

Literature Review : Dinamika Nitrogen Anorganik Terlarut di Hilir Sungai Cimanuk Kabupaten Indramayu

IWAN JUWANA¹, TARISA OCTAVIENA²

1. Institut Teknologi Nasional

Email : tarisa.octaviena@gmail.com

ABSTRAK

Nitrogen anorganik terlarut merupakan salah satu indikator utama kualitas perairan sungai karena berperan langsung dalam siklus nutrisi dan berpotensi menimbulkan eutrofikasi. Bentuk utama nitrogen anorganik terlarut meliputi nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+), yang keberadaannya dipengaruhi oleh faktor alami serta aktivitas antropogenik. Wilayah hilir Sungai Cimanuk di Kabupaten Indramayu merupakan kawasan dengan dominasi aktivitas pertanian, pemukiman, dan aliran limbah domestik yang berpotensi meningkatkan beban nitrogen ke badan air. Berdasarkan berbagai kajian literatur, peningkatan konsentrasi nitrat dan nitrit umumnya berkaitan dengan penggunaan pupuk nitrogen dan limpasan lahan pertanian, terutama pada musim hujan, sedangkan amonium cenderung ditemukan sepanjang tahun akibat proses mineralisasi bahan organik dan input limbah domestik. Dinamika nitrogen anorganik terlarut juga dipengaruhi oleh parameter fisika-kimia perairan seperti oksigen terlarut, pH, suhu, dan total padatan terlarut, meskipun hubungan antarparameter tidak selalu bersifat linier atau signifikan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap dinamika nitrogen anorganik terlarut di hilir Sungai Cimanuk menjadi penting sebagai dasar pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran nutrisi secara berkelanjutan di Kabupaten Indramayu.

Kata kunci: Nitrogen anorganik terlarut, Dinamika nutrisi, Kualitas air sungai, Aktivitas antropogenik, Sungai Cimanuk

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu komponen penting dalam sistem lingkungan yang berfungsi sebagai penyedia sumber daya air, pendukung kehidupan ekosistem, serta sarana aktivitas manusia. Namun, meningkatnya tekanan akibat aktivitas antropogenik seperti pertanian intensif, pemukiman, dan pembuangan limbah domestik telah menyebabkan penurunan kualitas air sungai, terutama di wilayah hilir. Salah satu permasalahan utama yang sering dijumpai pada perairan sungai adalah peningkatan beban nutrisi, khususnya nitrogen. Bentuk nitrogen anorganik terlarut yang utama di perairan yaitu nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+). Konsentrasi dari nitrogen anorganik terlarut (amonium + nitrat + nitrit) pada umumnya digunakan sebagai petunjuk adanya pengayaan nutrisi (Dodds & Whiles, 2022). Keberadaan senyawa ini dalam konsentrasi tinggi dapat memicu eutrofikasi, menurunkan kadar oksigen terlarut, serta mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Oleh karena itu, nitrogen anorganik terlarut sering digunakan sebagai indikator penting dalam penilaian kualitas air sungai.

Faktor alamiah yang memengaruhi kandungan nitrogen di perairan antara lain debit air serta proses biogeokimia alami. Debit air berperan penting dalam menentukan apakah nitrogen akan mengalami pengenceran atau justru terakumulasi di badan air, terutama pada kondisi aliran

