



Analisis Kualitas Air Sungai Ranowangko Sebagai Dampak Kegiatan Peternakan

Ferdinand R. Pantungan^{#a}, Herawaty Riogilang^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado Indonesia

^aferdinandpantungan027@student.unsrat.ac.id, ^bhera28115@gmail.com, ^clianyhendratta@yahoo.co.id

Abstrak

Sungai Ranowangko merupakan sumber daya air yang memiliki peran penting bagi masyarakat sekitar, namun aktivitas peternakan babi di daerah aliran sungai (DAS) berpotensi meningkatkan beban pencemaran yang berdampak pada kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Ranowangko dengan mengukur parameter fisik dan kimia, yaitu pH, Total Suspended Solids (TSS), Fecal Coliform, Nitrat, Nitrit, dan Fosfat, serta membandingkan hasilnya dengan baku mutu air kelas 2 berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter pH, Nitrat, Nitrit, dan Fosfat masih berada dalam kisaran yang diperbolehkan sesuai baku mutu. Namun, konsentrasi TSS di lokasi SR-1 melebihi batas yang ditetapkan, yang mengindikasikan adanya pencemaran akibat limbah peternakan. Selain itu, keberadaan Fecal Coliform mengonfirmasi potensi kontaminasi mikrobiologis yang dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat. Temuan ini menunjukkan perlunya pengelolaan limbah yang lebih efektif untuk mengurangi dampak pencemaran, salah satunya melalui penerapan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum pembuangan ke badan air. Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara berkala diperlukan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem sungai dan melindungi kesehatan masyarakat yang bergantung pada sumber daya air tersebut.

Kata kunci: kualitas air, pencemaran, Sungai Ranowangko, limbah peternakan, Total Suspended Solids

1. Pendahuluan

Sungai Ranowangko, yang terbentuk dari gabungan beberapa anak sungai di Kota Tomohon, Sulawesi Utara, memiliki peran vital dalam menopang kehidupan masyarakat, khususnya dalam penyediaan air untuk pertanian, industri, dan domestik (Gleick, 2014; Wardhana, 2017). Namun, berkembangnya aktivitas peternakan di daerah aliran sungai (DAS) menimbulkan kekhawatiran terhadap penurunan kualitas air akibat pencemaran limbah yang kaya akan nutrien seperti nitrogen dan fosfor, yang dapat menyebabkan eutrofikasi serta kontaminasi mikrobiologis oleh bakteri patogen (Suthar et al., 2009; Setiawan et al., 2020). Pembuangan limbah tanpa pengolahan memadai berisiko meningkatkan kadar Total Suspended Solids (TSS), Nitrat, Nitrit, Fosfat, dan Fecal Coliform di sungai (Yustiani, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Ranowangko dengan membandingkan parameter fisik dan kimia terhadap baku mutu air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Dengan hulu yang berasal dari Gunung Lokon dan Gunung Mahawu, wilayah sekitar sungai ini didominasi oleh aktivitas pertanian dan peternakan yang berpotensi memengaruhi ekosistem perairan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah peternakan berkontribusi terhadap peningkatan kadar nitrogen dan fosfor di badan air, berdampak pada kualitas air serta ekosistem akuatik (Galloway et al., 2003; Karyadi & Hartono, 2018). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai dampak spesifik aktivitas peternakan di DAS Ranowangko serta menawarkan rekomendasi pengelolaan limbah yang lebih efektif guna menjaga keberlanjutan ekosistem sungai dan kualitas air bagi masyarakat.

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pertumbuhan kegiatan peternakan babi di sekitar DAS Sungai Ranowangko memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan?
2. Bagaimana kualitas air Sungai Ranowangko ditinjau berdasarkan parameter pH, TSS, Fecal Coliform, Nitrat, Nitrit, Fosfat?
3. Bagaimana hasil analisis kualitas air Sungai Ranowangko yang terkena dampak kegiatan peternakan dalam kaitannya dengan PP No. 22 Tahun 2021 baku mutu air kelas 2?

