



Pengaruh Kegiatan Perkebunan Terhadap Kualitas Air Danau Moat Di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur

Gerald Pongoh^{#a}, Herawaty Riogilang^{#b}, Revo L. Inkiriwang^{#c}

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

^ageraldpongoh027@student.unsrat.ac.id, ^bherawaty_riogilang@unsrat.ac.id, ^crevink5star@gmail.com

Abstrak

Danau Moat merupakan salah satu sumber daya air penting yang dimanfaatkan masyarakat untuk kebutuhan domestik, perikanan, pariwisata, dan aktivitas lainnya. Namun, meningkatnya aktivitas perkebunan di kawasan daerah tangkapan air berpotensi menimbulkan pencemaran melalui limpasan pupuk kimia/organik, pestisida, limbah sisa panen dan gagal panen serta erosi tanah yang masuk ke badan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Danau Moat dengan mengukur parameter Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO), Total Suspended Solid (TSS), pH, Nitrat (NO_3^-), dan Fosfat (PO_4^{3-}), serta membandingkannya dengan baku mutu air kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar parameter masih berada dalam ambang batas baku mutu. Namun, nilai BOD pada titik I yang berdekatan dengan area perkebunan melebihi standar yang ditetapkan, mengindikasikan tingginya beban bahan organik akibat aktivitas perkebunan. Nilai COD pada titik I tersebut juga berada pada ambang batas, sementara parameter DO, TSS, Nitrat, Fosfat, dan pH relatif memenuhi kriteria kualitas air kelas II. Kondisi ini menunjukkan adanya tekanan pencemaran yang bersumber dari aktivitas perkebunan, terutama melalui limpasan permukaan saat hujan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan lahan dan penerapan sistem konservasi daerah tangkapan air (DTA) secara berkelanjutan guna menjaga keseimbangan ekosistem danau serta menjamin keberlanjutan pemanfaatan sumber daya air bagi masyarakat di sekitar danau moat.

Kata kunci: kualitas air, aktivitas perkebunan, BOD, baku mutu air, Danau Moat

1. Pendahuluan

Danau merupakan sumber daya air yang memiliki peran penting dalam menunjang kehidupan manusia dan menjaga keseimbangan ekosistem perairan (Boyd, 2018; UNEP, 2019). Namun, keberadaan danau rentan terhadap tekanan aktivitas antropogenik, terutama dari sektor pertanian yang berkontribusi terhadap peningkatan beban nutrisi dan pencemaran perairan (FAO, 2017; Carpenter & Bennett, 2016). Danau Moat yang terletak di Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara, merupakan danau alami yang memiliki nilai ekologis dan ekonomi penting bagi masyarakat sekitar. Peningkatan aktivitas perkebunan hortikultura di kawasan sekitar danau dengan penggunaan pupuk kimia, pupuk organik, dan pestisida berpotensi menurunkan kualitas air melalui limpasan permukaan dan erosi tanah (FAO, 2017; Strokal et al., 2016). Masuknya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor ke badan air dapat memicu eutrofikasi yang ditandai dengan peningkatan pertumbuhan alga serta penurunan kadar oksigen terlarut (DO) (Dodds & Smith, 2016; Jarvie et al., 2017). Kondisi tersebut dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan berdampak negatif terhadap organisme akuatik (Paerl & Otten, 2016). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kualitas air Danau Moat berdasarkan parameter fisik, kimia, dan biologis yang meliputi Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), pH, Total Suspended Solids (TSS), Dissolved Oxygen (DO), nitrat (NO_3^-), dan fosfat (PO_4^{3-}), mengacu pada standar mutu air nasional (PP No. 22 Tahun 2021; Effendi, 2016).

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai status mutu air dan menjadi dasar dalam upaya pengelolaan dan konservasi danau secara berkelanjutan.

1.1 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi aktivitas perkebunan di sekitar Danau Moat memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan.
2. Menganalisis kualitas air di danau moat berdasarkan parameter BOD, COD, pH, TSS, DO, Nitrat, dan Fosfat?
3. Mengevaluasi hasil dari Analisis Kualitas Air Danau Moat yang di pengaruhi oleh Aktivitas Perkebunan setelah itu dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, Tentang Baku Mutu Air Kelas 2.