rendah atau tinggi (AMIRUDDIN, 2024). Selain itu, proses alami seperti denitrifikasi, fiksasi nitrogen, dan mineralisasi bahan organik turut mengontrol ketersediaan dan bentuk nitrogen di perairan. Proses-proses ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti ketersediaan oksigen, suhu, serta aktivitas mikroorganisme. Paramater fisika-kimia perairan seperti oksigen terlarut, pH, suhu, dan total padatan terlarut turut memengaruhi transformasi dan distribusi nitrogen anorganik di sungai. Hilir Sungai Cimanuk di Kabupaten Indramayu merupakan wilayah yang didominasi oleh lahan pertanian dan kawasan pemukiman, sehingga berpotensi menerima beban nitrogen yang cukup besar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa wilayah hilir sungai cenderung mengalami akumulasi nutrisi akibat aliran dari daerah hulu serta aktivitas manusia di sekitarnya. Namun demikian, dinamika nitrogen anorganik terlarut di hilir Sungai Cimanuk, khususnya yang ditinjau dari variasi spasial dan temporal, masih memerlukan kajian yang komprehensif. Oleh karena itu, *literature review* ini bertujuan untuk mengkaji dinamika nitrogen anorganik terlarut di hilir Sungai Cimanuk Kabupaten Indramayu berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya. Kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pola distribusi nitrat, nitrit, dan amonium serta faktor-faktor yang memengaruhinya, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran nutrisi secara berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1 Literature Review

Pencarian literatur dilakukan dengan mengidentifikasi artikel penelitian dan jurnal ilmiah yang membahas dinamika nitrogen anorganik terlarut di perairan sungai, khususnya nitrat, nitrit, dan amonium, serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Sumber referensi diperoleh dari basis data akademik terkemuka seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *ResearchGate*. Kata kunci pencarian yang digunakan meliputi kombinasi istilah seperti nitrogen anorganik terlarut, kualitas air sungai, nitrat, nitrit, amonium, faktor fisika-kimia perairan, dan aktivitas antropogenik. Kriteria inklusi artikel adalah publikasi 10 tahun terakhir (2015–2025), yang secara spesifik membahas karakteristik nitrogen anorganik terlarut, mekanisme atau proses biogeokimia yang memengaruhinya, variasi spasial-temporal di sungai, serta hubungan dengan parameter lingkungan seperti oksigen terlarut, pH, suhu, dan total padatan terlarut. Artikel yang memenuhi kriteria tersebut kemudian dianalisis untuk menyusun rangkuman temuan utama, perbandingan metodologi, serta identifikasi gap penelitian terkait dinamika nitrogen anorganik terlarut di sistem perairan sungai.

3. PEMBAHASAN

3.1 Nitrogen dalam Sistem Perairan

Ketersediaan nitrogen di alam berada dalam beberapa bentuk persenyawaan, yaitu berupa N_2 (72% volume udara), N_2O , NO, NO_2 , NO_3 dan NH_4^+ . Di dalam tanah, lebih dari 90% nitrogen adalah dalam bentuk N-organik (Takai, 2019). Proses-proses tersebut berlangsung secara simultan dan dipengaruhi oleh kondisi fisika, kimia, dan biologi perairan. Di perairan tawar, terutama sungai, masukan nitrogen anorganik terlarut (*Dissolved Inorganic Nitrogen/DIN*) didominasi oleh aktivitas antropogenik. (AMIRUDDIN, 2024) menyebutkan bahwa sekitar 70–90% input DIN ke perairan tawar berasal dari penggunaan pupuk nitrogen di sektor pertanian dan pembuangan limbah domestik. Sebagian nitrogen yang masuk ke badan air akan mengalami retensi di sedimen melalui proses adsorpsi dan transformasi biogeokimia, dengan kapasitas penyerapan sedimen mencapai hingga 50% dari total beban nitrogen. Peningkatan konsentrasi DIN di perairan dapat memicu terjadinya eutrofikasi, yaitu kondisi perairan yang kaya nutrisi sehingga merangsang pertumbuhan alga secara berlebihan. Eutrofikasi berpotensi terjadi ketika

konsentrasi DIN melebihi 2 mg/L, yang selanjutnya dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut (hipoksia), kematian organisme akuatik, serta perubahan struktur ekosistem perairan (Fuady, 2024).