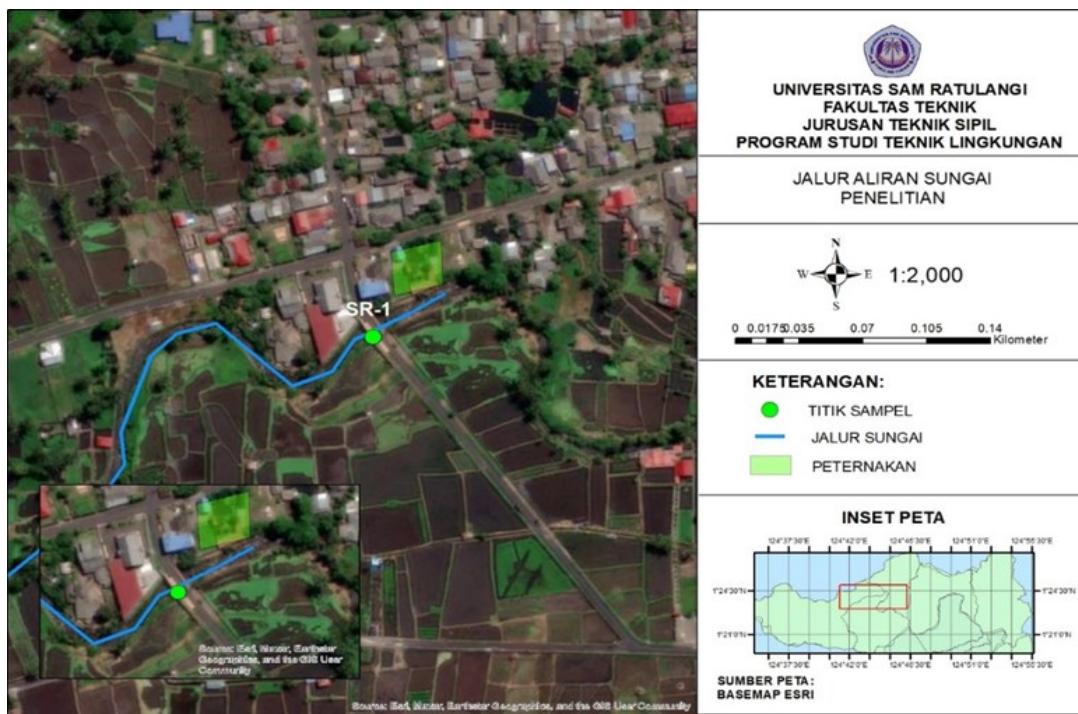
1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi pertumbuhan kegiatan peternakan babi di sekitar DAS Sungai Ranowangko memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan.
2. Menganalisis kualitas air Sungai Ranowangko berdasarkan parameter pH, TSS, Fecal Coliform, Nitrat, Nitrit, Fosfat
3. Mengevaluasi hasil analisis kualitas air Sungai Ranowangko yang dipengaruhi oleh Kegiatan peternakan dan membandingkannya dengan standar baku mutu air kelas 2 sesuai PP No. 22 Tahun 2021.

2. Metode

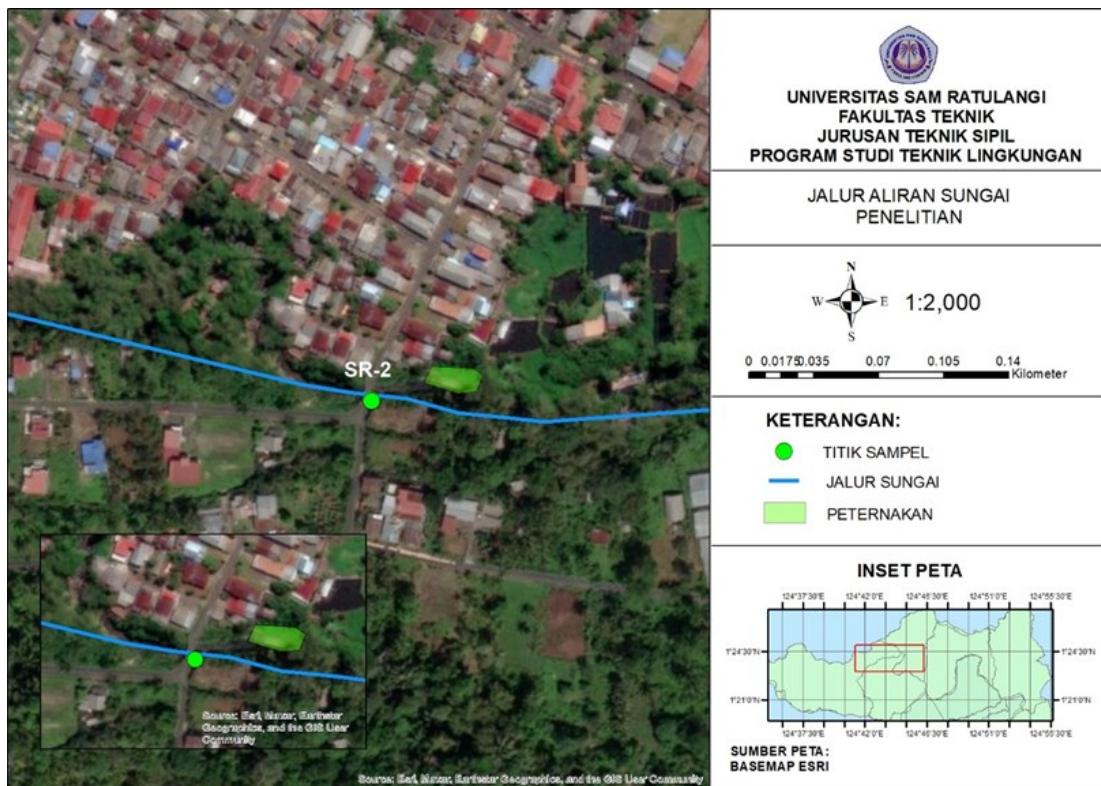
2.1. Lokasi Penelitian

Titik 1 di Desa Kayawu (SR-1) Sampling titik 1 (SR-1) dilakukan didekat Jembatan Kayawu, Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon pada Koordinat N: 01° 19' 38.4"; E: 124° 48' 15.6"; Lebar ± 6 m dan dalam 1m. Aktivitas masyarakat di sekitar lokasi pantau berupa pemukiman, pertanian dan peternakan.