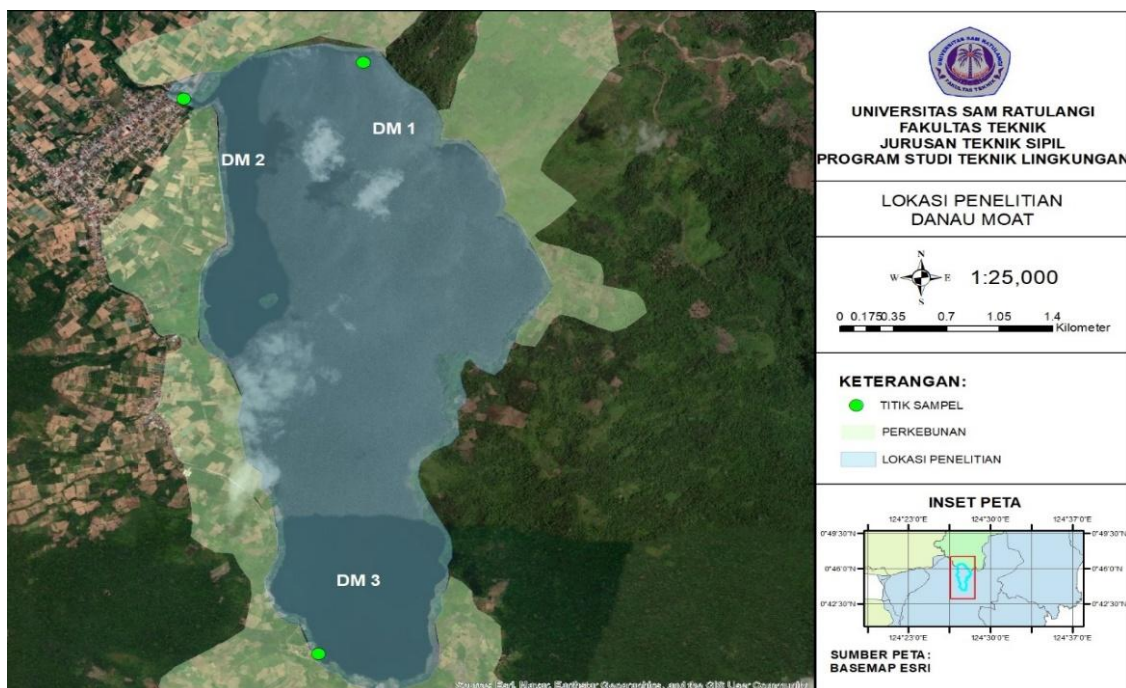
2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Titik 1 (DM-1) terletak di Desa Sinisir Kecamatan Modinding, Kabupaten Minahasa Selatan dengan posisi koordinat N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054", cuaca cerah dengan suhu udarah 23°C, suhu air Danau Moat 27,8°C. Kegiatan yang ada di sekitar Danau Moat disekitar tempat pengambilan sampel yaitu, kegiatan perkebunan, terdapat warga yang memancing, dan warga yang sedang mencuci.

Posisi Titik 2 merupakan Outlet Danau Moat (DM-2) terletak di perbatasan Kabupaten Minahasa Selatan dengan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur di Desa Mokitompia Kecamatan Modayang dengan posisi koordinat N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69", cuaca cerah dengan suhu udarah 23°C, suhu air Danau Moat 27,6°C. Kegiatan yang ada di sekitar Danau Moat disekitar tempat pengambilan sampel yaitu, pemukiman penduduk, kegiatan perkebunan, warga yang memancing, dan tambatan perahu.

Posisi Titik 3 (DM-3) terletak di titik tempat Pariwisata Danau Moat, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dengan posisi koordinat N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42", cuaca cerah dengan suhu udarah 23°C, suhu air Danau Moat 27,7°C. Kegiatan yang ada di sekitar Danau Moat disekitar tempat pengambilan sampel yaitu, tempat wisata Danau Moat, kegiatan perkebunan, terdapat warga yang memancing, tambatan perahu, dan keramba jaring apung.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

2.2 Metode Pengumpulan Data

a) Data Primer:

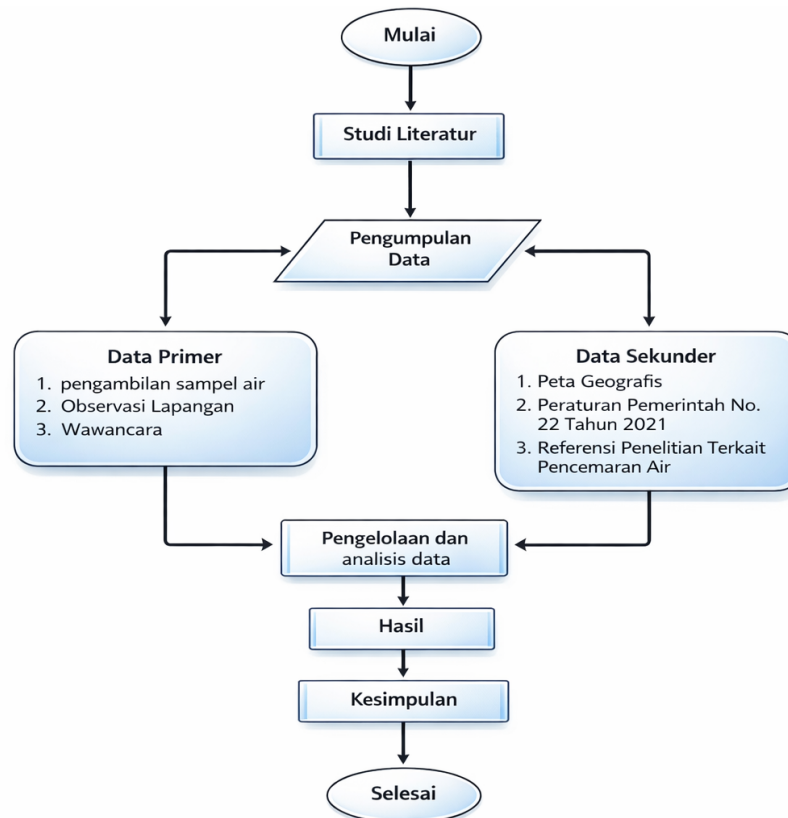
1. Hasil pengambilan sampel air di tiga titik Danau Moat Kecamatan Modayang, Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi utara (Titik 1 Perkebunan, Titik 2 Pemukiman, Titik 3 Pariwisata) yang dilakukan sesuai dengan prosedur standar yang telah ditetapkan. Pengukuran parameter yang di uji meliputi: *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, pH, Padatan Tersuspensi (TSS), Kadar Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*), Kadar Nitrat (NO_3^-), Kadar Fosfat (PO_4^{3-}).
2. Survey lapangan mengenai kondisi lingkungan disekitar lokasi pengambilan sampel, seperti cuaca, aktivitas manusia, dan perubahan fisik Danau.
3. Wawancara Petani setempat yang memiliki Perkebunan di sekitaran Lokasi Penelitian Danau Moat.

