

Analisis Kadar Nutrient (Phosphor dan Nitrogen) Pada Air Sungai Tondano Akibat Operasional Bendungan Kuwil

Mariska V. L. Singal¹, Roski R. I. Legrans¹, Isri R. Mangangka¹,

¹) Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado,
Indonesiae-mail : mariskasingal39@gmail.com

Abstrak

Sungai Tondano merupakan sungai skala prioritas nasional yang berperan sebagai sumber air (PDAM Manado), penyedia Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), dan irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Tondano berdasarkan kandungan nutrient Phosphor (P) dalam bentuk senyawa total fosfat dan Nitrogen (N) dalam bentuk senyawa nitrat, nitrit, dan ammonia sebelum dan sesudah Bendungan Kuwil. Kemudian data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dibandingkan dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar nutrient untuk konsentrasi total fosfat, nitrat, nitrit, dan ammonia masih memenuhi baku mutu. Hasil perbandingan kadar nutrient sebelum dan sesudah Bendungan Kuwil menunjukkan terjadinya kenaikan dan penurunan konsentrasi total fosfat, nitrat, nitrit, dan ammonia. Bendungan Kuwil-Kawangkoan memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kualitas air. Namun kualitas air mengalami penurunan setelah menuju aliran titik pengambilan sampel selanjutnya dikarenakan pengaruh kegiatan domestic dan kegiatan memancing di sekitar titik pengambilan sampel air.

Kata Kunci: Sungai Tondano, Bendungan Kuwil, Kadar Nutrient, Kualitas Air Sungai

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan tempat atau wadah pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi oleh garis sempadan yang berperan sebagai sumber air bersih yang vital bagi kehidupan makhluk hidup. Sungai memiliki peran penting sebagai penyedia air dan wadah air untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, sanitasi lingkungan, pertanian, industri, pariwisata, olah raga, pertahanan, perikanan, pembangkit tenaga listrik, transportasi dan kebutuhan lainnya. Sungai Tondano merupakan sungai skala prioritas nasional yang memiliki peran penting sebagai sumber air (PDAM Manado), penyedia PLTA, dan irigasi. Sebagian besar beban pencemar yang masuk pada perairan Sungai Tondano berasal dari kegiatan manusia seperti limbah domestic, pertanian, kegiatan industri dan kegiatan lain di daerah aliran sungai. Pencemaran sungai Tondano berkaitan dengan terdapatnya kandungan E-coli dan Deterjen akibat kegiatan domestic maupun pemanfaat masyarakat seperti mandi, mencuci, dan lain-lain disepadan sungai maupun daerah perkotaan yang secara langsung memanfaatkan areal sungai.

Bendungan Kuwil-Kawangkoan terletak di Desa Kawangkoan, Kecamatan Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara. Bendungan ini memiliki sumber air dari aliran sungai Tondano. Bendungan dengan kapasitas tampung sebesar 26,89 juta m³, dengan luas genangan 157 Ha dan tinggi bendungan 67 m, dimanfaatkan sebagai penyedia air baku untuk Kota Manado, Kabupaten Minahasa Utara, dan Kota Bitung, pengendali banjir untuk Kota Manado dan sekitarnya, dan sebagai penyedia energy listrik tenaga mikrohidro untuk masyarakat sekitar. Bendungan yang dibangun dengan salah satu tujuan untuk menahan dan menampung aliran air dari Sungai Tondano menyebabkan air yang tertampung pada bendungan mengalami sedimentasi. Bahan pencemar yang tidak larut dalam air nantinya akan diserap oleh bahan tersuspensi yang kemudian mengendap pada sedimen bendungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas air Sungai Tondano berdasarkan kandungan nutrient Phosphor (P) dalam bentuk senyawa total fosfat dan Nitrogen (N) dalam bentuk

senyawa nitrat, nitrit, dan ammonia serta membandingkan kadar nutrient (phosphor dan nitrogen) pada aliran Sungai Tondano terhadap standar baku mutu air sungai menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Penelitian ini dilakukan pada tiga titik lokasi, yaitu Jl. Tol Manado – Bitung, Rap-rap, Kecamatan Airmadidi, area Bendungan Kuwil-Kawangkoan, dan Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan. Pengambilan sampel air Sungai Tondano dilakukan sebanyak satu kali pada bulan Maret 2024. Pengujian terhadap kandungan nutrient (phosphor dan nitrogen) dilakukan dengan melakukan pengujian phosphor dalam bentuk senyawa total fosfat dan pengujian nitrogen dalam bentuk senyawa nitrat, nitrit, dan ammonia. Kemudian hasil penelitian dikaji berdasarkan standar baku mutu air sungai menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

2. LANDASAN TEORI

2.1. *Kualitas Air*

Kualitas air adalah suatu kondisi kualitatif yang dapat diukur dengan menggunakan parameter dan teknik tertentu sesuai dengan peraturan pemerintah yang berlaku. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2020 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, mutu air merupakan suatu kondisi kualitas air yang dapat diukur dan/atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan. Baku mutu air merupakan ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energy, atau komponen yang ada dan harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya (Undang-Undang Republik Indonesia No. 32/2009).