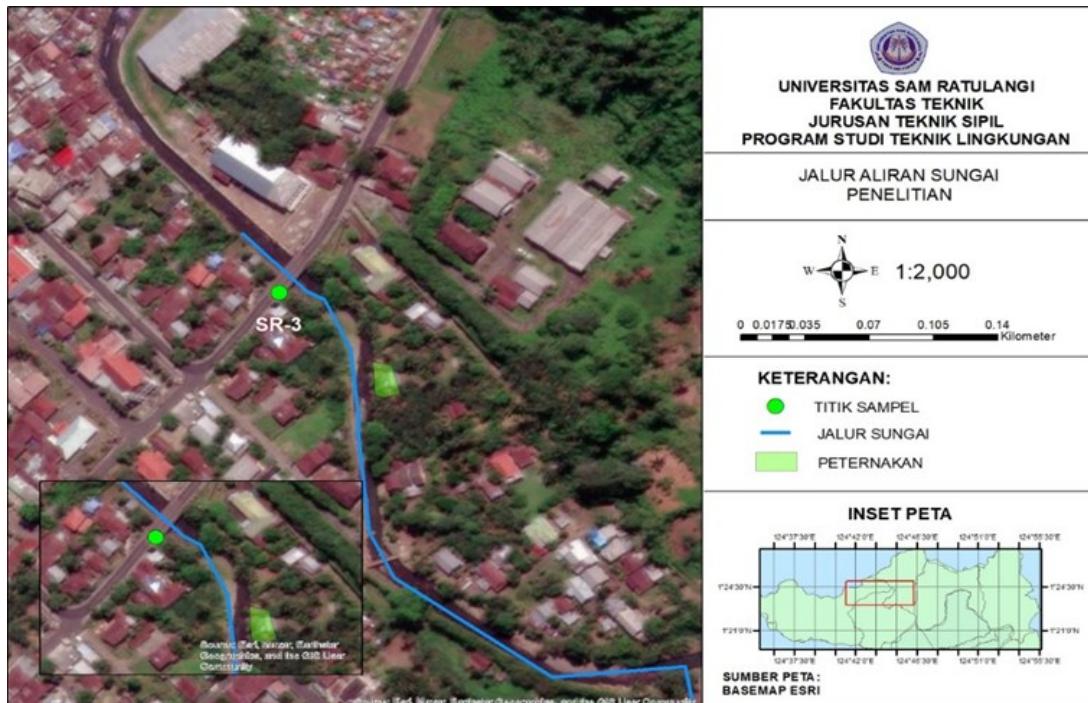
Gambar 1. Titik Sampling I di Desa Kayawu (SR-1)

Titik 2 di Desa Tara-Tara (SR-2) Pertemuan anak sungai dari tara-tara dengan sungai Ranowangko. Sampling dilakukan di Jembatan Ranowatu Tara-Tara lingkungan VIII, Kecamatan Tomohon Barat pada Koordinat : N: 01° 19' 26.0"; E: 124° 46' 10.7"; Lebar ± 5 m dan dalam ± 80cm, Aktifitas masyarakat cukup tinggi dengan kegiatan pertanian, peternakan babi.



Gambar 2. Titik Sampling II di Desa Tara Tara (SR-2)

Titik SR-3 (Jembatan Paniki, Desa Tanawangko, Kec. Tombariri, Kab. Minahasa) Sungai Ranowangko di titik ini memiliki lebar ± 8 m dan kedalaman $\pm 1,9$ m. Lokasi berada di sekitar permukiman dan peternakan sebelum bermuara ke Teluk Manado. Koordinat: N $01^{\circ} 23' 45.1''$; E $124^{\circ} 40' 56.7''$.



Gambar 3. Titik Sampling III di Jembatan Paniki Ranowangko (SR-3)

2.2 Metode Pengumpulan Data

a) Data Primer:

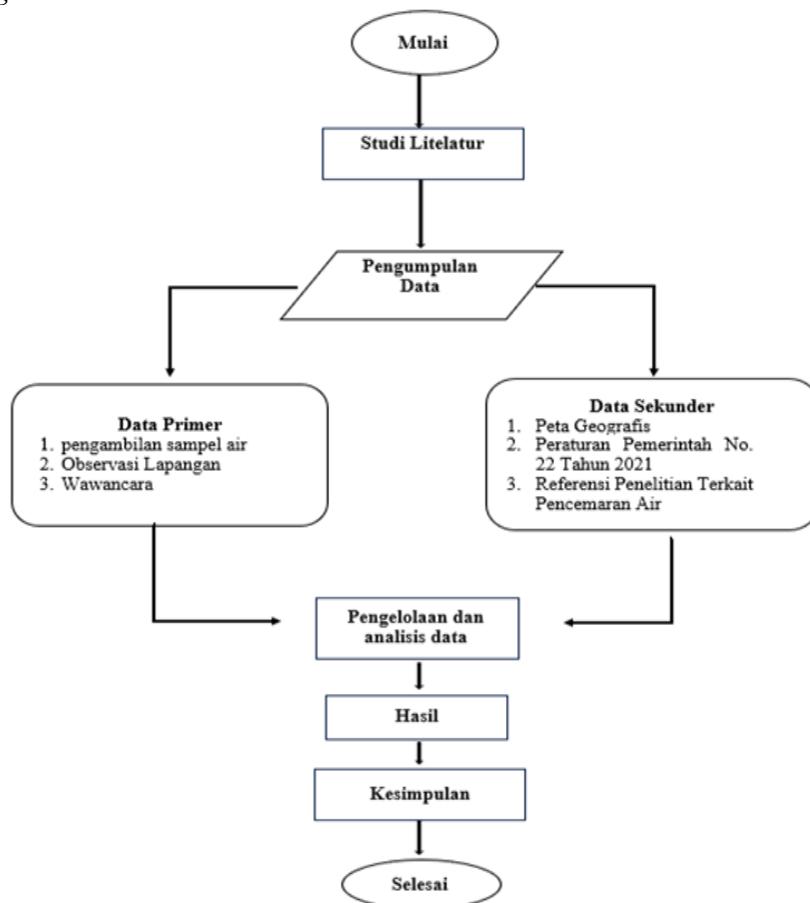
1. Hasil pengambilan sampel air di tiga titik Sungai Ranowangko (hulu, tengah, dan hilir) yang dilakukan sesuai dengan prosedur standar. Pengukuran meliputi parameter kualitas air seperti pH, TSS, Coliform Fecal, Nitrat, Nitrit dan Fosfat
2. Survey lapangan mengenai kondisi lingkungan di sekitar lokasi pengambilan sampel, seperti cuaca, aktivitas manusia, dan perubahan fisik sungai.
3. Wawancara masyarakat setempat yang memiliki peternakan babi di sekitaran Lokasi penelitian

b) Data Sekunder:

Data yang diambil dari sumber yang sudah ada, seperti:

1. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air kelas 2 sebagai standar acuan untuk kualitas air Sungai Ranowangko.
2. Penelitian dan referensi ilmiah tentang pencemaran air akibat kegiatan peternakan
3. Peta wilayah Sungai Ranowangko dan lokasi peternakan babi

2.3 Kerangka Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Kegiatan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pertumbuhan Kegiatan Peternakan Babi di sekitar DAS Sungai Ranowangko mempengaruhi Keseimbangan Ekosistem Perairan

Penelitian ini menganalisis dampak aktivitas peternakan terhadap kualitas air Sungai Ranowangko. Sampel diambil dari tiga lokasi, yaitu Jembatan Desa Kayawu, Jembatan Ranowatu Tara Tara, dan Jembatan Paniki di Desa Tanawangko. Peternakan babi di sekitar lokasi memelihara sekitar 40 ekor dengan kandang permanen dan sistem pembuangan limbah langsung ke sungai tanpa pengolahan. Limbah cair dan padat dari kandang mencemari sungai,

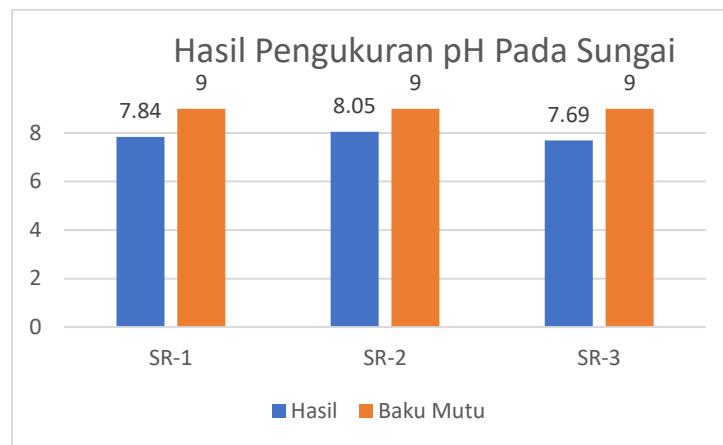
meningkatkan risiko pencemaran organik. Observasi menunjukkan air sungai keruh dengan indikasi tingginya bahan tersuspensi dan kemungkinan pencemar dari aktivitas peternakan serta pertanian. Aroma limbah organik tercium di beberapa titik, memperkuat dugaan pencemaran. Kondisi ini menunjukkan adanya tekanan terhadap ekosistem sungai, yang berpotensi menurunkan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat pencemaran berdasarkan parameter fisik dan kimia serta membandingkannya dengan baku mutu air kelas 2 sesuai PP No. 22 Tahun 2021.

3.2. Hasil Analisis Parameter-Parameter pada Lokasi Sungai Ranowangko

Pemantauan kualitas air Sungai Ranowangko dilakukan di tiga lokasi. Titik SR-1 berada di Jembatan Kayawu, Desa Kayawu, Kecamatan Tomohon Utara (N: $01^{\circ} 19' 38.4''$; E: $124^{\circ} 48' 15.6''$). Titik SR-2 terletak di Jembatan Ranowatu Tara-Tara, Desa Tara-Tara, Kecamatan Tomohon Barat (N: $01^{\circ} 19' 26.0''$; E: $124^{\circ} 46' 10.7''$). Titik SR-3 berada di Jembatan Paniki Ranowangko, Desa Tanawangko, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa (N: $01^{\circ} 23' 45.1''$; E: $124^{\circ} 40' 56.7''$). Sungai ini melewati kawasan permukiman, peternakan, dan bermuara ke Teluk Manado.