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 di Danau Moat.
2. Penelitian dan referensi ilmiah tentang pencemaran air akibat kegiatan Perkebunan.
3. Peta wilayah Danau Moat dan Lokasi Perkebunan.

2.3 Kerangka Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Kegiatan Perkebunan terhadap Kualitas Air di Danau Moat

Aktivitas perkebunan di sekitar Danau Moat memberikan pengaruh nyata terhadap kondisi lingkungan dan kualitas air danau. Sebagian besar lahan di kawasan tangkapan air dimanfaatkan untuk budidaya tanaman hortikultura, seperti kol, cabai, tomat, serta beberapa jenis tanaman tahunan. Pola pengelolaan lahan yang dilakukan masyarakat umumnya masih bersifat tradisional

dan belum memperhatikan prinsip konservasi tanah maupun air.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kimia, pupuk organik dan pestisida masih dilakukan secara intensif, terutama di area lahan yang berdekatan dengan aliran air menuju danau. Ketika terjadi hujan, sisa pupuk dan bahan kimia tersebut terbawa oleh limpasan permukaan (*runoff*) menuju badan air. Kondisi topografi lahan yang relatif miring memperbesar potensi erosi dan aliran sedimen ke dalam danau, yang terlihat dari adanya endapan lumpur di beberapa titik pertemuan aliran kecil dengan danau. Selain limpasan dari lahan, di lapangan juga ditemukan saluran drainase yang berasal dari area perkebunan dan mengalir langsung ke perairan danau tanpa adanya proses pengolahan atau penyaringan terlebih dahulu. Saluran tersebut berfungsi sebagai jalur pembuangan air hujan dan sisa irigasi, namun juga membawa material tanah, residu pupuk, dan sisa pestisida dari lahan pertanian. Air yang mengalir melalui saluran ini tampak keruh dan bermuara hanya beberapa meter dari tepian danau.

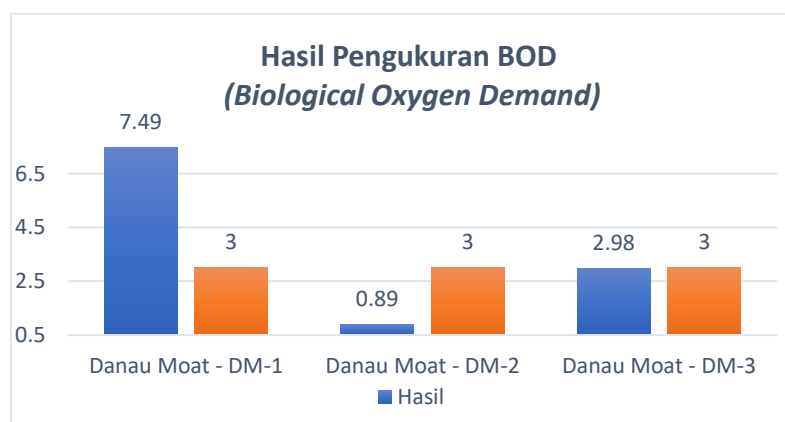
Pada area pengamatan tertentu, ditemukan tanaman kol (kubis) yang gagal panen dan dibiarkan membusuk di lahan perkebunan yang lokasinya sangat dekat dengan danau, yaitu sekitar satu meter dari garis air. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani setempat, tanaman tersebut sengaja tidak dipanen karena harga jual yang sangat rendah, sehingga tidak lagi memberikan keuntungan ekonomi. Sisa tanaman yang dibiarkan membusuk di lapangan berpotensi menambah kandungan bahan organik di sekitar lahan dan dapat terbawa ke danau melalui air hujan atau aliran permukaan. 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 Danau Moat

Posisi Titik 1 (DM-1) terletak di Desa Sinisir Kecamatan Modinding, Kabupaten Minahasa Selatan posisi koordinat (N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054"). Posisi Titik 2 Danau Moat (DM-2) terletak di perbatasan Kabupaten Minahasa Selatan dengan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur di Desa Mokitompia Kecamatan Modayang posisi koordinat (N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69"). Posisi Titik 3 (DM-3) terletak di titik tempat Pariwisata Danau Moat, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur posisi koordinat (N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42").