2.2. *Pencemaran Air*

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

2.3. *Phosphor (P)*

Fosfor adalah unsur kimia yang ditemukan di bumi dalam berbagai bentuk senyawa, seperti ion fosfat yang terletak di air, tanah, dan sedimen. Elemen fosfor di alam tidak berdiri sendiri, melainkan selalu berkombinasi dengan elemen lain membentuk senyawa fosfat (Johnston dan Steen dalam Bahri, 2016). Sumber fosfor di perairan dan sedimen adalah deposit fosfor, industri, limbah domestic, aktivitas pertanian dan pertambangan batuan fosfat serta penggundulan hutan (Ruttenberg dalam Rumhayati, 2010). Pada umumnya fosfat yang terdapat dalam suatu perairan berasal dari kotoran manusia atau hewan, sabun, industri, dan detergen (Ngibad, 2019). Rahman dan Rizal (2016) menyebutkan bahwa selain dari hanyutan pupuk dan limbah domestic, hancuran bahan organik dan mineral fosfat berpengaruh terhadap konsentrasi fosfat (Inayati et al., 2020).

2.4. *Nitrogen (N)*

Nitrogen merupakan unsur hara yang diperlukan beberapa jenis tanaman air. Nitrogen merupakan elemen penting karena reaksi biologi dapat berlangsung hanya jika tersedia nitrogen yang cukup. Nitrogen dapat berada dalam bentuk gas N_2 yang segera berubah menjadi senyawa nitrit, nitrat, ammonium, dan ammonia. Nitrat merupakan hasil oksidasi akhir dari nitrogen. Nitrat biasa ditemukan di air yang menguap, air tanah, air permukaan dan air akuakultur (Hoya, 2021). Nitrit terbentuk dari proses nitrifikasi dari peralihan ammonia menjadi nitrat, proses denitrifikasi dari nitrat menjadi gas

nitrogen. Akumulasi nitrit dapat terjadi akibat dari tidak seimbangnya kecepatan perubahan nitrit menjadi nitrat. Ikatan nitrogen dalam air sangat mudah berubah bentuknya. Nitrogen organik berupa asam amino, protein, dan urea, bentuk-bentuk tersebut mengalami transformasi sebagai bagian dari siklus nitrogen. Senyawa nitrogen organik dapat ditransformasi menjadi nitrogen ammonium dan dioksida menjadi nitrogen nitrat dan nitrit dalam sistem biologis.

2.5. Bendungan

Bendungan adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2015 tentang Bendungan, operasi bendungan dilakukan dengan mengatur keluaran air waduk guna pemenuhan kebutuhan air di hilir, pengendalian banjir, dan pengamanan bendungan pada keadaan darurat atau luar biasa.

Pembangunan bendungan mengubah variasi banjir, mengubah aliran di hilir, dan mempengaruhi limpasan secara keseluruhan sehingga kondisi hidrologi akan berubah (Baumgartner dalam Wang X, dkk. 2022). Berkurangnya aliran air dan waktu tinggal yang lebih lama, reservoir menjadi tempat penyerap material partikulat yang mengakibatkan pengendapan partikulat dan sedimentasi ke sedimen reservoir (Okuku, 2018). Waduk dapat dianggap sebagai kolam fakultatif, dimana angin membantu pencampuran dan oksigenasi dari kolam air. Proses oksigenasi ini akan berkontribusi terhadap degradasi bahan organik dan transformasi kimia senyawa nitrogen dari bentuk tereduksi menjadi teroksidasi (Faleschini dan Esteves dalam Alam, dkk., 2016).

3. METODE

Dalam penelitian ini analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder yang digunakan berupa data-data yang diperoleh dari literature berupa referensi jurnal dan buku, laporan, peta serta Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Data primer yang digunakan diperoleh dari hasil observasi langsung serta pengambilan sampel air sungai untuk dibawa dan diukur di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado.