Tabel 1. Hasil Pengukuran kandungan pH

NO	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	$1^{\circ}19'38''\text{N}$ $124^{\circ}48'16''\text{E}$	SR-1	7.84	6 - 9	-
2	$1^{\circ}19'02''\text{N}$ $124^{\circ}46'29''\text{E}$	SR-2	8.05	6 - 9	-
3	$1^{\circ}23'43''\text{N}$ $124^{\circ}40'58''\text{E}$	SR-3	7.69	6 - 9	-

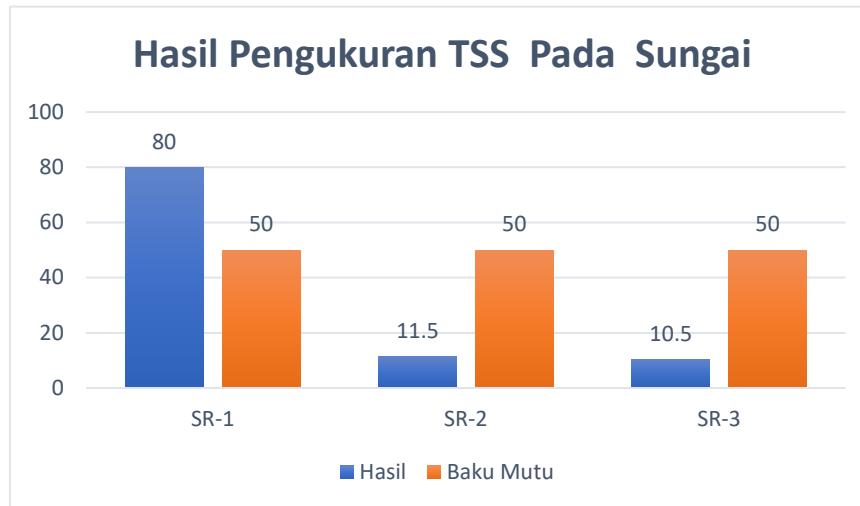


Gambar 5. Hasil Pengukuran Kandungan pH

Analisis pH di tiga titik menunjukkan nilai 7.84 (SR-1), 8.05 (SR-2), dan 7.69 (SR-3), masih dalam baku mutu (6–9). pH adalah ukuran asam atau basa air (0–14), di mana <7 asam, 7 netral, dan >7 basa. Fluktuasi ini dipengaruhi oleh limbah peternakan, pertanian, dan bahan organik. SR-2 lebih tinggi akibat dekomposisi organik, sedangkan SR-3 lebih rendah, kemungkinan karena limbah anorganik. Jika pH terlalu tinggi, dapat menyebabkan stres pada biota air dan meningkatkan toksisitas amonia, sedangkan jika terlalu rendah, dapat meningkatkan kelarutan logam berat yang beracun.

Tabel 2. Hasil Pengukuran kandungan TSS

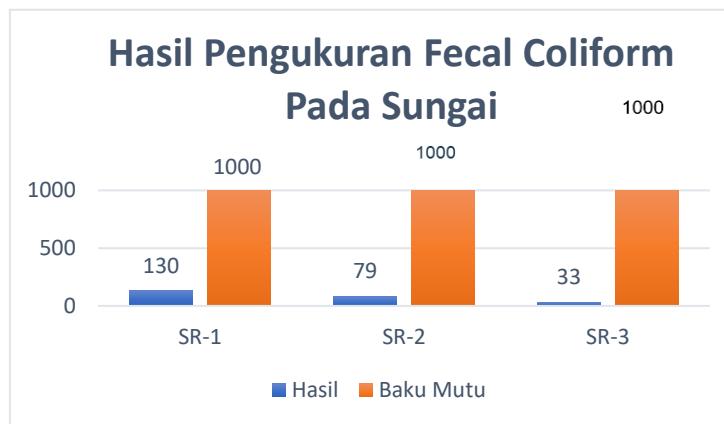
NO	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	$1^{\circ}19'38''\text{N}$ $124^{\circ}48'16''\text{E}$	SR-1	80.0	50	mg/L
2	$1^{\circ}19'02''\text{N}$ $124^{\circ}46'29''\text{E}$	SR-2	11.5	50	mg/L
3	$1^{\circ}23'43''\text{N}$ $124^{\circ}40'58''\text{E}$	SR-3	10.50	50	mg/L

**Gambar 6.** Hasil Pengukuran Kandungan TSS

Nilai TSS di SR-1 (80 mg/L) melebihi baku mutu (50 mg/L), menunjukkan pencemaran akibat limbah peternakan dan limpasan pertanian. TSS (Total Suspended Solids) adalah jumlah partikel tersuspensi dalam air yang dapat mempengaruhi kekeruhan dan kualitas perairan. SR-2 (11.5 mg/L) dan SR-3 (10.5 mg/L) masih dalam batas aman, kemungkinan karena sedimentasi alami dan lebih sedikit input limbah. Jika TSS terlalu tinggi, dapat mengurangi penetrasi cahaya, mengganggu fotosintesis, dan menurunkan kualitas habitat akuatik.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kandungan Fecal Coliform