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kandungan BOD

| NO | Titik Koordinat | Lokasi | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|--------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 7.49 | 3 | Mg/L |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 0.89 | 3 | Mg/L |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 2.98 | 3 | Mg/L |



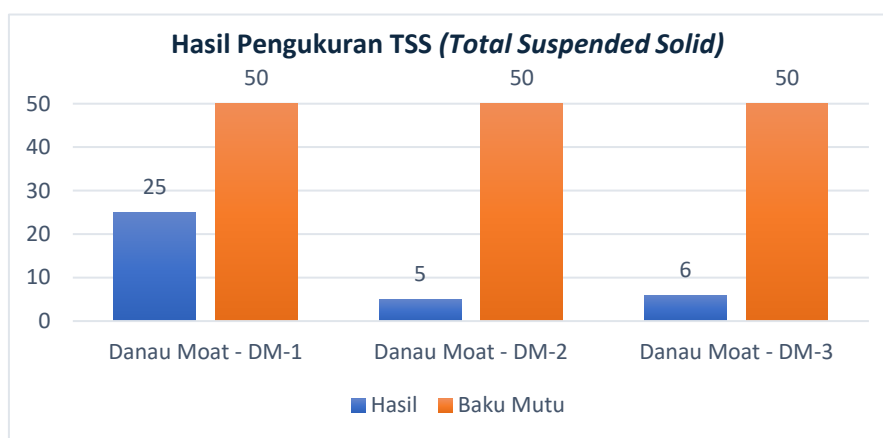
Gambar 3. Hasil Pengukuran Kandungan BOD

Nilai BOD yang diperoleh pada titik DM-1, DM-2, dan DM-3 masing-masing adalah 7,49 mg/L, 0,89 mg/L, dan 2,98 mg/L. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa DM-1 melebihi baku mutu yang berlaku, yaitu 7,49 mg/L, tertinggi karena berada dekat dengan area perkebunan serta

saluran drainase yang langsung mengalirkan limbah ke danau, sehingga meningkatkan kandungan bahan organik terlarut di perairan. Sisa daun, ranting, atau buah, limbah sisa panen yang jatuh ke saluran air terbawa hujan akan terurai di perairan, meningkatkan BOD. Sebaliknya, nilai BOD di DM-2 dan DM-3 masih berada dalam batas aman sesuai baku mutu, yang berarti tingkat pencemaran di kedua titik ini lebih rendah dibandingkan dengan DM-1. BOD yang tinggi mengindikasikan meningkatnya konsumsi oksigen oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik, sehingga oksigen terlarut untuk organisme akuatik berkurang.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kandungan TSS

| NO | Titik Koordinat | Lokasi | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|--------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 25 | 50 | Mg/L |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 5 | 50 | Mg/L |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 6 | 50 | Mg/L |

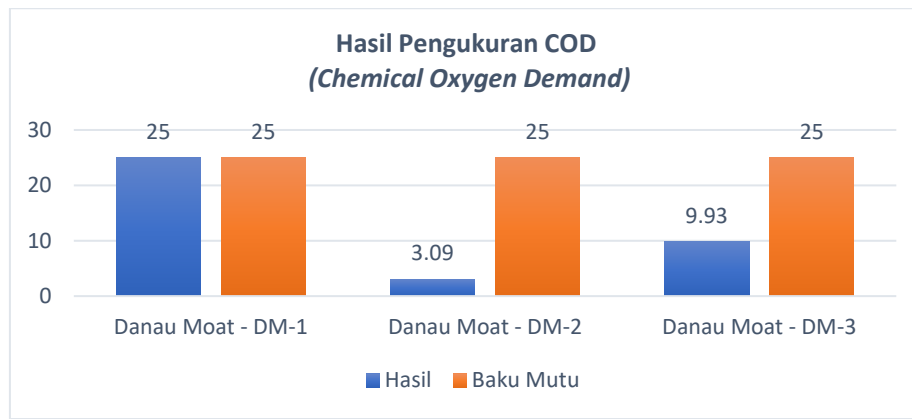


Gambar 4. Hasil Pengukuran Kandungan TSS

Nilai tertinggi terdapat pada DM-1 sebesar 25 mg/L, diikuti DM-3 sebesar 6 mg/L, dan DM-2 sebesar 5 mg/L. Perbedaan nilai ini kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar titik sampling, seperti tingkat kekeruhan air akibat aktivitas perkebunan, erosi tanah, atau aliran air permukaan. Nilai TSS tertinggi terdapat di DM-1 (25 mg/L), yang meskipun masih di bawah baku mutu, relatif lebih tinggi dibanding titik lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar lokasi, seperti perkebunan, penebangan, atau aktivitas perahu, yang dapat memicu erosi tanah dan meningkatkan kekeruhan air. Nilai rendah di DM-2 dan DM-3 (masing-masing 5 mg/L dan 6 mg/L) mengindikasikan bahwa wilayah tersebut memiliki aktivitas gangguan yang lebih minim, sehingga partikel tersuspensi yang masuk ke perairan lebih sedikit. Jika TSS melebihi baku mutu, dapat mengurangi penetrasi cahaya, mengganggu fotosintesis, dan menurunkan kualitas habitat akuatik.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kandungan COD

| No | Titik Koordinat | Lokasi | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|--------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 25 | 25 | Mg/L |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 3.09 | 25 | Mg/L |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 9.93 | 25 | Mg/L |