3.2 Nitrogen Anorganik Terlarut

Bentuk umum dari nitrogen (N) berada di biosfer dalam bentuk gas dinitrogen (N_2) yang terkandung di udara sebesar 78%. Molekul N_2 sangat sulit untuk digunakan oleh organisme karena ikatan tiga kovalen yang membutuhkan energi yang banyak untuk memecahnya. Adapun selain dalam bentuk N_2 , nitrogen dapat berada dalam bentuk anorganik. Bentuk nitrogen anorganik terlarut yang utama di perairan yaitu nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+). Konsentrasi dari nitrogen anorganik terlarut (amonium + nitrat + nitrit) pada umumnya digunakan sebagai petunjuk adanya pengayaan nutrisi (Dodds & Whiles, 2022). Dinamika DIN sangat dipengaruhi oleh faktor hidrologi, khususnya debit aliran sungai. Pada kondisi debit tinggi, seperti saat musim hujan, transport nitrogen dari daratan ke badan air meningkat secara signifikan. (Yanti, 2023) melaporkan bahwa debit yang tinggi dapat meningkatkan beban transport DIN hingga 2–3 kali lipat dibandingkan musim kemarau. Sebaliknya, pada debit rendah, waktu tinggal air menjadi lebih panjang sehingga memungkinkan terjadinya transformasi nitrogen yang lebih intensif di dalam sistem perairan.

-Karakteristik Nitrat (NO_3^-)

Nitrat merupakan bentuk nitrogen anorganik terlarut yang paling stabil dan dominan di perairan sungai. Senyawa ini bersifat relatif tidak toksik pada konsentrasi rendah hingga sedang, dengan ambang batas aman untuk perairan umumnya di bawah 10 mg/L. Nitrat sering mendominasi hingga 60–80% dari total DIN karena memiliki mobilitas tinggi dan mudah terbawa oleh limpasan permukaan dari lahan pertanian (ABU ROSID, 2025). Nitrat terbentuk melalui proses nitrifikasi, yaitu oksidasi nitrit oleh bakteri aerobik *Nitrobacter*. Di wilayah hilir Sungai Cimanuk, konsentrasi nitrat umumnya berada pada kisaran 1–4 mg/L. Meskipun masih tergolong sedang, konsentrasi nitrat di atas 5 mg/L berpotensi meningkatkan risiko eutrofikasi dan penurunan kualitas air (Munawaroh, 2024). Selain bersifat stabil, nitrat juga dikategorikan sebagai senyawa konservatif di perairan karena memiliki waktu tinggal yang relatif lama. (Novian, 2025) menyatakan bahwa nitrat menyumbang hingga 88% dari total polusi nitrogen antropogenik di sistem perairan, sehingga keberadaannya sering dijadikan indikator utama pencemaran nutrisi dari aktivitas manusia.

- Karakteristik Nitrit (NO_2^-)

Nitrit merupakan bentuk nitrogen anorganik terlarut yang bersifat intermediat dan relatif tidak stabil. Senyawa ini terbentuk dari oksidasi amonium oleh bakteri *Nitrosomonas* pada tahap awal proses nitrifikasi. Nitrit bersifat toksik bagi organisme akuatik, dengan batas konsentrasi aman di perairan umumnya kurang dari 0,06 mg/L (HAPISHA, 2021). Dalam kondisi perairan yang bersih dan kaya oksigen, konsentrasi nitrit biasanya sangat rendah, berkisar antara 0,001–0,04 mg/L. Namun, pada perairan dengan kondisi oksigen terlarut rendah atau bersifat anaerob, seperti perairan yang menerima limbah industri atau domestik, konsentrasi nitrit dapat meningkat dan menyebabkan stres fisiologis pada ikan serta organisme akuatik lainnya (Yanti, 2023). Akumulasi nitrit di perairan jarang terjadi karena senyawa ini cepat teroksidasi menjadi nitrat pada kondisi aerobik.

