapkan penelitian dapat memberikan hasil yang lebih terfokus dan relevan mengenai dampak pencemaran nitrat dan amonia di kawasan TPA Tamangapa Kota Makassar.

1.6. Kebaruan Penelitian

Kebaruan penelitian ini menggunakan pendekatan integratif dengan menganalisis kedua polutan (nitrat dan ammonia) secara bersamaan, sehingga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang risiko kumulatif yang dapat memengaruhi kesehatan Masyarakat dengan melakukan uji perbedaan paparan kedua polutan kepada kelompok Masyarakat (Usia Dewasa dan Anak-Anak). Penelitian ini juga menjelaskan bagaimana proses sumber paparan agen risiko hingga mencemari sumber air Masyarakat, serta temuan ini juga memberikan strategi praktis dalam mengurangi risiko kesehatan khususnya di Kawasan TPA Tamangapa Kota Makassar.

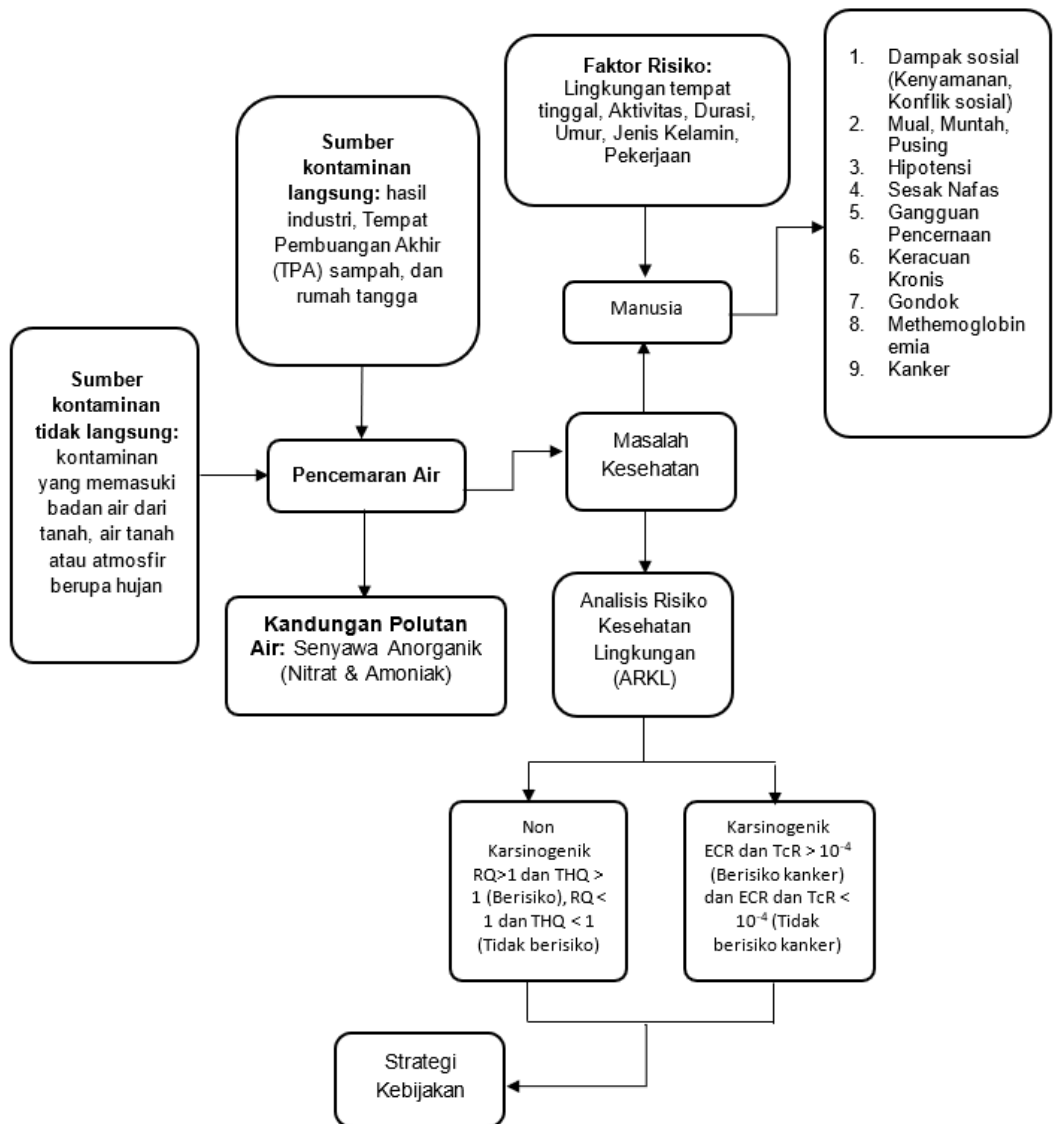
1.7. Kerangka Teori Penelitian



Gambar 1.1. Kerangka Teori

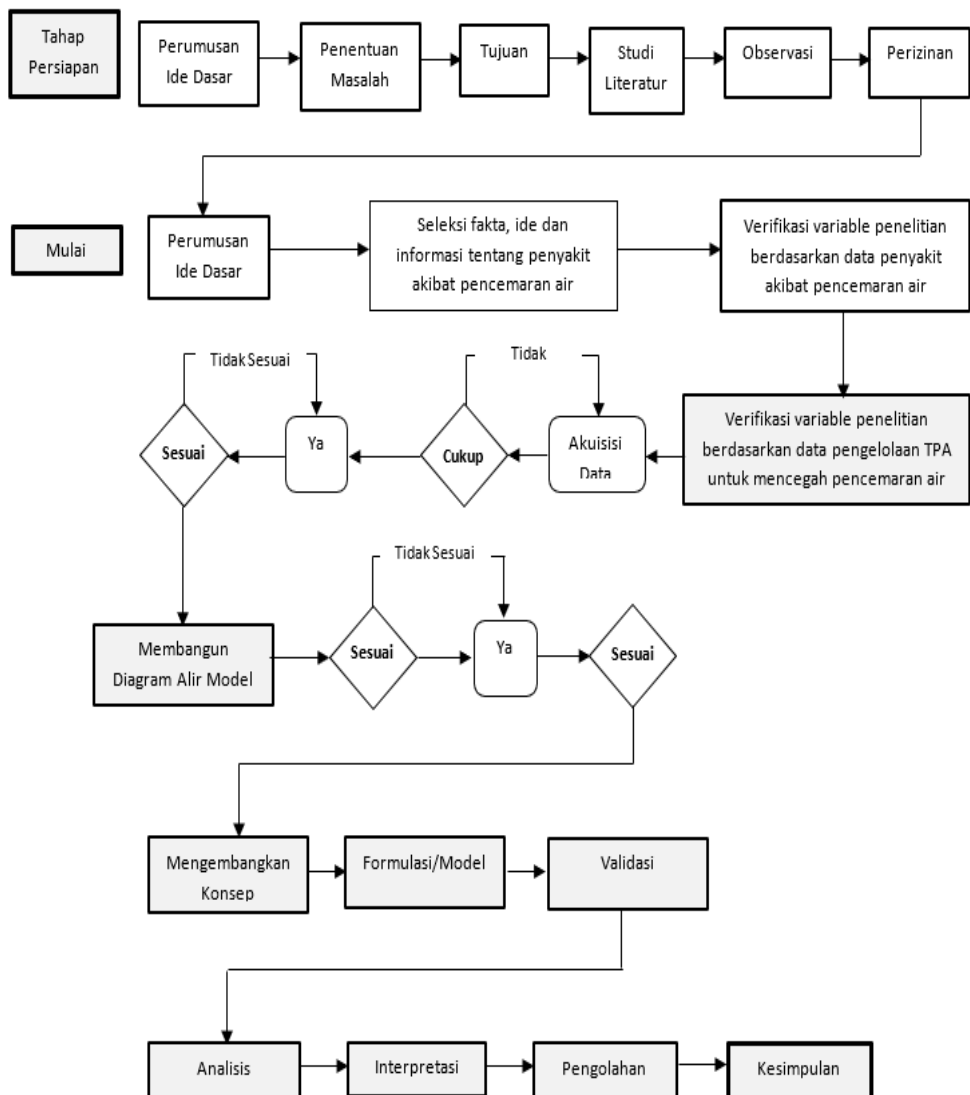
Rujukan: (Kurniawan, 2019; Pooja *et al.*, 2020; Speight, 2020; Mallongi, 2021; Hasugian, Muhyi dan Firlidany, 2022; Paliligan, 2023)

1.8. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 1.2. Kerangka Konsep

1.9. Alur Penelitian



Gambar 1.3. Alur Penelitian

BAB II

TOPIK PENELITIAN I

Konsentrasi Nitrat Dan Amonia Dalam Air Sumur Gali Di Sekitar TPA Tamangapa

2.1 Abstrak

Latar Belakang: Peningkatan volume sampah, terutama dari limpasan pertanian dan kegiatan industri, telah menyebabkan pencemaran nitrat dan amonia yang signifikan, terutama di kawasan tempat pembuangan akhir (TPA) seperti TPA Tamangapa, Kota Makassar. Pencemaran ini berpotensi menimbulkan masalah kesehatan serius bagi masyarakat yang bergantung pada air sumur gali. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi nitrat dan amonia dalam air sumur gali di sekitar TPA dan menganalisis dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. **Metode:** Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain observasional deskriptif. Sampel diambil dari 38 sumur gali yang terletak dalam radius tertentu dari TPA. Pengukuran konsentrasi nitrat dan amonia dilakukan melalui analisis laboratorium, sementara data sekunder diperoleh dari dokumen resmi dan standar baku mutu air. Data dianalisis secara deskriptif untuk menentukan tingkat pencemaran dan potensi dampaknya. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 38 sampel air sumur gali yang diambil di sekitar TPA Tamangapa, 20 sampel memiliki konsentrasi amonia dan sebanyak 27 sampel memiliki konsentrasi nitrat yang melebihi standar baku mutu air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023, dengan beberapa sumur terkontaminasi dekat sumber pencemaran seperti tempat pembuangan sampah dan kandang unggas. Selain itu, konsentrasi nitrat di sebagian besar sampel juga melebihi ambang batas yang aman, berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat, terutama anak-anak dan individu dengan kondisi kesehatan tertentu. Penerapan sistem open dumping di TPA Tamangapa berkontribusi terhadap pencemaran air tanah, menegaskan perlunya perbaikan dalam pengelolaan limbah untuk melindungi kualitas air dan kesehatan Masyarakat. **Kesimpulan:** Pencemaran nitrat dan amonia di air sumur gali di sekitar TPA Tamangapa telah mencapai tingkat yang membahayakan, dengan banyak sampel yang melebihi standar baku mutu air bersih. Oleh karena itu, diperlukan tindakan segera untuk memperbaiki pengelolaan limbah dan meningkatkan pemantauan kualitas air guna melindungi kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Kata Kunci: Pencemaran, nitrat, amonia, air sumur gali, kesehatan masyarakat, Tempat pembuangan akhir (TPA).

2.2 Pendahuluan

Peningkatan volume sampah, terutama dari limpasan pertanian dan kegiatan industri, telah menjadi kontributor yang signifikan terhadap polusi nitrat dan amonia. Nitrat, produk sampingan dari penggunaan pupuk dan penguraian sampah organik, banyak ditemukan di lindi TPA, yang dapat menyusup ke dalam sistem air tanah. Pembuangan nitrat secara terus menerus ke lingkungan memperburuk masalah pencemaran yang ada, yang menyebabkan peningkatan konsentrasi di air permukaan dan air tanah (Kim *et al.*, 2023). Situasi ini membutuhkan intervensi mendesak untuk mengurangi dampak peningkatan volume limbah terhadap ekosistem lokal dan kesehatan manusia.

Pembentukan nitrat dan amonia terutama didorong oleh proses biologis dan kimiawi di lingkungan. Pengurangan nitrat menjadi amonia secara elektrokimia telah diidentifikasi sebagai metode yang layak untuk mengatasi polusi nitrat sekaligus menghasilkan amonia, sumber daya pertanian yang berharga (Cao *et al.*, 2023; Quoie, Bavumiragira dan Kromah, 2024). Penelitian telah menunjukkan bahwa nitrat dapat secara efektif diubah menjadi amonia melalui berbagai proses katalitik, menyoroti potensi teknologi inovatif untuk mengelola limbah dan menghasilkan produk sampingan yang bermanfaat (Xue *et al.*, 2022; Liu, Miller dan Tarpeh, 2023). Sebagai contoh, penggunaan kerangka logam-organik dan elektrokatalis canggih telah dieksplorasi untuk meningkatkan efisiensi proses konversi ini (Li dan Yang, 2022; Wang *et al.*, 2023).