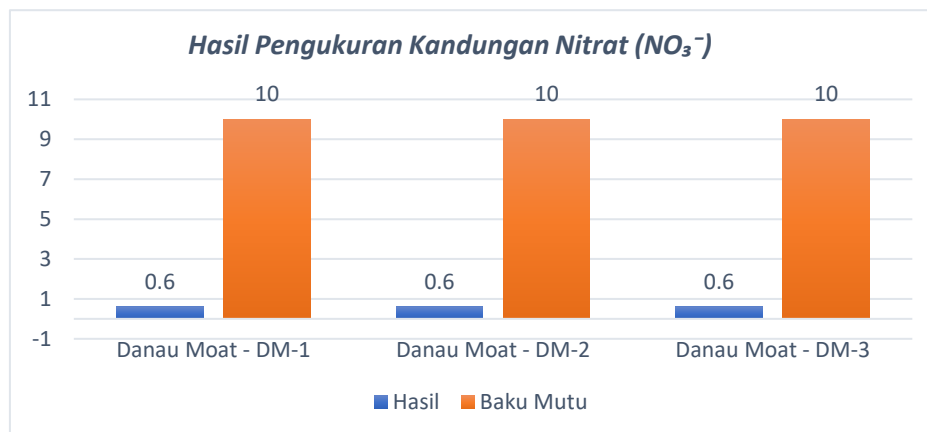


Gambar 5. Hasil Pengukuran Kandungan COD

Nilai COD yang diperoleh pada titik sampling DM-1, DM-2, dan DM-3 masing-masing adalah 25 mg/L, 3.09 mg/L, dan 9.93 mg/L. DM-1: 25 mg/L, setara dengan batas baku mutu yang ditetapkan (25 mg/L). Kondisi ini menunjukkan beban pencemar organik cukup tinggi dan berada pada ambang batas yang diizinkan. DM-2: 3,09 mg/L, jauh di bawah baku mutu. Hal ini mengindikasikan kualitas air relatif baik dengan beban pencemar organik rendah pada titik ini. DM-3: 9,93 mg/L, masih berada di bawah baku mutu, menandakan tingkat pencemaran organik sedang.

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

| NO | Titik Koordinat | Lokasi | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|--------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 0.6 | 10 | Mg/L |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 0.6 | 10 | Mg/L |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 0.6 | 10 | Mg/L |

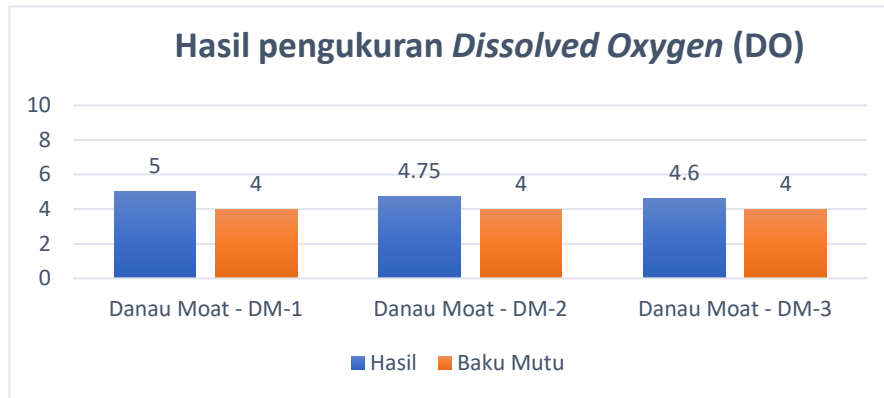


Gambar 6. Hasil Pengukuran Kandungan Nitrat (NO_3^-)

Nilai Nitrat di Danau Moat (DM-1, DM-2, dan DM-3), diperoleh nilai yang sama yaitu 0,6 mg/L, masih di bawa baku mutu (≤ 10 mg/L). Nitrat adalah senyawa yang berasal dari dekomposisi bahan organik, pupuk, dan limbah perkebunan, yang dapat mempengaruhi kualitas air. Konsentrasi nitrat yang rendah dapat mengindikasikan tingkat masukan nutrisi yang kecil sehingga risiko terjadinya eutrofikasi relatif rendah. Jika kadar nitrat terlalu tinggi, dapat menyebabkan eutrofikasi yang memicu pertumbuhan alga berlebihan dan menurunkan kadar oksigen dalam air.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kandungan DO

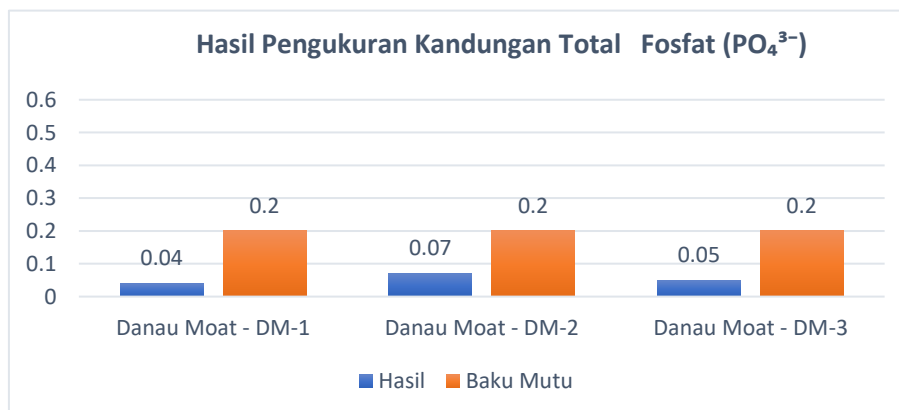
| NO | Titik Koordinat | Kode Sampel | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|-------------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 5 | 4 | Mg/L |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 4.75 | 4 | Mg/L |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 4.6 | 4 | Mg/L |

**Gambar 7.** Hasil Pengukuran Kandungan DO

Kadar DO masi di atas baku mutu 4 mg/L. Nilai tertinggi terdapat pada DM-1 sebesar 5 mg/L, diikuti DM-2 sebesar 4,75 mg/L, dan DM-3 sebesar 4,6 mg/L. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas oksigen terlarut di perairan relatif baik, yang dapat mendukung kehidupan organisme akuatik. Secara keseluruhan, meskipun nilai DO bervariasi, semua titik menunjukkan kualitas oksigen yang memadai. Namun, perbedaan tipis antar titik menjadi indikasi adanya variasi sumber masukan bahan organik dan perbedaan aktivitas ekosistem di tiap lokasi.

