



## **Analisis Korelasi Spearman dalam Menentukan Hubungan pH, Dissolved Oxygen dan Suhu terhadap Total Fosfat Di Sedimen Danau Maninjau**

**Roselyn Indah Kurniati<sup>1</sup>, Puti Sri Komala<sup>2</sup>, Zulkarnaini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Universal, Batam, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Email : indahroselyn@gmail.com

---

### **Abstrak**

Sedimentasi pada perairan menjadi masalah di banyak negara saat ini, termasuk Indonesia. Parameter-parameter lingkungan yang mempengaruhi proses terbentuknya sedimen salah satunya adalah konsentrasi Dissolved Oxygen (DO), pH dan suhu. Salah satu pencemar yang tinggi di sedimen yaitu Total Fosfat (TP). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat hubungan antara DO, pH dan suhu di perairan terhadap TP di sedimen. Lokasi penelitian berjumlah 9 yang terdiri dari *inlet* danau, *outlet* danau, dan pemanfaatan danau. Hasil analisis DO, pH dan suhu dibandingkan dengan PP No 22 Tahun 2021 baku mutu air kelas II sedangkan hubungan DO, pH dan suhu terhadap TP menggunakan spearman. Hasil DO, pH dan suhu masih belum melebihi baku mutu air kelas II, namun trend konsentrasi pH menuju basa. TP di sedimen tertinggi berasal dari lokasi Keramba Jaring Apung (KJA) diikuti oleh aktivitas pertanian dengan penggunaan pupuk dan pestisida. Feses ikan dan sisa pakan diduga menjadi penyebab tingginya TP di sedimen. Hubungan DO terhadap TP negatif sedangkan suhu dan pH memiliki hubungan yang positif.

Kata Kunci : Dissolved Oxygen, Danau Maninjau, pH, Sedimen, Suhu, TP

---

### **1. PENDAHULUAN**

Dalam beberapa dekade, sedimentasi menjadi salah satu ancaman bagi ekosistem perairan di seluruh dunia. Proses ini terjadi karena partikel padat yang berasal dari limpasan air limbah baik kegiatan antropogenik maupun alami seperti pelapukan, erosi, limbah rumah tangga, pertanian maupun peternakan mengendap di perairan (Rahmatillah et al., 2021). Partikel padat tersebut terbawa oleh air maupun angin sehingga membentuk sedimen. Beberapa penelitian melaporkan dampak yang terjadi akibat sedimentasi seperti penurunan aliran sungai secara signifikan dan memberikan pengaruh terhadap penurunan penyimpanan air akibat laju sedimentasi di perairan (Chitata et al., 2014). Sedimentasi mempengaruhi laju pertumbuhan terumbu karang, semakin tinggi laju sedimentasi maka pertumbuhan terumbu karang akan terhambat (Duckworth et al., 2017). Kondisi diatas memperlihatkan bahwa sedimentasi memiliki kontribusi buruk terhadap perairan.

Salah satu senyawa kimia yang terkandung di dalam sedimen adalah fosfat. Fosfat merupakan nutrisi penting dan esensial yang menjadi faktor kesuburan bagi perairan. Namun, jumlah fosfat yang berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi (Jayaprakash et al., 2015). Sumber fosfat di perairan berasal dari sedimen, pelepasan fosfat dari sedimen ke badan air terjadi karena proses biogeokimia (Tang et al., 2018). Parameter fisik dan kimia seperti pH, DO, dan suhu memberikan pengaruh terhadap pelepasan fosfat dari sedimen ke badan air (Jin et al., 2006). Pada suhu yang tinggi pelepasan total fosfat dari sedimen ke badan air semakin meningkat. Selain itu, pelepasan fosfat dari sedimen ke badan air terbaik terjadi pada kondisi basa karena dipengaruhi oleh perilaku kohesi (Li et al., 2013).