Polusi air tanah akibat nitrat dan amonia merupakan masalah yang mendesak, terutama di daerah dengan akuifer dangkal yang lebih rentan terhadap kontaminasi (Liang *et al.*, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar nitrat dalam air tanah dapat menyebabkan risiko kesehatan yang signifikan, terutama bagi populasi yang rentan seperti anak-anak (Feng *et al.*, 2020). Pelindian nitrat dari TPA dan ladang pertanian ke dalam air tanah dapat menghasilkan konsentrasi yang melebihi standar air minum yang aman, sehingga perlu dilakukan penilaian dan strategi remediasi yang komprehensif (Yena dan Pochai, 2020; Kiara, 2024).

Dampak kesehatan dari pencemaran nitrat dan amonia sangat besar, dengan penelitian yang menunjukkan bahwa tingkat polutan yang tinggi dalam air minum dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius, termasuk methemoglobinemia pada bayi dan kondisi kronis lainnya pada orang dewasa (Feng *et al.*, 2020; Sun *et al.*, 2022). Masyarakat yang rentan, terutama mereka yang mengandalkan air sumur, menghadapi risiko yang lebih tinggi karena fasilitas pengolahan air yang tidak memadai (Kiara, 2024). Korelasi antara paparan nitrat dan hasil kesehatan yang merugikan menggarisbawahi kebutuhan mendesak untuk intervensi kesehatan masyarakat dan program kesadaran masyarakat.

Pemantauan dan pengendalian kadar nitrat dan amonia yang efektif di komunitas TPA sangat penting untuk menjaga kesehatan masyarakat dan lingkungan. Penilaian kualitas air tanah secara berkala dan penerapan teknologi pengolahan yang canggih sangat penting untuk mengurangi polusi (Yena dan Pochai, 2020; Kim *et al.*, 2023). Selain itu, pembentukan kerangka kerja dan standar peraturan untuk konsentrasi nitrat dan amonia di sumber air diperlukan untuk melindungi masyarakat dari dampak buruk polutan ini (Cao *et al.*, 2023; Quoie, Bavumiragira dan Kromah, 2024).

Ada kebutuhan yang signifikan untuk penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan solusi berkelanjutan untuk polusi nitrat dan amonia. Hal ini termasuk mengeksplorasi metode elektrokimia yang inovatif untuk mengurangi nitrat, menilai dampak jangka panjang dari polutan ini terhadap ekosistem, dan memahami implikasi sosial-ekonomi bagi masyarakat yang terkena dampak (Quoie, Bavumiragira dan Kromah, 2024). Upaya kolaboratif antara peneliti, pembuat kebijakan, dan masyarakat lokal sangat penting untuk mengatasi tantangan ini secara efektif.

Penetapan peraturan dan standar lingkungan yang ketat sangat penting untuk mengelola polusi nitrat dan amonia. Kerangka kerja peraturan harus berfokus pada pembatasan pembuangan polutan ini dari sumber pertanian dan industri, serta dari tempat pembuangan akhir (Quoie, Bavumiragira dan Kromah,

2024). Selain itu, pedoman untuk pemantauan kualitas air tanah dan praktik remediasi harus dikembangkan untuk memastikan keamanan pasokan air minum dan melindungi kesehatan masyarakat.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan pendekatan observasional deskriptif. Desain penelitian ini melibatkan pengukuran langsung di lapangan dan analisis laboratorium sampel air sumur gali. Hasil pengukuran konsentrasi nitrat dan amonia kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat pencemaran serta potensial dampak pada kesehatan masyarakat.

2.3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan TPA Tamangapa, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi ini berdasarkan dugaan bahwa aktivitas di tempat pembuangan akhir sampah (TPA) berkontribusi terhadap pencemaran air tanah, khususnya pada air sumur gali yang banyak digunakan oleh masyarakat sekitar. Sampel air sumur gali diperiksa dan dianalisa di Kampus Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar dan pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan.

2.3.3. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sumur gali yang digunakan oleh masyarakat di sekitar TPA Tamangapa. Sampel penelitian ditentukan dengan *purposive* sampling, yaitu sumur gali yang berada di radius tertentu dari TPA, serta yang sering digunakan oleh masyarakat untuk keperluan air bersih sehari-hari. Sampel diambil dari 38 sumur gali yang tersebar di wilayah yang berbeda di sekitar TPA untuk mendapatkan variasi data yang representatif.

2.3.4. Metode Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data dikumpulkan melalui pengambilan sampel air sumur gali di sekitar kawasan TPA Tamangapa, Kota Makassar. Sampel air diambil menggunakan metode *grab sampling* dari beberapa sumur gali yang digunakan masyarakat sekitar. Pengukuran kualitas air dilakukan di laboratorium dengan metode potensiometri. Selain itu, dilakukan juga observasi langsung untuk mencatat kondisi lingkungan, seperti jarak sumur dari TPA dan potensi sumber pencemar lainnya yang mungkin berkontribusi terhadap kualitas air.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen resmi, laporan, atau jurnal penelitian yang relevan, serta standar baku mutu air bersih yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023, tentang Parameter Air untuk keperluan Higiene dan

Sanitasi. Data sekunder ini digunakan sebagai acuan pembandingan terhadap hasil pengukuran konsentrasi nitrat dan amonia, serta untuk mendapatkan informasi tambahan tentang kondisi lingkungan dan potensi risiko kesehatan bagi masyarakat.

c. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan membersihkan data dari kesalahan pengukuran dan input, kemudian dianalisis. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk menghitung rata-rata, median, serta variasi konsentrasi nitrat dan amonia di masing-masing sumur gali. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan baku mutu air bersih yang berlaku untuk menentukan apakah tingkat pencemaran melebihi ambang batas aman. Selain itu, data kualitatif dari observasi lapangan dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi pencemaran.