Data diperoleh dari hasil uji laboratorium air Sungai Tondano di sekitar Bendungan Kuwil-Kawangkoan. Kemudian data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dibandingkan dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Analisis pengujian air Sungai Tondano dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengujian Kadar Nutrient

No.	Parameter	Metode Uji	Standar Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021
1.	Derajat Keasaman (pH)	SNI 6989.11:2019	6-9
2.	Fosfat Total sebagai P	SNI 6989-31:2021	0,2 mg/L
3.	Nitrat sebagai N	SNI 3554:2015	10 mg/L
4.	Nitrit sebagai N	SNI 06-6989.9-2004	0,06 mg/L
5.	Ammonia	SNI 06-6989.30-2005	0,1 mg/L

3.1 Lokasi Penelitian

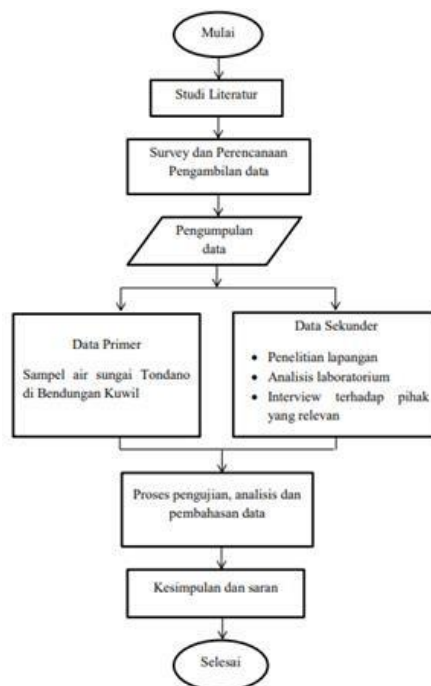


Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

Titik pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik Sungai Tondano dengan mempertimbangkan kemudahan akses, biaya dan waktu sehingga ditentukan titik-titik yang mewakili lokasi sungai. Pada penelitian ini, lokasi pengambilan sampel air Sungai Tondano dimulai dari titik 1 yang berlokasi di Jl. Tol Manado – Bitung, Rap-rap, Kecamatan Airmadidi, Kabupaten Minahasa Utara, titik 2 berlokasi di Bendungan Kuwil-Kawangkoan, dan titik 3 berlokasi di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat, Minahasa Utara. Sampel air sungai dianalisa di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado.

3.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai dengan gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian dan Analisis Kadar Nutrient

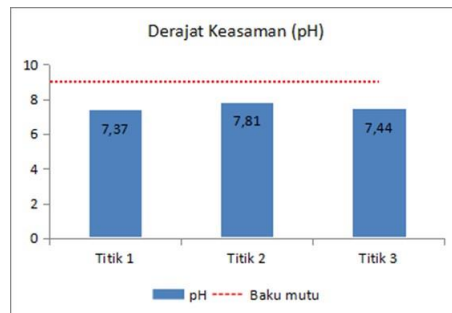
Pengujian sampel air Sungai Tondano dilaksanakan di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado dengan total sampel yaitu 3 sampel. Pengambilan sampel air Sungai Tondano dilakukan sebanyak satu kali pada Bulan Maret 2024.

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Tondano

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis		
			Titik 1 (Sebelum Bendungan)	Titik 2 (Area Bendungan)	Titik 3 (Sesudah Bendungan)
pH		6-9	7,37	7,81	7,44
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	40	8	6	4
Total Fosfat	mg/L	0,2	0,02	<0,003	<0,003
Nitrat	mg/L	10	0,6	0,2	0,5
Nitrit	mg/L	0,06	0,01	0,004	0,002
Ammonia	mg/L	0,1	0,06	0,04	0,05

4.1.1. Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran pH menunjukkan bahwa pH air di titik 1 (sebelum bendungan) yang berlokasi di daerah Rap-rap, Kecamatan Airmadidi memiliki nilai pH 7.37, pada titik 2 (area bendungan) yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan memiliki nilai pH 7.81, dan pada titik 3 (sesudah bendungan) berada di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat memiliki nilai pH 7.44.

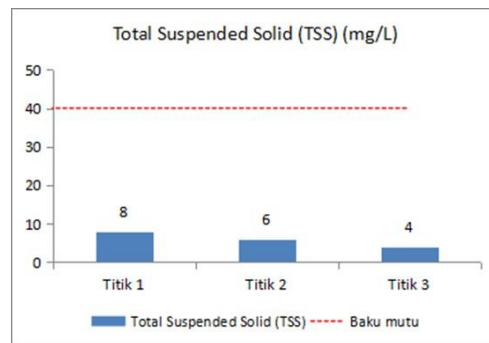


Gambar 3. Hasil Analisa Derajat Keasaman (pH)

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai pH air sungai Tondano masih berada pada batas baku mutu air sungai untuk kelas I yaitu dengan nilai 6 – 9.