Danau maninjau merupakan salah satu perairan yang mengalami sedimentasi. Distribusi sedimen yang terjadi diakibatkan oleh erosi lahan, aliran air sungai, longsor tebing, limbah domestik dan limbah perikanan seperti Keramba Jaring Apung (KJA). Aktivitas KJA dilaporkan sebagai penyumbang utama terjadinya sedimentasi akibat residu pemberian pakan ikan di danau maninjau (Nomosatryo, 2016). Residu akan mengendap di dasar perairan sehingga mengakibatkan penurunan kadar oksigen (Li et al., 2013). Selain itu, dilaporkan bahwa pH pada kondisi basa di Danau Maninjau pada tahun 2019 (Sulastri et al., 2019). Hal ini menjelaskan bahwa kondisi basa pada perairan Danau Maninjau membuat pelepasan fosfat di sedimen semakin meningkat ke badan air. Data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Agam, jumlah KJA pada tahun 2022 berjumlah 23.359 petak sedangkan tahun sebelumnya berjumlah 17.417 petak. Jumlah KJA yang meningkat diperkirakan akan menambah sedimen selain aktivitas lainnya di Danau Maninjau. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis hubungan antara pH, suhu dan DO di perairan terhadap Total Fosfat (TP) di sedimen.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Danau Maninjau Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Lokasi terletak di pada 00°17'-07.04" LS dan 100°-09'58.0" BT dengan ketinggian 461,5 meter di atas permukaan laut (dpl). Danau Maninjau memiliki luas permukaan 99,5 km<sup>2</sup> dan kedalaman ± 165 m. Lokasi penelitian berjumlah 9 yang terdiri dari pemanfaatan danau (KJA dan PLTA), *inlet* danau (Sungai Batang Kurambit, Sungai Batang Kularian, Banda Baluran, Sungai Batang Maransi, Sungai Bandar Ligin dan Sungai Tanjung Sani), *outlet* danau yaitu Batang Kularian.

### **2.2 Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel air untuk analisa mengetahui konsentrasi pH, suhu dan DO mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang metode pengambilan sampel contoh air permukaan (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Pengambilan sampel sedimen berdasarkan U.S. Environmental Protection Agency. Sampel sedimen pada PLTA dan KJA menggunakan ekman sampler sedangkan di sungai dengan menggunakan pipa paralon 2,5 inchi dan panjang 20 cm. Sampel disimpan pada paralon tersebut kemudian dibungkus serta disimpan di dalam coolbox sebelum di analisis.

### **2.3 Analisis Sampel dan Data**

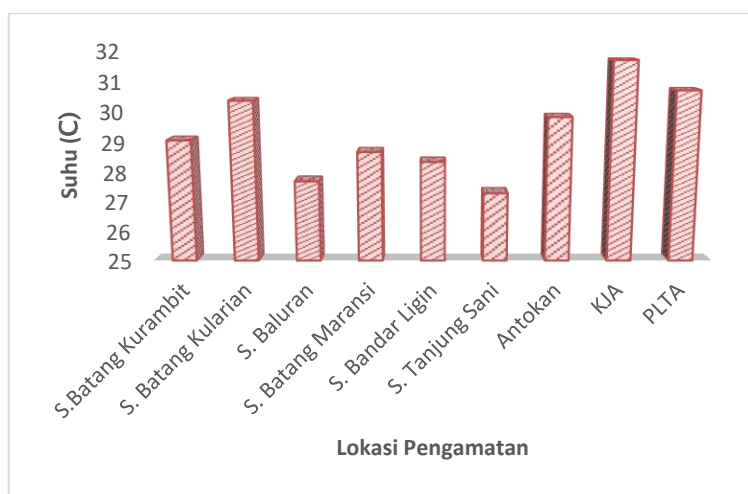
Pengukuran sampel air Danau Maninjau untuk konsentrasi pH, DO dan suhu langsung dilakukan di lokasi pengamatan dengan menggunakan pH-meter dan DO-meter. Hasil konsentrasi pH, DO dan suhu kemudian dibandingkan dengan PP No 22 Tahun 2021 baku mutu air kelas II. Analisis TP untuk sedimen mengacu pada Standard Methods for The Examination of Water dan Wastewater (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2017). Namun sebelum dianalisis, preparasi sampel sedimen dilakukan dengan mengambil 1 gr dan dilarutkan dalam 100 ml aquadest. Sampel di shaker selama 30 menit dengan kecepatan 100 rpm dan dilakukan penyaringan sampel. Untuk melihat hubungan antara

pH, suhu, DO di air terhadap TP di sedimen menggunakan korelasi *spearman* dengan terlebih dahulu melihat normalitasnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Konsentrasi pH, suhu dan DO