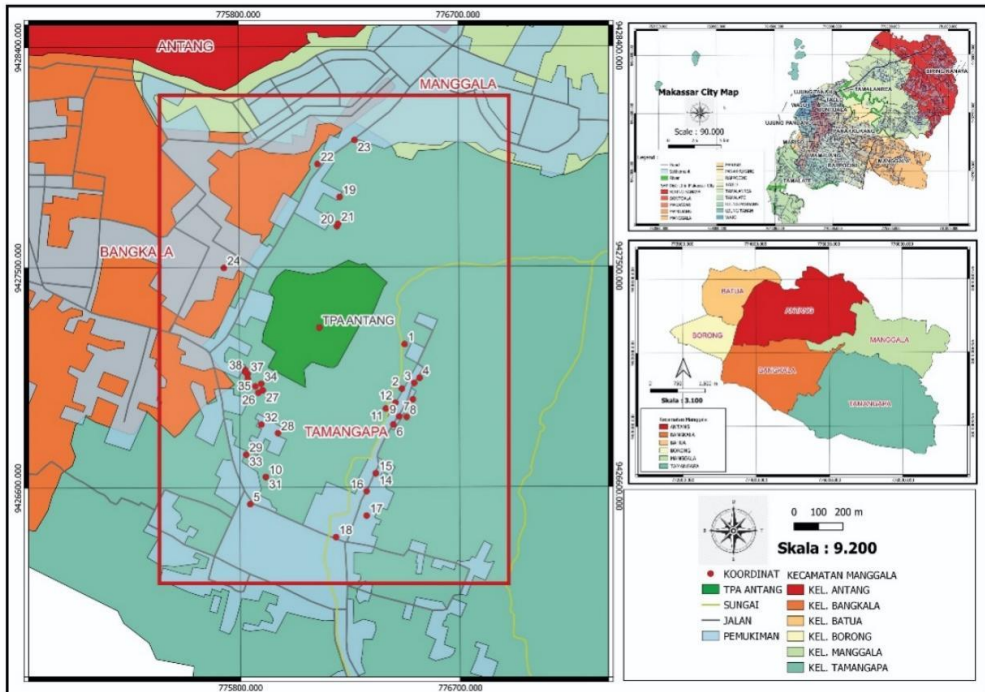
d. Penyajian Data

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menggambarkan konsentrasi nitrat dan amonia di setiap sumur. Peta lokasi sumur gali yang digunakan juga disajikan untuk menunjukkan hubungan antara jarak sumur dari TPA dan tingkat pencemaran. Narasi deskriptif akan digunakan untuk menjelaskan hasil analisis, menginterpretasikan data, dan memberikan penjelasan mengenai dampak pencemaran terhadap kesehatan masyarakat di sekitar kawasan penelitian

2.4 Hasil Penelitian

2.4.1. Konsentrasi Nitrat dan amonia

Sampel dalam penelitian ini adalah kualitas air bersih yang digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari dengan parameter kimiawi yaitu Nitrat dan amonia. Sampel air diambil langsung dari sumber air bersih masyarakat setempat (air sumur gali dan sumur bor) yang berada di sekitar kawasan TPA Tamangapa. Sampel air yang diambil sebanyak 38 titik.

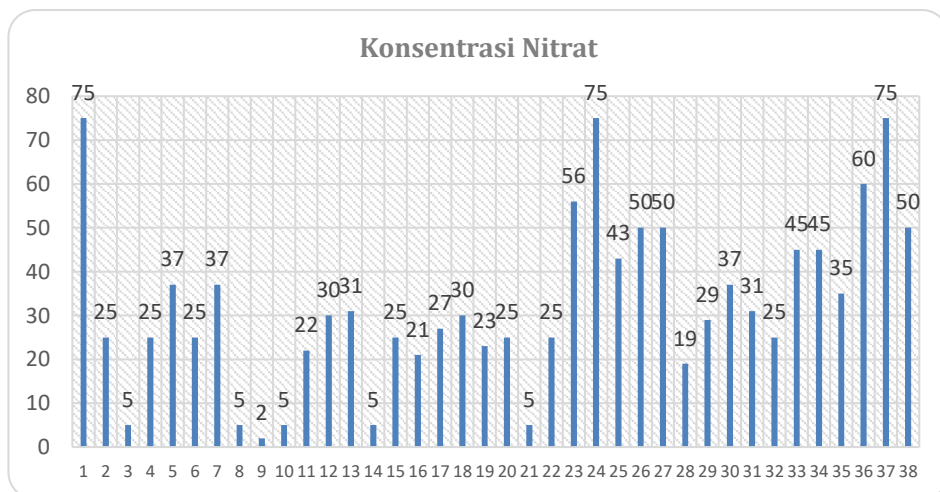


Gambar 2.1 Gambaran Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Berdasarkan gambar 2.1 menunjukkan bahwa titik pengambilan sampel untuk pemeriksaan kualitas air bersih (sumur) parameter ammonia dan nitrat diambil dari segala sisi arah mata angin yaitu (sebelah utara, sebelah timur, sebelah Selatan, dan sebelah barat).

Nitrat dan Amonia adalah senyawa kimia yang sering ditemukan dalam limbah organik, seperti sisa makanan, kotoran hewan, dan limbah rumah tangga. Ketika limbah di TPS mengalami dekomposisi, senyawa-senyawa ini dapat larut ke dalam air hujan yang meresap ke tanah. Proses ini dikenal sebagai *leachate* (lindi), yaitu cairan yang membawa zat pencemar dari TPS ke dalam lapisan tanah. Jika TPS terletak terlalu dekat dengan sumur, lindi yang mengandung nitrat dan amonia dapat mencapai air tanah yang digunakan sebagai sumber air sumur. Akibatnya, konsentrasi nitrat dan amonia dalam air sumur meningkat.