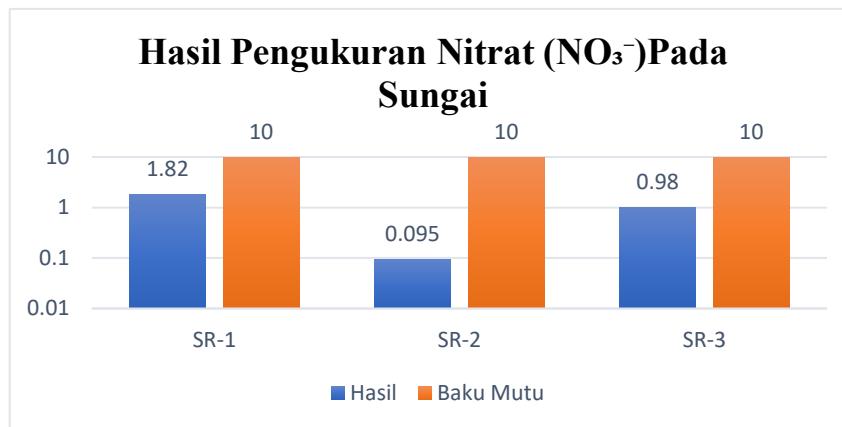
	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°19'38"N 124°48'16"E	SR-1	130	1000	MPN/100 ml
2	1°19'02"N 124°46'29"E	SR-2	79	1000	MPN/100 ml
3	1°23'43"N 124°40'58"E	SR-3	33	1000	MPN/100 ml

**Gambar 7.** Hasil Pengukuran Kandungan Fecal Coliform

Nilai Fecal coliform di SR-1 (130 MPN/100 mL), SR-2 (79 MPN/100 mL), dan SR-3 (33 MPN/100 mL) masih dalam baku mutu (≤ 1000 MPN/100 mL). Fecal coliform adalah indikator pencemaran biologis yang menunjukkan adanya kontaminasi dari limbah tinja hewan atau manusia. Variasi ini dipengaruhi oleh limbah peternakan dan pertanian. SR-1 memiliki kadar tertinggi akibat kontaminasi lebih besar, sementara SR-2 dan SR-3 lebih rendah karena proses dekomposisi dan pencucian limbah lebih efektif. Jika kadar fecal coliform terlalu tinggi, dapat meningkatkan risiko penyebaran patogen yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan ekosistem.

Tabel 4. Hasil Pengukuran kandungan Nitrat (NO_3^-)

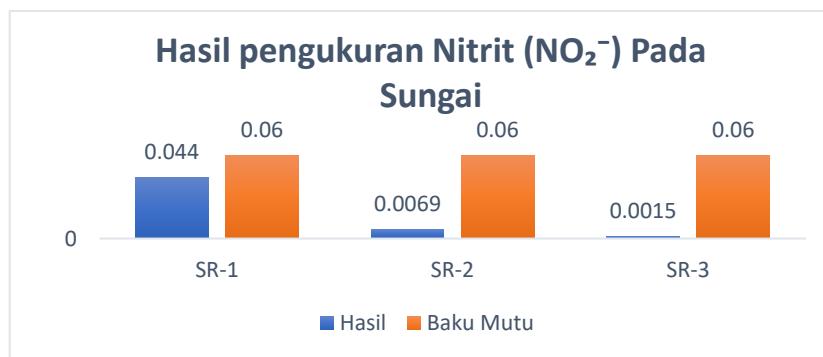
NO	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°19'38"N 124°48'16"E	SR-1	1.82	10	mg/L
2	1°19'02"N 124°46'29"E	SR-2	0.095	10	mg/L
3	1°23'43"N 124°40'58"E	SR-3	0.98	10	mg/L

**Gambar 8.** Hasil Pengukuran Kandungan Nitrat (NO_3^-)

Nilai Nitrat di SR-1 (1.82 mg/L), SR-2 (0.095 mg/L), dan SR-3 (0.98 mg/L) masih dalam baku mutu ($\leq 10 \text{ mg/L}$). Nitrat adalah senyawa yang berasal dari dekomposisi bahan organik, pupuk, dan limbah peternakan, yang dapat mempengaruhi kualitas air. Fluktuasi ini dipengaruhi oleh limbah peternakan dan pertanian. SR-1 memiliki kadar tertinggi akibat limbah lebih banyak, sementara SR-2 dan SR-3 lebih rendah karena penguraian lebih efisien. Jika kadar nitrat terlalu tinggi, dapat menyebabkan eutrofikasi yang memicu pertumbuhan alga berlebihan dan menurunkan kadar oksigen dalam air.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kandungan Nitrit (NO_2^-)