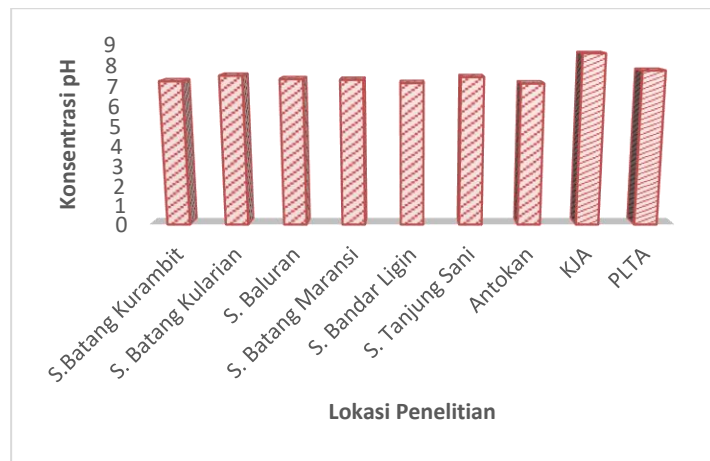
Hasil pengukuran kualitas air di lokasi penelitian menunjukkan bahwa suhu air Danau Maninjau berkisar antara 27,3 - 31,6°C (Gambar 1). Suhu terendah terdapat di Sungai Tanjung Sani dan tertinggi di KJA. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021, suhu Danau Maninjau masih berada pada rentang yang diperbolehkan dan bersifat normal untuk kehidupan tumbuhan maupun hewan air (Affan et al., 2016). Nilai suhu yang bervariasi dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel yang berbeda-beda di tiap lokasi. Selain itu, suhu dipengaruhi oleh variabilitas iklim, suhu biasanya akan hangat ketika musim panas dibandingkan pada musim dingin (Nomosatryo, 2016).



Gambar1. Konsentrasi suhu di 9 lokasi pengamatan

(Sumber :Kurniati, 2023)

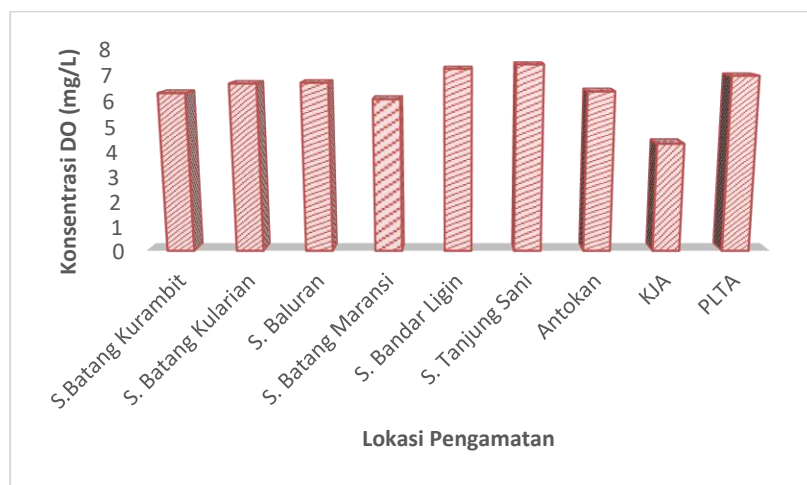
Kisaran pH yang didapatkan berkisar antara 7,08-8,54, kondisi ini menunjukkan perairan bersifat netral menuju basa (Gambar 2). Lokasi dengan pH terendah di *outlet* danau yaitu Batang Antokan sedangkan tertinggi berada di KJA. Konsentrasi yang diperoleh memperlihatkan bahwa pH masih berada pada rentang yang diperbolehkan untuk perairan danau. Penelitian sulastri menjelaskan pH Danau Maninjau berada pada rentang 7,73-7,92, hal ini menunjukkan bahwa pH mengalami peningkatan (Sulastri et al., 2019). pH yang tinggi menunjukkan laju fotosintesis yang tinggi yang berakibat terhadap eutrofikasi pada perairan (Nomosatryo, 2016).