4.1.2. Total Suspended Solid (TSS)

Dari hasil pengujian TSS di laboratorium, didapatkan nilai pada titik 1 (sebelum bendungan) yang berlokasi di daerah Rap-rap, Kecamatan Airmadidi berkisar 8 mg/L, pada titik 2 (area bendungan) yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan memiliki nilai 6 mg/L dan titik 3 (sesudah bendungan) yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan dan di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat memiliki nilai 4 mg/L.

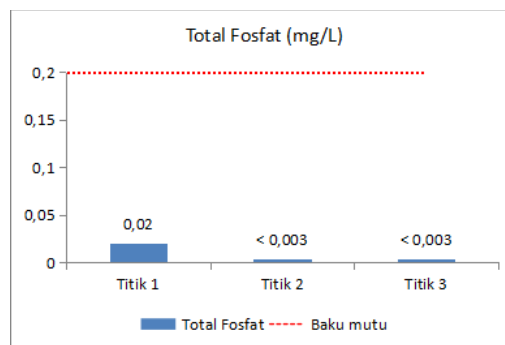


Gambar 4. Hasil Analisa TSS

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa kadar Total Suspended Solid (TSS) pada air sungai untuk kelas I senilai 40 mg/L, kelas II senilai 50 mg/L, kelas III senilai 100 dan untuk kelas IV senilai 400 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar TSS pada sungai Tondano untuk titik 1 (sebelum bendungan) sampai dengan titik 3 (sesudah bendungan) memenuhi standar baku mutu dan aman untuk perairan.

4.1.3. Total Fosfat

Dari hasil pengujian total fosfat di laboratorium, didapatkan nilai pada titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Rap-rap, Kecamatan Airmadidi berkisar 0,02 mg/L, sedangkan pada titik 2 (dua) dan titik 3 yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan dan di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat memiliki nilai kurang dari limit deteksi atau < 0,003 mg/L.

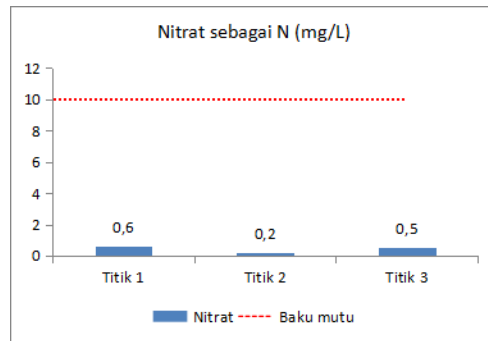


Gambar 5. Hasil Analisa Total Fosfat

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa kadar total fosfat pada air sungai untuk kelas I dan kelas II senilai 0,2 mg/L dan untuk kelas III senilai 1,0 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar total fosfat pada sungai Tondano untuk titik 1 (satu) sampai dengan titik 3 (tiga) memenuhi standar baku mutu dan aman untuk perairan.

4.1.4. Nitrat

Dari hasil pengujian nitrat di laboratorium, kadar nitrat pada titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Rap-rap, Kecamatan Airmadidi berkisar 0.6 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan memiliki konsentrasi 0.2 mg/L, dan pada titik 3 (tiga) berada di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat sekitar 0.5 mg/L.

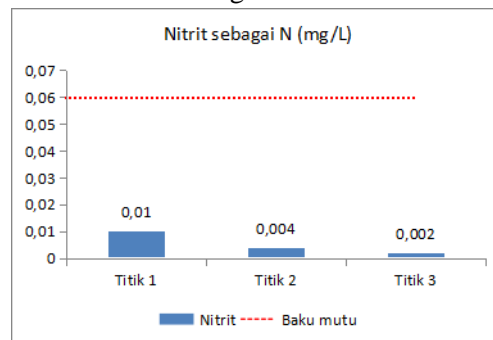


Gambar 6. Hasil Analisa Nitrat

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, klasifikasi mutu air sungai untuk parameter nitrat kelas I dan kelas II senilai 10 mg/L dan untuk kelas III dan IV senilai 20 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar nitrat pada sungai Tondano untuk titik 1 (satu) sampai dengan titik 3 (tiga) memenuhi standar baku mutu dan aman untuk perairan.

4.1.5. Nitrit

Dari hasil pengujian nitrit di laboratorium, kadar nitrit pada titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Rap-rap, Kecamatan Airmadidi sebesar 0.01 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan memiliki konsentrasi 0.004 mg/L, dan pada titik 3 (tiga) berada di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat sebesar 0.002 mg/L.