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

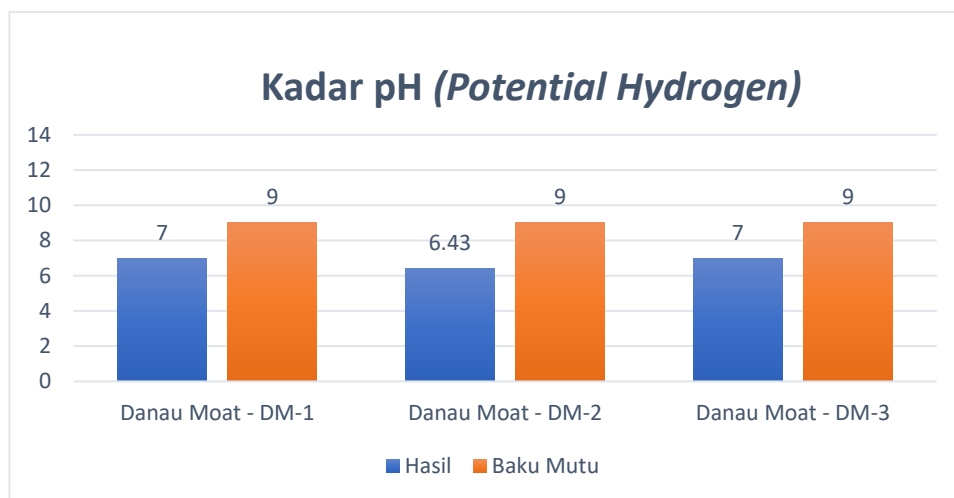
| NO | Titik Koordinat | Kode Sampel | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|-------------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 0.04 | 0.2 | Mg/L |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 0.07 | 0.2 | Mg/L |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 0.05 | 0.2 | Mg/L |

**Gambar 8.** Kandungan Total Fosfat (PO_4^{3-})

Analisis total fosfat di tiga titik sampling menunjukkan nilai (DM-1, DM-2, dan DM-3) masing-masing adalah 0,04 mg/L, 0,07 mg/L, dan 0,05 mg/L. Nilai tersebut seluruhnya masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Fosfat adalah nutrisi yang berasal dari limbah organik, pupuk, dan aktivitas perkebunan yang dapat memicu pertumbuhan alga jika berlebihan. Aktivitas perkebunan dapat mempengaruhi kadar fosfat melalui limbah organik dan pupuk.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kandungan pH

| NO | Titik Koordinat | Kode Sampel | Hasil | Baku Mutu | Satuan |
|----|--------------------------------------|-------------|-------|-----------|--------|
| 1 | N: 0°46'23.005" E: 124°27'41,054" | DM-1 | 7 | 9 | - |
| 2 | N: 00°46'14,04" E: 124°27'2,69" | DM-2 | 6.43 | 9 | - |
| 3 | N: 00°43'56.01" E: 124°27'31,42" | DM-3 | 7 | 9 | - |



Gambar 9. Hasil Pengukuran Kandungan pH

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai pH perairan Danau Moat berada pada kisaran 6,43–7. Nilai ini masih sesuai dengan kisaran pH alami perairan tawar yang umumnya berkisar antara 6–8. Jika dibandingkan dengan baku mutu pH untuk perairan umum yaitu 6–9 (PP No. 22 Tahun 2021), maka perairan Danau Moat masih memenuhi syarat kualitas air yang baik. pH merupakan salah satu parameter kimia penting yang memengaruhi kualitas perairan dan kehidupan organisme akuatik. Nilai pH yang terlalu rendah (asam) dapat menurunkan kelarutan oksigen dan mengganggu metabolisme organisme, sementara nilai pH yang terlalu tinggi (basa) dapat meningkatkan toksisitas beberapa senyawa, misalnya amonia. Kondisi pH netral hingga sedikit basa (sekitar 6,5–8) biasanya dianggap optimal bagi pertumbuhan plankton, ikan, dan organisme lainnya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada titik DM-2, pH sedikit lebih rendah (6,43) dibanding titik lainnya. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor lokal, misalnya adanya akumulasi bahan organik di sekitar lokasi, tingkat dekomposisi, maupun perbedaan masukan air dari lingkungan sekitar. Namun demikian, nilai tersebut masih dalam batas aman bagi kehidupan akuatik.