Gambar2. Konsentrasi pH di 9 lokasi pengamatan

(Sumber :Kurniati, 2023)

Oksigen terlarut (DO) berkisar antara 4,3 – 7,3 mg/L, nilai ini masih berada pada rentang baku mutu air kelas II (Gambar 3). Konsentrasi DO yang rendah terletak di KJA sedangkan tertinggi di Sungai Tanjung Sani. Rendahnya DO di KJA disebabkan oleh sedimentasi yang diakibatkan oleh feses dan pellet ikan. Konsentrasi DO dipengaruhi oleh proses difusi oksigen dan proses biologi seperti respirasi dan fotosintesis (Penelitian Limnologi et al., 2019).

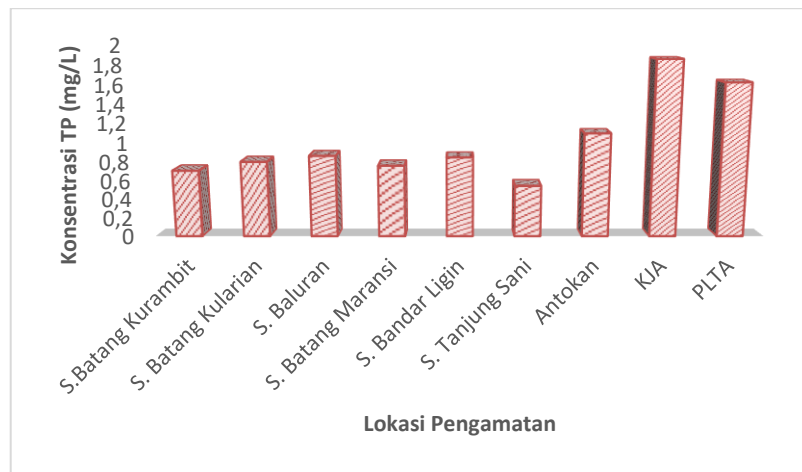


Gambar3. Konsentrasi dissolved oxygen di 9 lokasi pengamatan

(Sumber :Kurniati, 2023)

### 3.2 Konsentrasi Total Fosfat di Sedimen

Konsentrasi TP dari setiap lokasi pengamatan ditampilkan pada Gambar 4 dengan rentang antara 0,54 -1,85. Konsentrasi yang diperoleh bervariasi diduga karena kegiatan disekitar lokasi pengamatan. Konsentrasi TP yang tertinggi berada di KJA, kondisi ini diakibatkan kontribusi yang cukup tinggi oleh penumpukan nutrisi seperti residu pakan, kotoran dan ekskresi. Selain itu, fosil ikan dan vetebrata lainnya juga menjadi sumber TP di perairan. Penumpukan yang terus menerus mengakibatkan terjadinya sedimentasi di dasar perairan. Sedimentasi akan mengakibatkan kondisi eutrofikasi sehingga oksigen pada perairan dapat pada kondisi anoksik (Kashindye et al., 2015).



Gambar 4. Konsentrasi total fosfat di 9 lokasi pengamatan

(Sumber :Kurniati, 2023)

Pada gambar 3 menunjukkan konsentrasi TP Batang Antokan dan PLTA relatif cukup tinggi dengan konsentrasi 1,09 mg/L dan 1,61 mg/L. Konsentrasi yang diperoleh cukup tinggi jika dibandingkan dengan inlet danau, hal ini dipengaruhi oleh lokasi yang berada dekat dengan rumah penduduk dan KJA. Konsentrasi TP di *inlet* danau yang memiliki konsentrasi tertinggi hingga terendah secara berurutan yaitu Sungai Baluran, Sungai Bandar Ligin, Sungai Batang Kularian, Sungai Batang Maransi, Sungai Batang Kurambit dan Sungai Tanjung Sani. Sungai Baluran berada di Nagari Bayur dan Sungai Bandar Ligin di Nagari Sungai batang, berdasarkan Badan Pusat Statistika lokasi kedua nagari tersebut terdapat banyak aktivitas pertanian, padat penduduk dan peternakan. Kandungan TP pada sedimen dari kegiatan pertanian dihasilkan oleh residu pupuk maupun peptisida. Boutinguiza et al menjelaskan akumulasi fosfor di sedimen akibat kegiatan pertanian terjadi karena fosfor bermigrasi dari tanah sawah ke sedimen melalui proses erosi tanah maupun aliran air hujan (Boutinguiza et al., 2012). Selain faktor aktivitas sekitar lokasi pengamatan, fraksi sedimen juga mempengaruhi konsentrasi TP. Putro et al mengatakan tekstur sedimen yang berupa lanau mempunyai tingkat sedimentasi yang tinggi (Putro et al., 2014). Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan bahwa lokasi tertinggi TP yaitu KJA lanau.