-Karakteristik Amonium (NH_4^+)

Amonium merupakan bentuk nitrogen anorganik terlarut yang paling reaktif dan berpotensi toksik, terutama dalam bentuk tak terionisasi (NH_3). Konsentrasi NH_3 di atas 0,02 mg/L dapat bersifat fatal bagi organisme akuatik. Amonium di perairan umumnya berasal dari proses dekomposisi bahan organik, limbah domestik, serta aktivitas perikanan dan peternakan (Hendrayana et al.,

2022). Di perairan sungai yang tercemar, konsentrasi amonium umumnya berada pada kisaran 0,01–0,5 mg/L. Dalam kondisi aerobik, amonium akan mengalami nitrifikasi menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat, terutama pada pH netral hingga sedikit basa (pH 7–8) dan oksigen terlarut di atas 2 mg/L. (Hamuna et al., 2018) menyatakan bahwa toksisitas amonium meningkat pada suhu air yang lebih tinggi, kondisi yang umum dijumpai di perairan tropis. Di wilayah hilir Sungai Cimanuk, khususnya Waduk Jatigede, (Hidayati et al., 2025) melaporkan konsentrasi amonium sebesar 0,182 mg/L yang berkaitan dengan aktivitas keramba jaring apung. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia berperan signifikan dalam meningkatkan beban amonium di perairan.

3.3 Faktor yang Mempengaruhi Dinamika DIN

Dinamika DIN di perairan sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, dengan faktor hidrologi sebagai pengendali utama. Debit aliran yang tinggi dapat meningkatkan input nitrogen, sedangkan waktu retensi air yang panjang dapat memicu proses denitrifikasi di sedimen (Mananoma et al., 2025). Faktor kimiawi seperti pH dan oksigen terlarut juga berperan penting dalam mengontrol transformasi nitrogen. Proses nitrifikasi berlangsung optimal pada pH 6,5–8,5 dan oksigen terlarut di atas 5 mg/L. Faktor biologis, terutama aktivitas mikroorganisme dan penyerapan oleh alga, dapat menyerap hingga 91% DIN secara musiman (Yanti, 2023). Selain itu, sumber antropogenik seperti penggunaan pupuk (69%) dan limbah domestik (20%) menjadi kontributor utama beban nitrogen di perairan sungai. Suhu perairan tropis yang berkisar antara 25–30°C mempercepat laju reaksi biogeokimia nitrogen hingga 1,5 kali dibandingkan perairan beriklim sedang (Pratiwi, 2020). Kondisi ini menyebabkan dinamika DIN di sungai tropis bersifat lebih cepat dan fluktuatif. Fluktuasi musiman merupakan faktor utama yang mengendalikan dinamika DIN di sungai. Pada musim hujan, limpasan dari lahan pertanian dan permukiman meningkatkan konsentrasi nitrat (NO_3^-) hingga sekitar 30% dibandingkan musim kemarau. Sebaliknya, pada musim kemarau, debit yang rendah dan waktu tinggal air yang lebih panjang mendorong terjadinya proses denitrifikasi di sedimen, yang dapat mengurangi konsentrasi nitrogen anorganik terlarut hingga 50% (Yanti, 2023). Di Sungai Cimanuk, tekanan antropogenik yang berasal dari aktivitas pertanian, permukiman, dan perikanan budidaya telah dilaporkan meningkatkan konsentrasi DIN secara signifikan di wilayah hilir (Prasetyo & Arzena, 2023).

3.4 Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Nitrogen Anorganik Terlarut

Tata guna lahan merupakan salah satu faktor dominan yang memengaruhi distribusi dan dinamika DIN di daerah aliran sungai (DAS). Lahan pertanian, khususnya sawah, berkontribusi signifikan terhadap peningkatan konsentrasi nitrat di perairan sungai akibat penggunaan pupuk nitrogen secara intensif. Sari (2021) menyatakan bahwa kawasan sawah dan pertanian dapat meningkatkan konsentrasi nitrat di sungai hingga 3–5 kali lipat melalui proses limpasan permukaan dan pencucian tanah (*leaching*) (Kultsum, 2022). Selain pertanian, kawasan permukiman juga menjadi sumber penting nitrogen anorganik terlarut, terutama dalam bentuk amonium (NH_4^+). Limbah domestik yang berasal dari aktivitas rumah tangga dan ekskresi manusia dapat menyumbang hingga 40% beban amonium di perairan sungai (Mutiah & Pujiastuti, 2022). Kondisi ini semakin diperparah pada kawasan permukiman dengan sistem pengolahan limbah yang belum memadai.