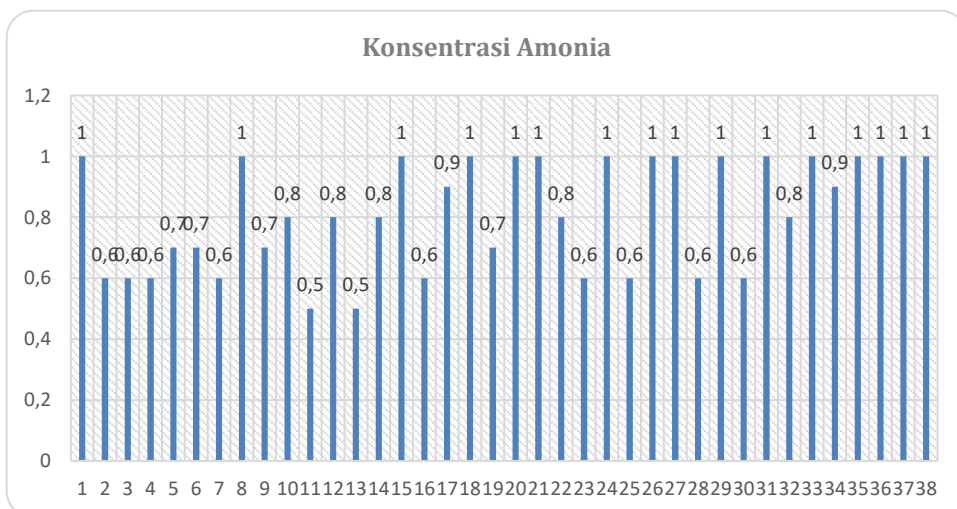
Peningkatan kadar nitrat yang tinggi dapat menjadi indikator pencemaran dari bahan organik yang telah terurai, seperti pupuk atau kotoran hewan sedangkan peningkatan kadar amonia menunjukkan adanya pencemaran organik yang belum terurai sempurna, sedangkan.



Sumber : Data Primer, 2024

Gambar 2.2 Hasil Pemeriksaan Kadar Nitrat Pada Sampel Air Bersih (Air Sumur Gali dan Air Sumur Bor) di Kawasan TPA Tamangapa 2024

Berdasarkan gambar 2.2 menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan kadar nitrat pada sampel air bersih (air sumur dan air sumur bor) di Kawasan Tamangapa konsentrasi nitrat yang tertinggi diperoleh di Lokasi yang berdekatan dengan Lokasi TPA Tamangapa yaitu pada titik 1 berada di sebelah timur, titik 24 berada di sebelah barat, dan titik 36 dan titik 37 berada di sebelah selatan). Berdasarkan hasil tersebut terdapat beberapa titik yang melebihi standar baku mutu kadar nitrat yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan sebesar 75mg/l.



Sumber : Data Primer, 2024

Gambar 2.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Amonia Pada Sampel Air Bersih (Air Sumur Gali dan Air Sumur Bor) di Kawasan TPA Tamangapa 2024.

Berdasarkan gambar 2.3 menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan kadar amonia pada sampel air bersih (air sumur dan air sumur bor) di Kawasan Tamangapa konsentrasi nitrat yang tertinggi diperoleh di Lokasi yang berdekatan dengan Lokasi TPA Tamangapa yaitu pada titik 1 berada di sebelah timur, titik 20 dan titik 21 berada di sebelah utara, titik 24 berada di sebelah barat dan titik 34 hingga titik 38 berada di sebelah selatan). Berdasarkan hasil tersebut terdapat beberapa titik yang melebihi standar baku mutu kadar amonia yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan sebesar 0.10ml/l.

2.5 Pembahasan

2.5.1.Konsentrasi Nitrat

Penggunaan air tanah sebagai sumber air minum banyak digunakan penduduk. Salah satu permasalahan utama air tanah adalah terjadinya pencemaran air yang diakibatkan dari air lindi dari TPA sekitar. Cairan ini sangat berbahaya dan beracun karena mengandung konsentrasi senyawa organik dan senyawa anorganik yang tinggi yang terbentuk dalam *landfill* (sistem pengelolaan sampah dengan cara membuang dan menumpuk sampah di lokasi cekung, memadatkannya, dan kemudian menimbunnya dengan tanah) akibat adanya air hujan yang masuk ke dalamnya. Air lindi dalam kehidupan sehari-hari yang membawa materi tersuspensi dan terlarut dari produk degradasi sampah. Hal ini disebabkan karena air tersebut mengandung berbagai macam bahan organik seperti nitrat (Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022).

Nitrat yang terdapat di dalam sumber air seperti misalnya air sumur gali dan sungai umumnya berasal dari pencemaran bahan-bahan kimia. Nitrogen nitrat dalam jumlah yang cukup dalam air tanah tidak menimbulkan bahaya langsung bagi tubuh manusia karena nitrat adalah zat yang terbentuk secara alami. Namun, seiring dengan perkembangan sosial dan ekonomi, aktivitas manusia memberikan pengaruh yang semakin besar terhadap kualitas lingkungan. Nitrat yang berlebihan tidak hanya menimbulkan ancaman bagi ekosistem perairan, tetapi juga menimbulkan kerugian bagi tubuh manusia. Polusi nitrat dalam air tanah merupakan masalah lingkungan global. Identifikasi akurat terhadap sumber-sumber potensial pencemaran merupakan hal yang sangat penting dalam pengendalian kualitas air tanah yang efektif. Tingkat konsentrasi nitrat pada air tanah dipengaruhi oleh jenis atau struktur tanah. Tanah dengan tekstur kasar, seperti pasir, memungkinkan nitrat meresap ke dalam air tanah lebih cepat dibandingkan tanah dengan tekstur halus seperti lempung atau tanah liat. Tekstur tanah sangat terkait dengan sifat fisik tanah tersebut seperti perkolasi atau permeabilitas. Semakin kasar teskstur tanah, maka laju perkolasi akan lebih cepat dan semakin halus tanah, maka laju perkolasi lambat. Oleh karena itu, banyak negara dan Organisasi Kesehatan Dunia yang telah menegaskan bahwa kandungan NO₃ dalam air minum harus lebih rendah dari 10 mg/L. Namun demikian, seluruh badan air di seluruh dunia dilanda

konsentrasi nitrat yang terlalu tinggi dan polusi nitrogen pada tingkat yang berbeda-beda (HuiliQiu, 2023).