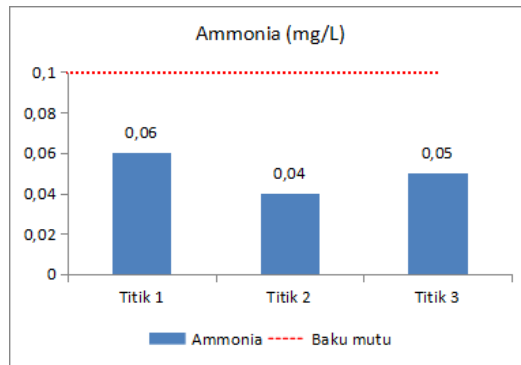


Gambar 6. Hasil Analisa Nitrit

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, klasifikasi mutu air sungai untuk parameter nitrit kelas I, kelas II dan kelas III senilai 0,06 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar nitrit pada sungai Tondano untuk titik 1 (satu) sampai dengan titik 3 (tiga) memenuhi standar baku mutu dan aman untuk perairan.

4.1.6. Ammonia

Dari hasil pengujian amonia di laboratorium didapatkan kadar amonia pada titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Rap-rap, Kecamatan Airmadidi sebesar 0.06 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi di Bendungan Kuwil Kawangkoan memiliki konsentrasi 0.04 mg/L, dan pada titik 3 (tiga) berada di Jl. Kuwil – Kalawat, Kawangkoan, Kalawat sebesar 0.05 mg/L.

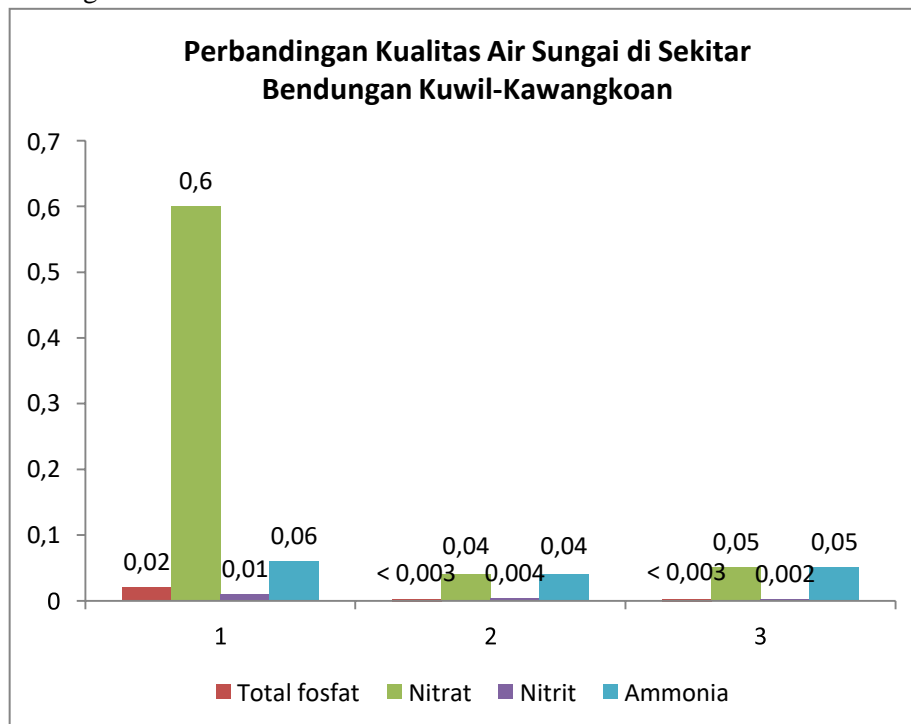


Gambar 6. Hasil Analisa Ammonia

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, klasifikasi mutu air sungai untuk parameter ammonia kelas I senilai 0.1 mg/L, kelas II senilai 0.2 mg/L dan kelas III senilai 0.5 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar ammonia pada sungai Tondano untuk titik 1 (satu) sampai dengan titik 3 (tiga) memenuhi standar baku mutu dan aman untuk perairan.

4.2. Perbandingan Kualitas Air Sungai Tondano Sebelum dan Sesudah Bendungan Kuwil

Setelah dilakukan pengujian terhadap sampel air, selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap kualitas air sungai Tondano sebelum dan sesudah Bendungan Kuwil-Kawangkoan. Parameter yang digunakan untuk membandingkan kualitas air yaitu nitrat, nitrit, ammonia, dan fosfat. Hasilperbandingan dari kualitas air di sungai Tondano sebelum dan sesudah Bendungan Kuwil-Kawangkoan sebagai berikut.