3.5 Pemantauan dan Baku Mutu Nitrogen Anorganik Terlarut

Pengendalian pencemaran nitrogen anorganik terlarut di perairan sungai di Indonesia mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pada Lampiran VI, PP No. 22/2021 menetapkan baku mutu kualitas air sungai untuk kelas I dan II yang diperuntukkan bagi air baku, irigasi, dan perikanan. Batas maksimum konsentrasi nitrogen anorganik terlarut yang diperkenankan meliputi

nitrat (NO_3^-) ≤ 10 mg/L, nitrit (NO_2^-) $\leq 0,06$ mg/L, dan amonium (NH_4^+) $\leq 0,3$ mg/L. Penetapan baku mutu yang relatif ketat ini bertujuan untuk melindungi sektor perikanan dan pertanian padi yang sangat sensitif terhadap kelebihan nutrisi nitrogen (PP 22 Tahun, 2021).

3.6 Hubungan Nitrogen Anorganik Terlarut dengan Parameter Fisika Kimia

Konsentrasi nitrogen anorganik terlarut di perairan sungai sangat dipengaruhi oleh parameter fisika-kimia lingkungan, seperti pH, suhu, oksigen terlarut (DO), dan total padatan terlarut (TDS). Nilai pH perairan pada kisaran 6,5–8,5 merupakan kondisi optimal bagi proses nitrifikasi. Di Sungai Cimanuk, pH rata-rata sebesar 7,8 dilaporkan mampu mempercepat pembentukan nitrat hingga dua kali lipat dibandingkan kondisi pH lebih rendah (Alfatihah et al., 2022). Suhu perairan tropis yang berkisar antara 25–32°C juga berperan signifikan dalam dinamika DIN. Peningkatan suhu sering dikaitkan dengan kenaikan konsentrasi nitrat hingga sekitar 30% akibat percepatan reaksi biokimia dan penguapan air (Yanti, 2023). Oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kunci yang mengendalikan transformasi nitrogen, kontribusi limpasan pupuk dan ion mineral dari daratan (Ariadi et al., 2021).