Kadar Nitrat yang memenuhi standar baku mutu dari 38 sampel sebanyak 11 sampel sedangkan 27 sampel air sumur yang diperiksa melebihi standar baku mutu yang ditetapkan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa nitrat mungkin berperan dalam keguguran spontan, gangguan tiroid, cacat lahir, dan dalam pengembangan beberapa jenis kanker pada orang dewasa. Yang paling mungkin mekanisme untuk kanker manusia terkait dengan nitrat adalah pembentukan tubuh senyawa N-nitroso, yang telah terbukti menyebabkan tumor pada situs organ multiple dalam setiap spesies hewan yang diuji, termasuk kanker sistem saraf berikut paparan transplasenta. Nitrit merupakan bentuk tereduksi nitrat, bereaksi di perut asam untuk membentuk agen nitrosasi yang kemudian bereaksi dengan senyawa tertentu dari protein atau sumber lain seperti obat-obatan untuk membentuk NOC. Pada manusia nitrosamine dan NOC diduga sebagai pusat karsinogenik otak dan sistem saraf (Dewi, Joko dan Dewanti, 2016).

Kadar nitrat yang tinggi dalam air sumur gali dan sumur bor juga dapat berhubungan dengan kondisi sanitasi yang buruk. Penelitian oleh Syafarida et al. menunjukkan bahwa konstruksi sumur gali yang tidak memadai dapat menyebabkan kontaminasi air, termasuk peningkatan kadar nitrat (Syafarida et al., 2022). Jarak sumur gali dengan TPA juga mempengaruhi kualitas air sumur di sekitar TPA karena telah terpapar pencemaran logam berat dari rembesan lindi (Syafii, Ashar dan Nurmaini, 2024). Kualitas air permukaan sangat dipengaruhi oleh jarak dari TPA, konstruksi sumur, kondisi topografi dan geologi, serta aktivitas masyarakat sekitar. Menurut Standar Nasional Indonesia No. 03-3241-1997 (Standar Nasional Indonesia, 2017), disebutkan bahwa lokasi pemukiman terdekat dengan TPA adalah 500 meter. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa sumur dibangun dengan baik dan terpisah dari sumber pencemar, seperti septic tank, untuk mencegah kontaminasi silang.

Jumlah air yang dikonsumsi dalam waktu lama dan jumlah yang besar, maka dapat meningkatkan efek buruk bagi kesehatan. Penggunaan air yang tidak memenuhi persyaratan baku mutu dapat menyebabkan terjadinya gangguan terhadap kesehatan, terlebih jika air tersebut digunakan untuk dikonsumsi. Nitrat merupakan senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air tanah termasuk air sumur. Jika air sumur mengandung kadar nitrat yang tinggi dan digunakan untuk kebutuhan minum atau memasak dapat menimbulkan risiko berbagai penyakit (Handayani *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Nyirenda & Mwansa Tahun 2022 dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel air lindi yang memiliki konsentrasi terdeteksi diatas batas yang diperbolehkan. Pengoperasian TPA Chunga telah membahayakan kualitas air tanah di dalam dan sekitar area TPA yang dibuktikan dengan adanya kadmium, timbal, nitrat dan klorida dalam air lindi.

Kadar nitrat dalam air sumur gali dan sumur bor di kawasan tempat pemrosesan akhir sampah merupakan isu yang kompleks dan memerlukan perhatian serius. Mayoritas penduduk pedesaan menderita dampak kesehatan yang ringan hingga berat, yang bersifat karsinogenik hingga non-karsinogenik akibat polusi air (Sharma, Rajan dan Nayak, 2023). Penelitian yang lebih mendalam diperlukan untuk memahami sumber pencemaran, dampaknya terhadap kesehatan manusia, dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengurangi risiko. Dengan memantau dan mengelola kadar nitrat, kita dapat melindungi kesehatan masyarakat dan menjaga kualitas air untuk generasi mendatang.

2.5.2. Konsentrasi Amonia

Kadar amonia pada sampel air bersih, khususnya di kawasan tempat pemrosesan akhir sampah, merupakan isu penting yang perlu diteliti mengingat dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Amonia (NH_3) adalah senyawa yang dapat terbentuk dari berbagai sumber, termasuk limbah organik yang dihasilkan dari tempat pemrosesan akhir sampah. Penelitian menunjukkan bahwa kadar amonia yang tinggi dapat berkontribusi terhadap pencemaran air dan memiliki efek negatif pada kualitas air yang digunakan oleh masyarakat (Wahyuningsih & Gitarama, 2020).

Sumber amonia dalam air dapat berasal dari dekomposisi bahan organik, termasuk limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Di kawasan tempat pemrosesan akhir sampah, akumulasi limbah dapat menyebabkan peningkatan kadar amonia dalam air sumur gali dan sumur bor.

Amonia di air adalah hasil dari penguraian nitrogen organik yang berasal dari protein dan urea dan nitrogen anorganik yang berasal dari dekomposisi bahan organik yang telah mati. Standarisasi konsentrasi paparan membantu mengurangi ketidakpastian dalam penilaian risiko (Ding *et al.*, 2021). Konsentrasi amoniak dapat berubah-ubah sepanjang tahun. Pada musim panas konsentrasi senyawa ini dapat sangat rendah, hal ini disebabkan amoniak diserap oleh tumbuhan, selain itu dapat dipengaruhi oleh temperatur air yang tinggi yang dapat mempengaruhi proses nitrifikasi. Sedangkan pada suhu yang rendah yaitu musim dingin sewaktu pertumbuhan bakteri berkurang dan proses nitrifikasi berjalan lambat menyebabkan konsentrasi amoniak tinggi.

Aktivitas manusia di perkotaan memberikan andil dalam menimbulkan pencemaran lingkungan yang tinggi. Ledakan jumlah penduduk yang tidak terkendali mengakibatkan laju pencemaran lingkungan melampaui laju kemampuan alam. Penyebab pencemaran air karena limbah perkotaan seperti air limbah, kotoran manusia, limbah rumah tangga, limbah gas, dan limbah panas. Pencemaran air sumur oleh bahan organik menyebabkan kadar amonia dan hidrogen sulfida meningkat. Amonia larut di dalam air dan membentuk senyawa amonium yang cenderung akan mengikat oksigen. Dengan adanya mikroba *Nitrosomonas* senyawa amonium dan oksigen dapat

membentuk senyawa nitrit NO_2 dan dengan adanya mikroba Nitrobakter dapat membentuk senyawa nitrat (NO_3). Siklus diawali dengan masuknya nitrogen dan amonia dari buangan domestik dan industri ke dalam badan air. Nitrogen organik mengalami reaksi hidrolisis menghasilkan amonia yang merupakan sumber makanan bakteri nitrogen (Prabowo dan Kusuma Dewi, 2017).