	Titik Koordinat	Kode Sampel	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°19'38"N 124°48'16"E	SR-1	0.044	0.06	mg/L
2	1°19'02"N 124°46'29"E	SR-2	0.0069	0.06	mg/L
3	1°23'43"N 124°40'58"E	SR-3	<0.0015	0.06	mg/L

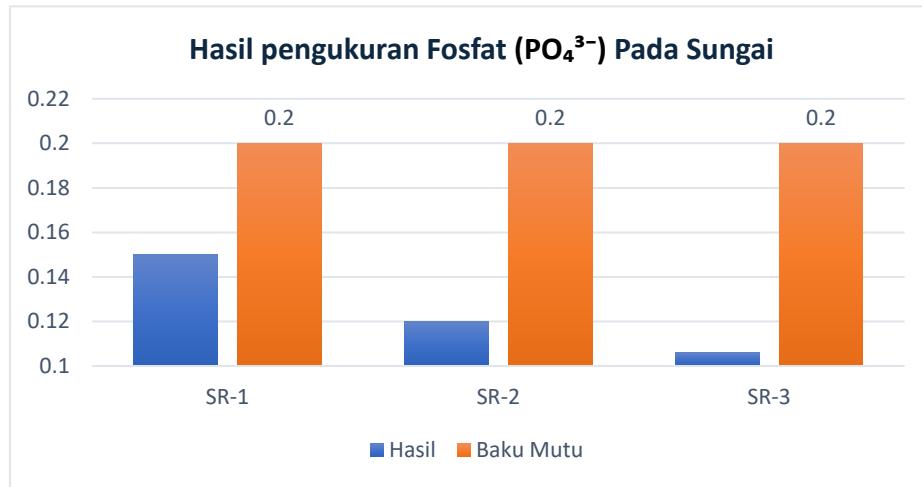
**Gambar 9.** Hasil Pengukuran Kandungan Nitrit (NO_2^-)

Nilai Nitrit di SR-1 (0.044 mg/L), SR-2 (0.0069 mg/L), dan SR-3 (<0.0015 mg/L) masih dalam baku mutu ($\leq 0.06 \text{ mg/L}$). Nitrit adalah senyawa antara dalam siklus nitrogen yang berasal

dari dekomposisi bahan organik dan limbah, serta dapat beracun bagi organisme air dalam konsentrasi tinggi. Variasi ini dipengaruhi oleh limbah peternakan dan pertanian, dengan SR-1 memiliki kadar tertinggi akibat limbah lebih banyak, sementara SR-2 dan SR-3 lebih rendah karena penguraian lebih efisien. Jika kadar nitrit terlalu tinggi, dapat mengganggu sistem pernapasan biota air dan meningkatkan risiko toksitas dalam ekosistem perairan."

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kandungan Total Fosfat (PO_4^{3-})

	Titik Koordinat	Kode Sampel	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°19'38"N 124°48'16"E	SR-1	0.150	0.2	mg/L
2	1°19'02"N 124°46'29"E	SR-2	0.120	0.2	mg/L
3	1°23'43"N 124°40'58"E	SR-3	0.106	0.2	mg/L



Gambar 10. Hasil Pengukuran Kandungan Total Fosfat (PO_4^{3-})

Analisis total fosfat di tiga titik sampling menunjukkan nilai 0.150 mg/L (SR-1), 0.120 mg/L (SR-2), dan 0.106 mg/L (SR-3), masih dalam batas aman ($\leq 0.2 \text{ mg/L}$) sesuai standar kualitas air. Fosfat adalah nutrien yang berasal dari limbah organik, pupuk, dan aktivitas peternakan yang dapat memicu pertumbuhan alga jika berlebihan. Aktivitas peternakan babi, pertanian, dan perikanan dapat mempengaruhi kadar fosfat melalui limbah organik dan pupuk.

3.3. Hasil Evaluasi Analisis Kualitas Air dan Perbandingan dengan Baku Mutu air kelas 2 sesuai PP No. 22 Tahun 2021

Tabel 7. Analisis Perbandingan Parameter pH

Lokasi	Hasil Analisis	Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2)	Evaluasi
SR-1 (Hulu)	7,84	6-9	Kadar pH di SR-1, SR-2, dan SR-3 masih dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2
SR-2 (Tengah)	8,05		
SR-3 (Hilir)	7,69		

Tabel 8. Analisis Perbandingan Parameter TSS

Lokasi	Hasil Analisis	Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2)	Evaluasi
SR-1 (Hulu)	80,0	50 mg/L	
SR-2 (Tengah)	11,5		
SR-3 (Hilir)	10,5		Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di SR-1 (Hulu) melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 50 mg/L. Hal ini mengindikasikan adanya potensi pencemaran, yang berasal dari limbah peternakan babi dan di sekitar sungai. Sementara itu, kadar parameter di SR-2 (Tengah) dan SR-3 (Hilir) masih berada dalam batas aman.