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, nitrogen anorganik terlarut (DIN) yang terdiri atas nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+) merupakan komponen nutrisi utama yang sangat dinamis di perairan sungai, khususnya pada wilayah hilir. Dinamika DIN dikendalikan oleh interaksi antara proses biogeokimia nitrogen, kondisi fisika-kimia perairan, faktor hidrologi, serta aktivitas antropogenik di daerah aliran sungai.
2. Variasi musiman berpengaruh signifikan terhadap distribusi DIN, di mana musim hujan meningkatkan konsentrasi nitrat akibat limpasan lahan pertanian, sedangkan musim kemarau ditandai oleh dominasi amonium akibat waktu tinggal air yang lebih panjang dan masukan limbah domestik yang kontinu.
3. Tata guna lahan terbukti memiliki peran penting dalam menentukan besarnya konsentrasi DIN di sungai. Lahan pertanian dan sawah berkontribusi terhadap peningkatan nitrat melalui penggunaan pupuk nitrogen, sementara kawasan permukiman menjadi sumber utama amonium dari limbah domestik. Sebaliknya, keberadaan lahan hutan dan vegetasi riparian mampu menurunkan limpasan nutrisi dan berperan dalam pengendalian pencemaran nitrogen.
4. Transformasi DIN sangat dipengaruhi oleh parameter fisika-kimia perairan, terutama oksigen terlarut, pH, suhu, dan total padatan terlarut. Kondisi aerobik mendorong proses nitrifikasi, sedangkan kondisi rendah oksigen memicu denitrifikasi.
5. Pemantauan dan pengendalian DIN di perairan sungai mengacu pada baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021, dengan batas konsentrasi yang ketat untuk melindungi fungsi perairan sebagai sumber irigasi dan perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- ABU ROSID, I. (2025). KAJIAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MESUJI, KABUPATEN MESUJI.
- Alfatihah, A., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2022). Analisis kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia di perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), 76-84.
- AMIRUDDIN, A. (2024). PEMODELAN KUALITAS AIR SUNGAI BERDASARKAN PARAMETER PHOSPHAT DAN NITROGEN MENGGUNAKAN HEC-RAS STUDI KASUS: SUNGAI SADDANG, KABUPATEN PINRANG= River Water Quality Modeling Based on Phosphate and Nitrogen Parameter Using HEC-RAS Case Study: Saddang River, Pinrang Regency.
- Ariadi, H., Wafi, A., & Madusari, B. D. (2021). *Dinamika oksigen terlarut (studi kasus pada budidaya udang)*. Penerbit Adab.
- Fuady, R. H. (2024). *ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI MAGEGE DI KABUPATEN LUWU TIMUR= ANALYSIS OF THE MAGEGE RIVER WATER QUALITY IN EAST LUWU DISTRICT* Universitas Hasanuddin].
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., Suwito, S., & Maury, H. K. (2018). Konsentrasi amoniak, nitrat dan fosfat di perairan distrik depapre, kabupaten jayapura. *EnviroScienteeae*, 14(1), 8-15.
- HAPISHA, S. (2021). *BIOREMEDIASI DENGAN BAKTERI Nitrosomonas sp. DAN Nitrobacter sp. TERHADAP PERAIRAN TERCEMAR LIMBAH ORGANIK* Universitas Hasanuddin].
- Hendrayana, H., Raharjo, P., & Samudra, S. R. (2022). Komposisi Nitrat, Nitrit, Amonium dan Fosfat di Perairan Kabupaten Tegal. *Journal of Marine Research*, 11(2), 277-283.
- Hidayati, H., Hanie, M. Z., Ginting, K. H. K., Fadhila, F., & Syawal, F. A. (2025). Analisis Status Mutu Air di Danau Toba Menggunakan Metode STORET: Studi Kasus Keramba Jaring Apung di Desa Tongging. *JURNAL SURYA TEKNIKA*, 12(1), 95-99.
- Kultsum, U. (2022). *Nilai Penggunaan Lahan Terhadap Pengangkutan Unsur Hara (Nitrogen dan Fosfor) di Sub DAS Bulan* Universitas Hasanuddin].
- Mananoma, T., Wantouw, F., Sompie, E. N. G., Ratu, Y. A., Thambas, A. H., Raco, B., & Auwyanto, K. H. (2025). *Morfologi Sungai: Proses, Dinamika, dan Pengelolaan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Munawaroh, S. (2024). *Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Kimia (Nitrat, Nitrit, Amonia) di Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta* Universitas Islam Indonesia].
- Mutiah, S., & Pujiastuti, P. (2022). Parameter Analysis of Nitrite, Nitrate, Ammonia, Phosphate in Agricultural Wastewater., Genuk Harjo, Wuryantoro, Wonogiri: Analisis Parameter Nitrit, Nitrat, Amoaia, Fosfat Pada Air Limbah Pertanian Dusun Bendungan, Genuk Harjo, Wuryantoro, Wonogiri. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 3(1), 33-45.
- Novian, R. (2025). PENCEMARAN PERAIRAN SUNGAI BENGKULU AKIBAT NITRAT DAN FOSFAT DARI AKTIFITAS PERTANIAN: STUDI LITERATUR. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, 2(03 Juni), 3805-3814.
- Prasetyo, M. A. A.-G., & Arzena, M. F. (2023). Analisis Kualitas Air di Sungai Cimanuk Kecamatan Jatibarang Dan Pemanfaatannya. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 21(2), 95-100.
- Takai, K. (2019). The nitrogen cycle: a large, fast, and mystifying cycle. *Microbes and environments*, 34(3), 223-225.
- Yanti, E. V. (2023). *Dinamika Musiman Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Kahayan Kalimantan Tengah*. Penerbit NEM.