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

Tabel 8. Analisis Perbandingan Parameter BOD

| Lokasi | Hasil Analisis | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|--|
| DM-1 (Perkebunan) | 7,49 | 3 mg/L | Hasil parameter menunjukkan bahwa kadar parameter di DM-1 (Perkebunan) melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 3 mg/L. Ini menunjukkan bahwa adanya pencemaran organik tinggi, penggunaan pupuk kandang atau kompos yang berlebihan, limbah dari hasil panen, daun-daun gugur dan batang yang membusuk yang terbawa air hujan masuk kedalam badan air. Semntra itu untuk hasil pengukuran titik DM-2 dan DM-3 masi berada di bawa baku mutu. |
| DM-2 (Permukiman) | 0'89 | | |
| DM-3 (Wisata) | 2,98 | | |

Tabel 9. Analisis Perbandingan Parameter TSS

| Lokasi | Hasil Analisis | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|---|
| DM-1 (Perkebunan) | 25 | 50 mg/L | Hasil pengukuran yang di dapatkan bahwa kadar parameter di DM-1 (Perkebunan), DM-2 (Permukiman), DM-3 (Wisata) masi berada dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang di tetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 50 mg/L. Namun meskipun nilai yang di ukur tidak melebihi ambang batas, hasil pada DM-1 (perkebunan) memiliki variasi nilai yang berbeda menandakan adanya perbedaan beban masukan pencemaran bahan organik dari kegiatan perkebunan. |
| DM-2 (Permukiman) | 5 | | |
| DM-3 (Wisata) | 6 | | |

Tabel 10. Analisis Perbandingan Parameter COD

| Lokasi | Hasil Analisis | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|---|
| DM-1 (Perkebunan) | 25 | 25 mg/L | Hasil pengukuran yang di dapatkan bahwa kadar parameter di DM-1 (Perkebunan), DM-2 (Permukiman), DM-3 (Wisata) masi berada dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang di tetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 25 mg/L. Namun meskipun nilai yang di ukur tidak melebihi ambang batas, hasil pada DM-1 (perkebunan) memiliki nilai yang setara dengan baku mutu, ini menunjukkan adanya indikasi pencemaran bahan organik akibat dari kegiatan perkebunan. |
| DM-2 (Permukiman) | 3,09 | | |
| DM-3 (Wisata) | 9,93 | | |

Tabel 11. Analisis Perbandingan Parameter Nitrat (NO_3^-)

| Lokasi | Hasil Analisis | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|--|
| DM-1 (Perkebunan) | 0,60 | 10 mg/L | Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di DM-1 (Perkebunan), DM-2 (Permukiman), dan DM-3 (Wisata) mendapatkan hasil yang sama yaitu (0,60) masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 10 mg/L. |
| DM-2 (Permukiman) | 0,60 | | |
| DM-3 (Wisata) | 0,60 | | |

Tabel 12. Analisis Perbandingan Parameter DO

| Lokasi | Hasil Uji Lab. | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|--|
| DM-1 (Perkebunan) | 5,00 | 4 mg/L | Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di DM-1 (Perkebunan), DM-2 (Permukiman), dan DM-3 (Wisata) masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 4 mg/L. |
| DM-2 (Permukiman) | 4,75 | | |
| DM-3 (Wisata) | 4,60 | | |

Tabel 13. Analisis Perbandingan Parameter Fosfat

| Lokasi | Hasil Uji Lab. | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|--|
| DM-1 (Perkebunan) | 0,04 | 0,2 mg/L | Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar parameter di DM-1 (Perkebunan), DM-2 (Permukiman), dan DM-3 (Wisata) masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 yaitu 0,2 mg/L. |
| DM-2 (Permukiman) | 0,07 | | |
| DM-3 (Wisata) | 0,05 | | |

Tabel 14. Analisis Perbandingan Parameter pH

| Lokasi | Hasil Analisis | Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021, Kelas 2) | Evaluasi |
|-------------------|----------------|---|---|
| DM-1 (Perkebunan) | 7,00 | 6-9 | Kadar pH di DM-1 (Perkebunan), DM-2 (Permukiman), dan DM-3 (Wisata) masih dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 untuk kelas 2 |
| DM-2 (Permukiman) | 6,43 | | |
| DM-3 (Wisata) | 7,00 | | |

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengukuran parameter kualitas air, seperti BOD, COD, DO, TSS, nitrat, total fosfat, dan Ph menunjukkan bahwa aktivitas perkebunan di Lokasi titik DM-1 mempengaruhi kualitas air danau akibat limbah pencemaran organik tinggi. Penggunaan pupuk kandang atau kompos yang berlebih, Limbah dari hasil panen, daun-daun gugur, dan batang busuk yang terbawa air hujan ke badan air danau, yang mengakibatkan kenaikan nilai parameter BOD sebesar 7,49 mg/L.
2. Hasil Analisis Penelitian Kualitas Air Danau Moat Dari Tiga Lokasi (DM-1, DM-2, DM-3) Untuk Parameter BOD= (7.49 mg/L), (0.89 mg/L), (2.98 mg/L) COD= (25 mg/L), (3.09 mg/L), (9.93 mg/L) DO= (5 mg/L), (4.75 mg/L), (4.6 mg/L) TSS= (25 mg/L), (5 mg/L), (6 mg/L) N= (0.6 mg/L),(0.6 mg/L), (0.6 mg/L) Total Fosfat= (0.04 mg/L), (0.07 mg/L), (0.05 mg/L) pH=7, 6.43, 7.
3. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa DM-1 melebihi baku mutu yang berlaku, yaitu 7,49 mg/L, sehingga menandakan adanya pencemaran pada titik tersebut. Sebaliknya, nilai BOD di DM-2 dan DM-3 masih berada dalam batas aman sesuai baku mutu, yang berarti tingkat pencemaran di kedua titik ini lebih rendah dibandingkan dengan DM-1.