Gambar 4. Perbandingan Kualitas Air Sungai Tondano Sebelum dan Sesudah Bendungan Kuwil

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, kandungan nutrient tertinggi berada pada titik 1 yaitu pada aliran sungai sebelum bendungan. Tingginya kandungan nutrient dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di sekitar sungai seperti limbah pertanian dan limbah domestic dari masyarakat dan kegiatan pariwisata Riverside Dinamunen. Menurut Syawal et al., (2016), beberapa kegiatan antropogenik

berpotensi untuk memasukkan nitrat kedalam aliran sungai. Beberapa kegiatan antropogenik itu antara lain: kegiatan pertanian, rumah tangga, dan industri (Gurusinga et al., 2022). Menurut Sutamihardja et al., (2018) dalam Gurusinga et al., (2022), terjadinya peningkatan fosfat terjadi karena beberapa hal seperti peningkatan fosfat dari pelapukan batuan serta masuknya bahan pencemar ke badan air.

Hasil pengujian kadar nutrient terendah berada pada area bendungan. Dengan membandingkan beberapa parameter seperti pH, total fosfat, nitrat, nitrit, dan ammonia menunjukkan bahwa Bendungan Kuwil-Kawangkoan telah menurunkan kadar nutrient pada aliran sungai Tondano. Lin (2011) menyebutkan bahwa pembangunan bendungan dapat menghambat air dari hulu dan menyebabkan pencemaran air terperangkap di bendungan. Bendungan Kuwil-Kawangkoan dibangun dengan salah satu tujuan yaitu untuk menahan dan menampung aliran air dari sungai Tondano. Air yang tertampung pada bendungan ini akan mengalami sedimentasi. Proses sedimentasi ini membawa serta bahan-bahan pencemar yang tidak larut dalam air, seperti lumpur, pasir, dan bahan pencemar lainnya mengendap di dasar bendungan. Turunnya kandungan nutrient pada area bendungan disebabkan oleh mengendapnya bahan pencemar yang tidak larut dalam air pada sedimen bendungan. Sedangkan penurunan nilai nitrat, nitrit, dan ammonia dipengaruhi oleh proses nitrifikasi dan denitrifikasi, yaitu proses biologis dalam siklus nitrogen. Nitrifikasi adalah proses konversi ammonia menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri nitrifikasi, yaitu bakteri Nitrosomonas yang mengubah ammonia menjadi nitrit dan bakteri Nitrobacter yang mengubah nitrit menjadi nitrat. Proses ini terjadi pada kondisi aerobik, dimana oksigen dibutuhkan sebagai akseptor electron. Pada kondisi oksigen yang rendah dapat mendorong proses denitrifikasi dari nitrat dan nitrit menjadi ammonium dan ammonia (Fitriadi dkk, 2021). Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat menjadi gas nitrogen oleh bakteri denitrifikasi. Proses ini terjadi pada kondisi anaerobic, dimana oksigen tidak tersedia. Nitrifikasi dapat dipengaruhi oleh nilai pH, dimana pada kondisi pH 7 dan 8 aktivitas nitrifikasi dalam tingkat optimal. Hal ini memperkuat pernyataan Boyd (1995) bahwa proses nitrifikasi paling optimal terjadi pada pH 7 – 8 (Agustiyani, 2017).

Hasil pengujian untuk titik 3 yang berada pada aliran sungai sesudah bendungan diketahui bahwa kandungan nutrient mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh kegiatan masyarakat yang memancing di sekitar aliran sungai serta masuknya bahan pencemar ke aliran sungai. Luna et al., (2002) menegaskan bahwa peningkatan waktu tinggal hidrolis di waduk memudahkan proses sedimentasi dan dekomposisi senyawa organik yang memungkinkan terjadinya proses pembersihan. Selain itu, aliran air di Bendungan Kuwil-Kawangkoan lebih lambat dibandingkan dengan aliran air sungai sehingga menyebabkan stagnasi air, dimana air di bendungan tidak memiliki pertukaran air yang cukup dengan air di aliran sebelum bendungan. Stagnasi air dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen dan nutrisi di Bendungan. Namun air yang sampai pada hilir sungai mengalami penurunan kualitas air karena adanya bahan cemar dari permukiman manusia dan industri tanpa pengolahan terdahulu sebelum dibuang ke aliran sungai (Alam et al., 2016).

4.3. Strategi Pengendalian Penemaran Nutrient Pada Air Sungai

Strategi pengendalian pencemaran nutrient pada air sungai merupakan upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air dan atau pemulihan kualitas air sesuai dengan keadaan alamnya, sehingga kualitas air sungai tetap sesuai dengan fungsinya. Strategi yang dapat dilakukan untuk pengendalian pencemaran air sungai, yaitu:

- Pengawasan dan pembinaan dilakukan terhadap penanggung jawab usaha yang kegiatannya berpotensi mencemari lingkungan.
- Pengolahan limbah domestik dengan menggunakan metode Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL) dan sistem pengolahan lahan basah.
- Peningkatan peran serta masyarakat dalam upaya pengendalian pencemaran air melalui kegiatan pembinaan dan penyuluhan untuk meningkatkan pemahaman dan perubahan perilaku masyarakat dalam kegiatan sanitasi, penggunaan pupuk dan pestisida serta dalam pengolahan limbah sehingga pencemaran dapat berkurang.
- Pemantauan kualitas air secara berkala dapat membantu dalam menjaga kelestarian air sungai.