Hasil pemeriksaan ammonia pada sumur gali terdapat 38 sampel yang konsentrasinya tidak memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Pada sebagian sampel air sumur juga terdapat kandungan amonia, dimana sumber sumur ini terletak dekat pada beberapa titik pencemaran pada tempat pembuangan sampah domestik dan letak sumur ini juga berdekatan dengan kandang unggas. Hal ini berdampak pada bau air sumur yang tidak enak pada air yang memiliki hubungan dengan amonia (NH_3) dan terbukti bahwa air sumur ini sangat tercemar karena menimbulkan bau yang tidak sedap dan air tersebut tercemar cukup tinggi.

Penerapan metode landfill TPA Tamangapa masih menggunakan sistem open dumping yang memiliki potensi dampak negatif paling besar terhadap lingkungan yang seharusnya untuk skala kota besar harus menggunakan sistem Sanitary landfill. Belum adanya TPA alternatif jika TPA Tamangapa penuh karena berdasarkan hasil perhitungan, umur operasional TPA Tamangapa dengan presentasi sampah yang masuk ke TPA sebanyak 90% berakhir pada tahun 2019 dengan volume sampah mencapai 927.749,76 m³ dengan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2019 sebanyak 1.615.128 juta jiwa (Juhaidah, 2018). Sistem landfill dilakukan dengan sampah yang dibuang ke TPA akan ditutup menggunakan tanah secara berkala untuk menimbun sampah. Sampah yang tertutup tanah akan memiliki kadar oksigen rendah sehingga mengalami proses dekomposisi sampah secara anaerob dan menghasilkan amonia yang dapat mencemari air sekitar maupun udara di sekitar TPA. Hal ini sejalan dengan penelitian Zaini Tahun 2022 yang mendapatkan hasil bahwa Lindi dari tempat pembuangan sampah diduga timbul akibat kegagalan sistem dalam menerima dan mengelola sampah, yang diperparah dengan tingginya curah hujan yang terjadi. Kandungan asam yang lebih tinggi pada lindi menjadikannya sangat beracun bagi makhluk hidup. kadar amonium yang dihasilkan diperkirakan lebih tinggi dari batas yang diizinkan. Di TPA Tamangapa juga banyak hewan ternak yang dapat memberikan kontribusi pada kandungan amonia pada air lindi di TPA Tamangapa karena amonia dapat juga berasal dari air seni hewan ternak.

Kadar amonia pada sampel air bersih di kawasan tempat pemrosesan akhir sampah merupakan isu yang kompleks dan memerlukan perhatian serius. Dengan memanfaatkan teknologi pemantauan yang tepat, menerapkan praktik pengelolaan limbah yang baik, dan melakukan pengolahan air yang efektif, kita dapat mengurangi dampak negatif amonia terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

2.6 Kesimpulan

Rata-rata untuk konsentrasi Nitrat (NO_3) diperoleh sebesar 32.57 ml/L. Kadar Nitrat yang memenuhi standar baku mutu dari 38 sampel sebanyak 11 sampel sedangkan 27 sampel air sumur yang diperiksa melebihi standar baku mutu yang ditetapkan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Konsentrasi rata-rata Ammonia (NH_3) diperoleh sebesar 0.815 ml/L. Pada sumur gali terdapat 20 sampel yang konsentrasinya tidak memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Pada sebagian sampel air sumur juga terdapat kandungan amonia, dimana sumber sumur ini terletak pada beberapa titik pencemaran dimana pencemaran ini diantaranya yaitu seperti pada tempat pembuangan sampah domestik dan letak sumur ini juga berdekatan dengan kandang unggas.

DAFTAR PUSTAKA

- Jayanudin, J., Lestari, R. S. D., Luthfi, M., & Suyuti, M. (2022). Modifikasi pupuk urea
Jayanudin, J., Lestari, R. S. D., Luthfi, M., & Suyuti, M. (2022). Modifikasi
pupuk urea pelepasan terkendali dan pengaruhnya terhadap lingkungan.
Jurnal Teknologi Lingkungan, 23(2), 159-164.
<https://doi.org/10.29122/jtl.v23i2.5262>
- Kartika, A. G. D., Effendy, M., Zain, A. G. F. I., Fadloli, B., & Asih, E. N. N. (2023).
Kandungan nutrisi pada air baku, bozem, kolam peminihan dan meja
kristalisasi di tambak garam. *Zona Laut : Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi
Kelautan*, 14-22. <https://doi.org/10.62012/zl.v4i1.25771>
- Widigdo, B., Hariyadi, S., Iswantari, A., & Pangaribuan, A. (2021). Evaluasi kualitas
air danau hias crown golf, jakarta utara berdasarkan kandungan n dan p.
Habitus Aquatica, 1(2), 28. <https://doi.org/10.29244/haj.1.2.28>
- Ashari, I. A., Setiawan, R. A., & Nisa, K. (2020). Sistem informasi deteksi dini gas
amonia di lingkungan peternakan menggunakan perangkat wireless sensor
network. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi*, 1(2), 7-10.
<https://doi.org/10.35960/ikomti.v1i2.573>
- Najibulloh, M., Ulupi, N., & Salundik, S. (2020). Pengaruh daur ulang litter terhadap
kualitas litter dan udara dalam pemeliharaan broiler. *Livestock and Animal
Research*, 18(2), 107. <https://doi.org/10.20961/lar.v18i2.42932>
- Wijayanti, K. A. N., Murwantoko, M., & Istiqomah, I. (2021). Struktur komunitas
plankton pada air kolam ikan lele yang berbeda warna. *Jurnal Perikanan
Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 45. <https://doi.org/10.22146/jfs.62733>
- Ardhaneswari, M., & Wispriyono, B. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Akibat
Paparan Senyawa Nitrat dan Nitrit Pada Air Tanah di Desa Cihambulu Subang.
Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 21(1), 65–72.
<https://doi.org/10.14710/jkli.21.1.65-72>
- Cao, Y., Yuan, S., Meng, L., Wang, Y., Hai, Y., Su, S., Ding, W., Liu, Z., Li, X., & Luo,
M. (2023). Recent Advances in Electrocatalytic Nitrate Reduction to Ammonia:
Mechanism Insight and Catalyst Design. *ACS Sustainable Chemistry &
Engineering*, 11(21), 7965–7985.
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c01084>
- Dewi, S. N., Joko, T., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Analisis Risiko Kesehatan
Lingkungan Pencemaran Nitrat (No3) Pada Air Sumur Gali Di Kawasan
Pertanian Desa Tumpukan Kecamatan Karangdowo Kabupaten Klaten. *Jurnal
Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 204–212.