Tabel 9. Analisis Perbandingan Parameter Fecal Coliform

Lokasi	Hasil Analisis	Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2)	Evaluasi
SR-1 (Hulu)	130	1000 MPN/100 mL	
SR-2 (Tengah)	79		
SR-3 (Hilir)	33		Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di SR-1 (Hulu), SR-2 (Tengah), dan SR-3 (Hilir) masih berada dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 1000 MPN/100 mL. Namun, meskipun nilai yang terukur tidak melebihi ambang batas, hasil di SR-1 (Hulu) menunjukkan adanya indikasi kontaminasi organik yang dapat berasal dari limbah domestik, peternakan, atau aktivitas lain di sekitar sungai.

Tabel 10. Analisis Perbandingan Parameter Nitrat (NO_3^-)

Lokasi	Hasil Analisis	Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2)	Evaluasi
SR-1 (Hulu)	1,82	10 mg/L	
SR-2 (Tengah)	0,095		
SR-3 (Hilir)	0,98		Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di SR-1 (Hulu), SR-2 (Tengah), dan SR-3 (Hilir) masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 10 mg/L.

Tabel 11. Analisis Perbandingan Parameter Nitrit (NO_2^-)

Lokasi	Hasil Uji Lab.	Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2)	Evaluasi
SR-1 (Hulu)	0,044	0,06 mg/L	Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di SR-1 (Hulu), SR-2 (Tengah), dan SR-3 (Hilir) masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 0,06 mg/L.
SR-2 (Tengah)	0,0069		
SR-3 (Hilir)	<0,0015		

Tabel 12. Analisis Perbandingan Parameter Fosfat

Lokasi	Hasil Uji Lab.	Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2)	Evaluasi
SR-1 (Hulu)	0,150	0,2 mg/L	Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di SR-1 (Hulu), SR-2 (Tengah), dan SR-3 (Hilir) masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 0,2 mg/L.
SR-2 (Tengah)	0,120		
SR-3 (Hilir)	0,106		

4. Kesimpulan

- Penelitian di Sungai Ranowangko menunjukkan bahwa pertumbuhan kegiatan peternakan babi di sekitar DAS Sungai Ranowangko memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan akibat pembuangan limbah langsung ke sungai, yang menyebabkan peningkatan TSS di SR-1
- Hasil Analisis Kualitas Air Di Ketiga Lokasi (SR1, SR2, SR3) Untuk Parameter pH=7.84, 8.05, 7.69 Tss= 80.00, 11.5, 10.50 Fecal Coliform= 130, 79, 33 Nitrat= 1.82, 0.095, 0.98 Nitrit= 0.044, 0.0069, <0,0015 Fosfat= 0.150, 0.120, 0.106.
- Evaluasi hasil analisis menunjukkan bahwa parameter TSS di SR-1 (80 mg/L) mengalami peningkatan yang melebihi baku mutu 50 mg/L sesuai Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Kelas 2, Sementara parameter pH (7,69–8,05), Fecal Coliform (maksimal 130 MPN/100 mL), Nitrat (maksimal 1,82 mg/L), Nitrit (maksimal 0,044 mg/L), dan Fosfat (maksimal 0,150 mg/L) di semua titik lokasi sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan.

Referensi

- Lukas, G. R. N., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2024). Analisis kontaminan bakteri *Escherichia coli* di Sungai Maruasey. *TEKNO*, 22(89).
- Hendratta LA, Laurentia SC, Koh D, Mangangka I, Thambas A, Sumanti F, et al. Tondano Lake management - Environmental issues and integrated counter measurements. *Environ Ecol Res*. 2024;12(5):480-491.
- Dengo, V. A., Mangangka, I., & Legrans, R. (n.d.). *Perencanaan anaerobic baffled reactor (ABR) sebagai unit pengolahan air limbah peternakan babi di Desa Rambunan Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa*. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sertiteny, S., & Yudono, A. R. A. (2024). *Analisis Kualitas Air Permukaan Akibat Limbah Peternakan Menggunakan Metode CCME WQI di Kalurahan Wijimulyo, Kapanewon Nanggulan, DIY*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Dengo, D. F., Sumarauw, J. S. F., & Tangkudung, H. (2016). *Analisis Neraca Air Sungai Ranowangko*. *TEKNO*, 14(65), 1-10. ISSN: 0215-9617.
- Pariyadi, E., Mahmud, M., & Alitu, A. (2022). *Indeks Pencemaran Air Sungai untuk Kebutuhan Air Bersih Masyarakat (Studi Kasus Kelurahan Donggala Kota Gorontalo)*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

- Palit, F. A. (2020). *Evaluasi Kajian Kualitas Air, Status Mutu Serta Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Sangkub di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara Provinsi Sulawesi Utara*. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Bobby,
- Anonim. (1991). *Kualitas Air Sungai dan Dampak Pencemaran*. Diakses dari <https://example.com/kualitas-air-sungai-dan-dampak-pencemaran> pada tanggal 10 Agustus 2024.
- Wiwoho, M. (2005). *Daerah Aliran Sungai dan Kualitas Air*. Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press.
- PP 38 Tahun 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Suriawiria, A. (2003). *Pencemaran Air Sungai dan Dampaknya terhadap Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Appamsi, A. (2023). *Air: Sumber Daya Alam yang Paling Penting*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- J. V. Polii, MS. sebagai Ketua Komisi dan Wiske C. Rotinsulu, SP., MES., PhD. sebagai Anggota.