### 3.3 Korelasi DO, pH dan Suhu terhadap Total Fosfat

Nilai korelasi suhu, DO dan PH di perairan terhadap total fosfat di sedimen dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan adanya hubungan positif dan kuat yakni antara suhu dengan total fosfat. Kondisi ini menunjukkan peningkatan konsentrasi suhu berpengaruh terhadap konsentrasi TP di sedimen. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa konsentrasi suhu di KJA berbanding lurus dengan konsentrasi TP di sedimen, dimana KJA merupakan lokasi tertinggi untuk TP dan suhu. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa peningkatan suhu di air mendorong peningkatan konsentrasi TP di sedimen (Wu et al., 2014). Kondisi yang seperti ini terjadi karena adanya hukum fick yang mempengaruhi koefisien difusi yaitu perpindahan massa (Oláh, 2005).

TABEL 1. NILAI KORELASI (R) DO, PH DAN SUHU TERHADAP TOTAL FOSFAT

| Parameter Bebas | Parameter Terikat | Nilai korelasi (r) |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| DO              | Total Fosfat      | -0.250             |
| pH              | Total Fosfat      | 0.317              |
| Suhu            | Total Fosfat      | 0.667              |

Sumber: Kurniati, 2023

Hubungan DO terhadap TP memiliki hubungan yang negatif dan rendah dengan nilai  $r = -0,250$ . Nilai  $r$  menunjukkan kedua parameter tersebut berbanding terbalik dan rendah, semakin tinggi nilai TP maka konsentrasi DO semakin rendah. Konsentrasi TP tertinggi berada di KJA sedangkan DO terendah juga berada di KJA. Kondisi yang berbanding terbalik dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu maka aktivitas mikroorganisme meningkat secara signifikan sehingga DO menurun akibat dikonsumsi oleh mikroorganisme (Jiang et al., 2008). Selain itu, peningkatan konsumsi oksigen yang terus menerus dapat mengakibatkan kondisi anoksik.

Nilai korelasi ( $r$ ) pH terhadap TP yaitu 0,317 yang berarti bahwa kedua parameter memiliki hubungan yang positif dan rendah. Hasil kualitas air menunjukkan pH berada pada rentang netral menuju basa sedangkan konsentrasi TP di beberapa lokasi lebih tinggi dari lokasi lainnya. Artinya, jika pH menuju basa maka konsentrasi TP juga meningkat. pH berada pada kondisi basa di lokasi KJA yaitu 8,54 sedangkan TP bernilai 1,85 mg/L. Hal ini dibuktikan juga oleh penelitian terdahulu yang menggambarkan bahwa pelepasan fosfor dari sedimen ke badan air meningkat ketika pH perairan basa (Jin et al., 2006). Dari penjelasan di atas dapat dijelaskan bahwa suhu dan pH memiliki hubungan yang positif terhadap TP di sedimen sedangkan DO sebaliknya.

#### 4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan konsentrasi DO, pH dan suhu di perairan Danau Maninjau belum melebihi baku mutu air kelas II, namun konsentrasi pH di beberapa lokasi menunjukkan kondisi perairan menuju basa. Perairan pada kondisi basa dapat meningkatkan konsentrasi TP di sedimen maupun perairan. Sumbangan TP yang tinggi di sedimen berasal KJA dimana feses ikan dan sisa pakan diduga menjadi penyebabnya. Selain itu, penggunaan pupuk dan pestisida juga penyumbang TP di sedimen. pH, suhu dan DO merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi. pH dan suhu di perairan memiliki hubungan yang positif terhadap TP di sedimen sedangkan DO sebaliknya. Sedimen merupakan sumber TP yang ada di perairan, analisis pelepasan TP dari sedimen ke badan air perlu dilakukan penelitian lanjutan agar lebih memahami bagaimana proses perpindahannya.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Affan, M. A., Touliabah, H. E. S., Al-Harbi, S. M., Abdulwassii, N. I., Turki, A. J., Haque, M. M., Khan, S., & Elbassat, R. A. (2016). Influence of environmental parameters on toxic cyanobacterial bloom occurrence in a Lake of Bangladesh. *Rendiconti Lincei*, 27(3), 473–481. <https://doi.org/10.1007/s12210-016-0502-1>

Standard methods for the examination of water and wastewater, 1546 (2017).

Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 6989.57:2008 Mengenai Air dan Air Limbah-Bagian 57:Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan*. <https://doi.org/SNI 6989.59:2008>

Boutinguiza, M., Pou, J., Comesaña, R., Lusquiños, F., De Carlos, A., & León, B. (2012). Biological hydroxyapatite obtained from fish bones. *Materials Science and Engineering C*, 32(3), 478–486. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2011.11.021>

Chitata, T., Mugabe, F. T., & Kashaigili, J. J. (2014). Estimation of Small Reservoir Sedimentation in Semi-Arid Southern Zimbabwe. *Journal of Water Resource and Protection*, 06(11), 1017–1028. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2014.611096>

Duckworth, A., Giofre, N., & Jones, R. (2017). Coral morphology and sedimentation. *Marine Pollution*

*Bulletin*, 125(1–2), 289–300. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.036>

Jayaprakash, M., Kumar, R. S., Giridharan, L., Sujitha, S. B., Sarkar, S. K., & Jonathan, M. P. (2015). Bioaccumulation of metals in fish species from water and sediments in macrotidal Ennore creek , Chennai , SE coast of India : A metropolitan city effect. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 120, 243–255. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.05.042>

Jiang, X., Jin, X., Yao, Y., Li, L., & Wu, F. (2008). Effects of biological activity, light, temperature and oxygen on phosphorus release processes at the sediment and water interface of Taihu Lake, China. *Water Research*, 42(8–9), 2251–2259. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.12.003>

Jin, X., Wang, S., Pang, Y., & Chang Wu, F. (2006). Phosphorus fractions and the effect of pH on the phosphorus release of the sediments from different trophic areas in Taihu Lake, China. *Environmental Pollution*, 139(2), 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.05.010>

Kashindye, B. B., Nsinda, P., Kayanda, R., Ngupula, G. W., Mashafi, C. A., & Ezekiel, C. N. (2015). Environmental impacts of cage culture in Lake Victoria : the case of Shirati Bay - Sota , Tanzania. *SpringerPlus*, 4(475), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1241-y>

Li, H., Liu, L., Li, M., & Zhang, X. (2013). Effects of pH, temperature, dissolved oxygen, and flow rate on phosphorus release processes at the sediment and water interface in storm sewer. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2013, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/104316>

Nomosatryo, C. H. and S. (2016). Changes in water quality and trophic status associated with cage aquaculture in Lake Maninjau , Indonesia. *IOP Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/31/1/012027>

Oláh, K. (2005). Diffusion and thermokinetics. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 49(2), 91–101.

Sulastri, C. Henny, S. Nomosatryo. (2019). Keanekaragaman fitoplankton dan status trofik Perairan Danau Maninjau di Sumatera Barat, Indonesia Phytoplankton diversity and trophic status of Lake Maninjau, West Sumatra, Indonesia *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(2), 242–250. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050217>

Putro, S. P., Febria, I. J., Muhammad, F., Biologi, J., Sains, F., & Diponegoro, U. (2014). Jurnal Sains dan Matematika Comparative Study of Characteristics of Sediment and Water Quality in Aquaculture Farming Systems Area with Coastal Area Adjacent to Industrial Activities Jurnal Sains dan Matematika. *Sains Dan Matematika*, 22(3), 79–83.

Rahmatillah, Meilina, H., & Ramli, I. (2021). Water quality index and the sediment criteria due to anthropogenic activity in West Aceh District, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 922(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/922/1/012042>

Sulastri, Henny, C., & Santoso, A. B. (2019). Phytoplankton composition and the occurrence of cyanobacterial bloom in Lake Maninjau, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

*Science*, 380(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/380/1/012020>

Tang, X., Wu, M., & Li, R. (2018). Phosphorus distribution and bioavailability dynamics in the mainstream water and surface sediment of the Three Gorges Reservoir between 2003 and 2010. *Water Research*, 145, 321–331. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.08.041>

Wu, Y., Wen, Y., Zhou, J., & Wu, Y. (2014). Phosphorus release from lake sediments: Effects of pH, temperature and dissolved oxygen. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(1), 323–329. <https://doi.org/10.1007/s12205-014-0192-0>