- Pengendalian pencemaran industri dengan menetapkan standar emisi yang lebih ketat bagi industri untuk membatasi pelepasan fosfat dan nitrogen ke perairan serta mendorong industri untuk menggunakan teknologi ramah lingkungan yang dapat meminimalkan pencemaran air.
- Pengurangan penggunaan pupuk kimia.
- Penanaman vegetasi pada lahan bantaran sungai untuk mencegah terjadinya erosi di tepian sungai, menjaga aliran sungai pada kondisi alami, mengurangi limpasan dan sebagai filter nutrient dalam aliran air yang masuk ke sungai.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan berikut diperoleh dari hasil analisis yang dilakukan :

- Berdasarkan hasil analisis laboratorium didapatkan hasil konsentrasi parameter di tiap titik sampling Sungai Tondano untuk kadar nutrient (phosphor dan nitrogen) dengan pengujian terhadap phosphor dalam bentuk senyawa total fosfat sebelum bendungan 0,02 mg/L, pada area bendungan dan sesudah bendungan <0,003 mg/L dan untuk nitrogen dalam bentuk senyawa nitrat sebelum bendungan 0,6 mg/L, area bendungan 0,2 mg/L, dan sesudah bendungan 0,5 mg/L, kadar nitrit sebelum bendungan 0,01 mg/L, area bendungan 0,004 mg/L, dan sesudah bendungan 0,002 mg/L, kadar ammonia sebelum bendungan 0,06 mg/L, pada area bendungan 0,04 mg/L, dan sesudah bendungan 0,05 mg/L.
- Berdasarkan hasil uji kualitas air sungai Tondano di sekitar Bendungan Kuwil-Kawangkoan menunjukkan bahwa kadar phosphor dalam bentuk senyawa total fosfat dan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrat, nitrit, dan ammonia memenuhi standar baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, dengan hasil pengukuran pH 7,37 – 7,81 (Baku Mutu 6 – 9), Total fosfat <0,003 mg/L – 0,02 mg/L (Baku Mutu 0,2 mg/L), Nitrat 0,2 mg/L – 0,6 mg/L (Baku Mutu 10 mg/L), Nitrit 0,002 mg/L – 0,01 mg/L (Baku Mutu 0,06 mg/L), dan Amonia 0,04 mg/L – 0,06 mg/L (Baku Mutu 0,1 mg/L).
- Hasil perbandingan kualitas air Sungai Tondano sebelum dan sesudah Bendungan Kuwil-Kawangkoan menunjukkan terjadinya kenaikan dan penurunan kadar phosphor dalam bentuk senyawa total fosfat dan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrat, nitrit, dan ammonia. Penurunan nilai total fosfat sekitar 85%, nilai nitrat sekitar 66%, nilai nitrit sekitar 60%, dan nilai ammonia sekitar 33%. Bendungan Kuwil-Kawangkoan memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kualitas air Sungai Tondano. Namun kualitas air mengalami penurunan setelah menuju aliran sesudah bendungan dikarenakan pengaruh kegiatan domestic dan kegiatan memancing oleh warga di sekitar titik pengambilan sampel air.

5.2 Saran

- a. Parameter yang diuji pada penelitian ini masih sedikit, sehingga diharapkan pada peneliti selanjutnya dapat menambahkan pengukuran lainnya yang berhubungan dengan kualitas air sungai sehingga dapat memberikan hasil dan gambaran yang lebih luas mengenai kualitas pada air sungai Tondano.
- b. Untuk meminimalkan terjadinya penurunan kualitas air sungai perlu adanya pengawasan, monitoring, dan peraturan yang dibuat oleh petugas pengawas lingkungan yang mengatur tentang pembuangan limbah dari aktivitas manusia dan limbah industri di sekitar sungai, agar tidak melewati standar baku mutu kualitas air sungai.
- c. Perlunya peningkatan kesadaran dan peran serta masyarakat untuk menjaga kualitas air sungai dengan tidak membuang limbah/sampah di sekitar sungai agar kualitas air sungai