Referensi

- Alamri, D. N. H., Riogilang, H., & Supit, C. J. (2023). *Penggunaan Eco-Enzyme Dalam Menurunkan Kadar Escherichia Coli Dari Limbah Peternakan Pada Air Sungai Malalayang*. *Tekno*, 21(85), 979-989.
- Appamsi, A. (2023). *Air: Sumber Daya Alam yang Paling Penting*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Bauty, A. A., Riogilang, H., & Mangangka, I. R. (2022). *Analisa Potensi Pencemaran Merkuei Pada Sungai Ongkang Dumoga Akibat Kegiatan Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI)*. *Tekno*, 20(82), 537-544.
- Chay Asdak. (2018). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Demak, Z. C. K., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2022). *Rancangan Ide Dan Teknologi Konsep Hijau Untuk Strategi Penerapan Di Kabupaten Bolaang Moongondow*. *Tekno*, 20(82), 1217-1225.
- Espeland, E. M., and R. G. Wetzel. (2001) "Complexation, stabilization, and UV photolysis of extracellular and surface-bound glucosidase and alkaline phosphatase: implications for biofilm microbiota." *Microbial ecology* 42: 572-585.
- Garno, Y. S. (2012). *Dampak eutrofikasi terhadap struktur komunitas dan evaluasi metode penentuan kelimpahan fitoplankton*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(1), 67-74. Jepara.
- Gumanti, Z., Surtikanti, H. K., & Surakusumah, W. (2024). Analisis kualitas air Situ Bagendit menggunakan bioindikator tumbuhan air sebagai indikator pencemaran perairan. *ESABI: Environmental Science and Biotechnology Institute Journal*, 6(1), 45–54.
- Hefni Effendi. (2016). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kusnadi, E., Utomo, K. P., & Desmaiani, H. (2023). Pola sebaran total nitrogen dan fosfat akibat aktivitas di sekitar Danau Sebedang Kabupaten Sambas. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 30(2), 87–95.
- Kusuma, W., Damris, M., & Rosyani. (2021). Analisis keberlanjutan pengelolaan Danau Kerinci Provinsi Jambi menggunakan pendekatan multidimensi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 4(2), 101–110.
- Lihawa, F., & Mahmud, M. (2017). Evaluasi karakteristik kualitas air Danau Limboto. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 260–266.
- Lukas, G. R., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2024). *Analisis Kontaminan Bakteri Escherichia Coli Di Sungai Maruasey*. *TEKNO*, 22(89), 1625-1633.
- Mustofa, Arif. (2023) *Buku Ajar Mata Kuliah Ekologi Perairan*. Unisnu Press.
- Presiden Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153. Jakarta.
- Onibala, M., Thambas, A. H., & Riogilang, H. (2025). *Analisis Kualitas Air Di Danau Tondano Menggunakan Evaluasi Temporal, WQI, CCME-WQI, DAN PCA*. *Jurnal Sosial Teknologi*, 5(5), 1597-1618.
- Pantungan, F. R., Riogilang, H., & Hendratta, L. A. (2025). *Analisis Kualitas Air Sungai Ranawangko Sebagai Dampak Kegiatan Peternakan*. *TEKNO*, 23(91), 339-349.
- Priyani, A., et al. (2024). *Pencemaran Air Tanah Akibat Penggunaan Pestisida dan Limbah Industri yang*

- Mengancam Keberlanjutan dan Kesejahteraan Masyarakat Indragiri Hilir. Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi.*
- Presiden Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32. Jakarta.*
- Hans W. Paerl., & Timothy G. Otten. (2016). *Duelling 'CyanoHABs': Unravelling the environmental drivers controlling dominance and succession among harmful cyanobacteria. Environmental Microbiology, 18(2), 316–324.*
- Sentosa, A. A., Hediando, D. A., & Satria, H. (2018). Dugaan eutrofikasi di Danau Matano ditinjau dari komunitas fitoplankton dan kualitas perairan. *Limnotek: Perairan Darat Tropis di Indonesia, 25(1), 61–73.*
- Simbolon, Anna Rejeki. (2016) "*Pencemaran bahan organik dan eutrofikasi di perairan cituis, pesisir tangerang.*" *Jurnal Pro-Life 3.2: 109-118.*
- Suherman, D., et al. (2013). *Tingkat Pencemaran Perairan Danau Buatan Pekanbaru Ditinjau dari Parameter Fisika, Kimia, dan Biologi. Jurnal KELAUTAN.*
- Sumarya, I. M., et al. (2020). *Sumber Pencemar Kualitas dan Tingkat Pencemaran Perairan Danau Buyan. Jurnal ECOTROPHIC.*
- Stephen R. Carpenter., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (2018). *Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. Ecological Applications, 28(3), 636–643.*
- Tarigan, Indra Lasmana. *Dasar-Dasar Kimia Air, Makanan dan Minuman.* Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2021.
- World Health Organization. (2021). WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide.* Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2017). Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed.).* Geneva: World Health Organization.