- Ding, T. T., Du, S. L., Huang, Z. Y., Wang, Z. J., Zhang, J., Zhang, Y. H., Liu, S. S., & He, L. S. (2021). Water quality criteria and ecological risk assessment for ammonia in the Shaying River Basin, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 215(December 2020), 112141. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112141>
- Feng, W., Wang, C., Lei, X., Wang, H., & Zhang, X. (2020). Distribution of nitrate content in groundwater and evaluation of potential health risks: A case study of rural areas in Northern China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249390>
- Handayani, M., Rahayu, D. D., Azizah, F., Ikrla, I., Faradilla, I. T., Nabilah, R., & Sulistiyorini, D. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Nitrat Pada Air Sumur Warga Kota Depok. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 2(1), 14–20. <https://doi.org/10.36086/jsl.v2i1.1143>
- Juhaidah, S. (2018). Pengelolaan Sampah TPA Tamangapa Kota Makassar. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, 8(0341), 1–112.
- Kiara, S. (2024). Impact of Agricultural Practices on Nitrate Pollution in Groundwater in India. *International Journal of Environmental Sciences*, 7(2), 1–13. <https://doi.org/10.47604/ijes.2636>
- Kim, K., Zagalskaya, A., Ng, J. L., Hong, J., Alexandrov, V., Pham, T. A., & Su, X. (2023). Coupling nitrate capture with ammonia production through bifunctional redox-electrodes. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36318-1>
- Li, X., & Yang, L. (2022). Urinary exosomes: Emerging therapy delivery tools and biomarkers for urinary system diseases. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 150(March), 113055. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113055>
- Liang, L., Zhang, L., Liu, C., Zhu, J., & Wang, D. (2023). Groundwater Nitrate Contamination in Arid Areas of Haidong. *Water (Switzerland)*, 15(23), 1–15. <https://doi.org/10.3390/w15234067>
- Liu, M. J., Miller, D. M., & Tarpeh, W. A. (2023). Reactive Separation of Ammonia from Wastewater Nitrate via Molecular Electrocatalysis. *Environmental Science & Technology Letters*, 10(5), 458–463. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.3c00205>
- Nyirenda, J., & Mwansa, P. M. (2022). Impact of leachate on quality of ground water around Chunga Landfill, Lusaka, Zambia and possible health risks. *Heliyon*, 8(12), e12321. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12321>
- Prabowo, R., & Kusuma Dewi, N. (2017). Kandungan Nitrit Pada Air Sumur Gali Di

- Kelurahan Meteseh, Kecamatan. Tembalang Kota Semarang. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.26877/bioma.v5i1.1490>
- Quoie, G. D. S., Bavumiragira, J. P., & Kromah, V. (2024). Advancements in Catalysts for Electrochemical Nitrate Reduction: A Sustainable Approach for Mitigating Nitrate Pollution: A Review. *Modern Research in Catalysis*, 13(01), 1–28. <https://doi.org/10.4236/mrc.2024.131001>
- Sharma, K., Rajan, S. dan Nayak, S.K. (2023) “Water pollution: Primary sources and associated human health hazards with special emphasis on rural areas,” *Water Resources Management for Rural Development: Challenges and Mitigation*, hal. 3–14. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18778-0.00014-3>.
- Standar Nasional Indonesia No. 03-3241-1997 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA
- Sun, J., Garg, S., Xie, J., Zhang, C., & Waite, T. D. (2022). Electrochemical Reduction of Nitrate with Simultaneous Ammonia Recovery Using a Flow Cathode Reactor. *Environmental Science & Technology*, 56(23), 17298–17309. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c06033>
- Syafarida, U. Y., Jati, D. R., & Sulastri, A. (2022). Analisis hubungan konstruksi sumur gali dan sanitasi lingkungan terhadap jumlah bakteri coliform dalam air sumur gali (studi kasus: desa pal ix, kecamatan sungai kakap). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 437–444. <https://doi.org/10.14710/jil.20.3.437-444>
- Syafii, M., Ashar, T. dan Nurmaini, N. (2024) “Analysis of Cadmium Contamination in Well Water Around the Terjun Landfill Medan Marelan District,” *Contagion: Scientific Periodical Journal of Public Health and Coastal Health*, 6(1), hal. 101. <https://doi.org/10.30829/contagion.v6i1.18727>
- Wang, J., Zhou, W., Zhao, M., & Guo, X. (2023). *Water quality assessment and pollution evaluation of surface water sources : The case of Weishan and Luoma Lakes , Xuzhou ,. 32.*
- Wahyuningsih, S. and Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929>
- Xue, Y., Yu, Q., Ma, Q., Chen, Y., Zhang, C., Teng, W., Fan, J., & Zhang, W. (2022). Electrocatalytic Hydrogenation Boosts Reduction of Nitrate to Ammonia over Single-Atom Cu with Cu(I)-N3C1 Sites. *Environmental Science & Technology*, 56(20), 14797–14807. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c04456>
- Yena, S., & Pochai, N. (2020). Groundwater-quality assessment models with total nitrogen transformation effects. *Mathematics and Statistics*, 8(2), 210–219.

<https://doi.org/10.13189/ms.2020.080217>

Zaini, M. S. I., Hasan, M., & Zolkepli, M. F. (2022). Urban landfills investigation for leachate assessment using electrical resistivity imaging in Johor, Malaysia. *Environmental Challenges*, 6(November 2021), 100415. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100415>