tetap terjaga dan dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R. A. 2020. *Analisis Kinerja Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Metode MBBR*. Jurusan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Universitas Hasanuddin.
- Alam, O. T. Y., Sarminingsih, A., Nugraha, W. D. 2016. *Pengaruh Waduk Jatibarang Terhadap Kualitas Air Sungai Garang di Intake PDAM Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 5 No. 2
- Azizah, M, dan Humairoh. M. 2015. *Analisa Kadar Amonia (NH₃) Dalam Air Sungai Cileungsi*. Jurnal Nusa Sylva. Vol. 15 No. 1 : 47-54.
- Emilia, I. 2019. *Analisa Kandungan Nitrat dan Nitrit Dalam Air Minum Isi Ulang Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Jurnal Indobiosains. Vol 1 No 1 : 38–44.
- Hendrawan, D. 2005. *Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta*. Jurnal Makara, Teknologi. Vol. 9 No. 1: 13-19.
- Herlambang, A. 2006. *Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya*. Jurnal Air Indonesia. Vol. 2 No. 1.
- Hoya, A.L. 2021. *Pengendalian Pencemaran Akibat Industri di Sungai Sikendil dan Selilin Kabupaten Semarang*.
- Inayati, W., dan Farid, A. 2020. *Analisis Beban Masuk Nutrien Terhadap Kelimpahan Klorofil-A Saat Pagi Hari di Sungai Bancaran Kabupaten Bangkalan*. Jurnal Juvenil. Vol. 1 No. 3 : 406-416.
- Jatiswari, Sri Mulya, Soemeinaboedhy I.N., dan Padusung. 2022. *Studi Status Hara Nitrogen dan Fosfor Pada Endapan Sedimen di Kawasan Bendungan Batujai Lombok Tengah*. Journal of Soil and Management. Vol. 1 Issue 1 : 16-25.
- Kurniawan Agung, 2019. *Dasar-Dasar Analisis Kualitas Lingkungan*. Malang.
- Lin, Qicai. 2011. *Influence of Dams on River Ecosystem and Its Countermeasures*. Journal of Water Resource and Protection. No. 3: 60-66.
- Maridi, Saputra. A., Agustina, P. 2015. *Kajian Potensi Vegetasi dalam Konservasi Air dan tanah di Daerah Aliran Sungai*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sebelas Maret.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2016. *Panduan Pembangunan Perumahan dan Permukiman Perdesaan*. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2017. *Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Tondano-Sangihe-Talau-Miangas*. Jakarta.
- Okuku, E. O., Tole, M., Bouillon, S. 2018. *Role of a cascade of reservoirs in regulating downstream transport of sediment, carbon and nutrients: Case study of tropical arid climate Tana River Basin*. Lakes & Reserv. 2018;1-13.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1990. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990: *Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001: *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Pradipta, Niko. 2016. *Studi Kandungan Nitrogen (N) dan Fosfor (P) Pada Sedimen Mangrove di Wilayah Ekowisata Wonorejo Surabaya dan Pesisir Jenu Kabupaten Tuban*. Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga.
- Mutiara. 2015. *Distribusi Nitrat dan Fosfat di Perairan Ekosistem Padang Lamun Pulau Derawan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo.
- Said, N. I., dan Sya'bani, M. R. 2014. *Penghilangan Amoniak di Dalam Air Limbah Domestik dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*. Universitas Mulawarman.

- Suswanti, Indri, Sutamihardja RTM., dan Arrisujaya, D., 2019. *Potensi Senyawaan Nitrogen dan Fosfat Pada Pencemaran Sungai Ciliwung Hulu Kota Bogor*. Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa. Vol. 9 No. 1: 11-21.
- Supriyanto, G., dan Issa, T. R. 2017. *Inovasi dan Pengembangann Teknologi Moving Bed Bioreactor (MBBR) Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik, Rumah Sakit dan Industri*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Wang, X., Chen, Y., Yuan, Q., Xing, X., Hu, B., Gan, J., Zheng, Y., Liu, Y. 2022. *Effect of River Damming on Nutrient Transport and Transformation and Its Countermeasures*. Frontiers in Marine Science. 9:1078216.
- Wei, G. L., Yang, Z. F., Cui, B. S., Li, B., Chen, H., Bai, J. H., Dong, S. K. 2008. *Impact of Dam Construction on Water Quality and Water Self-Purification Capacity of the Lancang River, China*. Water Resour Manage 23:1736-1780.
- Widiardja, A.R., Tri Nuraini, R.A., dan Wijayanti, D.P. 2021. *Kesuburan Perairan Berdasarkan Kandungan Nutrien pada Ekosistem Mangrove Desa Bedono, Demak*. Journal of Marine Research. Vol. 10 No. 1: 64-71.
- Yanti, N. D. 2016. *Penilaian Kondisi Keasaman Perairan Pesisir dan Laut Kabupaten Pengkajene Kepulauan Pada Musim Peralihan I*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
- Yusma, L. A. A., Khairah, N., Fanfiana, R. O., Rekasawiji, S. S. 2021. *Pencemaran Air*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Mataram.