

No Urut: 147 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/V/2023

148 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/V/2023

Laporan Tugas Akhir

**DESAIN TEKNOLOGI DAUR ULANG NUTRIEN FOSFAT DI
INLET DANAU RAWA PENING**



Disusun Oleh :

Alif Fitra Hidayatullah 21080119130099

Mario Anderson 21080119130104

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

DESAIN TEKNOLOGI NUTRIEN FOSFAT DI INLET DANAU RAWA PENING

Disusun oleh:

Alif Fitra Hidayatullah 21080119130099

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 24 Januari 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji

Ir. Ganjar Samudro S.T., M.T.,

Ph.D.

NIP. 198201202008011005

Anggota Penguji

Ir. Titik Istirokhatun S.T., M.Sc.,

Ph.D., IPM.

NIP. 197803032010122001

Pembimbing I

Dr. Ing Sudarno, S.T., M.Sc.

NIP. 197401311999031003

Pembimbing II

Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.Eng.

NIP. 197103011998031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing Sudarno, S.T., M.Sc.

NIP. 197401311999031003

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

DESAIN TEKNOLOGI NUTRIEN FOSFAT DI INLET DANAU RAWA PENING

Disusun oleh:

Mario Anderson 21080119130104

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 24 Januari 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji

Ir. Ganjar Samudro S.T., M.T.,
Ph.D.
NIP. 198201202008011005

Anggota Penguji

Ir. Titik Istirokhatun S.T., M.Sc.,
Ph.D., IPM.
NIP. 197803032010122001

Pembimbing I

Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T.,
M.Eng.
NIP. 197103011998031001

Pembimbing II

Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

Danau Rawa Pening yang terletak di Kabupaten Semarang merupakan danau alami yang ditetapkan sebagai salah satu danau prioritas nasional Indonesia karena keberadaannya memberikan nilai manfaat cukup strategis, namun mengalami permasalahan lingkungan yang sangat serius dan harus segera ditangani. Permasalahan yang terjadi karena danau mengalami kondisi eutrofikasi yang cukup parah sehingga terjadi degradasi ekologi berkaitan dengan proses eutrofikasi akibat masuknya nutrisi (nitrogen dan fosfor) dari sumber eksternal maupun internal danau yang tidak terkontrol. Maka dari itu, perlu adanya pengolahan pada inlet Danau Rawa Pening tersebut agar kondisi air tidak tercemar nutrisi yang berlebihan. Berdasarkan permasalahan yang ada, urgensi perencanaan sistem pengelolaan teknologi daur ulang nutrisi di inlet Danau Rawa Pening semakin diperlukan. Perencanaan ini dilakukan dengan menganalisis kuantitas dan kualitas air limbah yang dihasilkan sehingga dapat ditentukan alternatif teknologi daur ulang yang akan diterapkan. Debit air puncak yang mengalir di sungai Parat adalah $3,57 \text{ m}^3/\text{s}$, dan akan diambil 5% dari debit puncak dengan cara disadap menggunakan *intake* menjadi $0,1785 \text{ m}^3/\text{s}$, dan debit tersebut sudah masuk ke dalam debit andalan sungai. Parameter pencemar di muara sungai dan danau adalah TSS sebesar 6 mg/L , BOD sebesar 5 mg/L , COD sebesar $34,65 \text{ mg/L}$, nitrat sebesar $1,357 \text{ mg/L}$, nitrit sebesar $0,002 \text{ mg/L}$, amonia sebesar $0,144 \text{ mg/L}$, amonium sebesar $0,2 \text{ mg/L}$, dan fosfat sebesar $3,2 \text{ mg/L}$. Teknologi daur ulang nutrisi akan dibangun di pinggir sungai Parat dan *outlet* berupa air yang sudah diolah akan dialirkan lagi ke danau. Teknologi daur ulang nutrisi terdiri dari *unit intake*, *bar screen*, bak pengumpul, pengadukan cepat, pengadukan lambat, sedimentasi, *sludge holding tank*, dan *filter press*.

Kata kunci: Nutrien; Rawa Pening; daur ulang

ABSTRACT

Lake Rawa Pening, located in Semarang Regency, is a natural lake designated as one of Indonesia's national priority lakes due to its significant strategic value. However, it faces severe environmental issues that require immediate attention. The problems arise from the lake experiencing a severe eutrophication condition, leading to ecological degradation associated with uncontrolled nutrient (nitrogen and phosphorus) influx from both external and internal sources of the lake. Therefore, it is essential to treat the inlet of Lake Rawa Pening to prevent excessive nutrient pollution in the water. In light of the existing issues, the urgency of planning a nutrient recycling technology management system at the Lake Rawa Pening inlet is increasingly evident. This planning involves analyzing the quantity and quality of wastewater produced to determine alternative recycling technologies for implementation. The peak water flow in the Parat River is 3.57 m³/s, and 5% of the peak flow will be tapped through an intake, resulting in 0.1785 m³/s, which is already within the river's reliable flow. Pollutant parameters at the river mouth and lake include TSS at 6 mg/L, BOD at 5 mg/L, COD at 34.65 mg/L, nitrate at 1.357 mg/L, nitrite at 0.002 mg/L, ammonia at 0.144 mg/L, ammonium at 0.2 mg/L, and phosphate at 3.2 mg/L. The nutrient recycling technology will be constructed along the Parat River's edge, and the treated water will be discharged back into the lake. The nutrient recycling technology consists of an intake unit, bar screen, collection tank, rapid mixing, slow mixing, sedimentation, sludge holding tank, and filter press.

Keywords: Nutrient; Rawa Pening; Nutrient Recycling

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Studi kasus pada Tugas Akhir ini adalah Danau Rawa Pening, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Danau Rawa Pening, merupakan danau alami yang berada di Kabupaten Semarang, yang berfungsi untuk menahan laju dan menampung aliran air permukaan yang kemudian dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan masyarakat.

Danau Rawa Pening merupakan satu dari 15 danau di Indonesia yang menjadi prioritas untuk diselamatkan dari kerusakan karena mengalami masalah eutrofikasi (Sulastri *et al.*, 2016). Danau Rawa Pening telah menghadapi invasi makrofita yang ditandai dengan pertumbuhan eceng gondok yang masif yang menutupi lebih dari 40% permukaan danau (Suprobowati *et al.*, 2012).

Berdasarkan penelitian Piranti *et al.*, (2014) input total fosfor dari daerah tangkapan air (DTA) ke Danau Rawa Pening sebesar 10,32 mg/dt dan sebanyak 64,9 % tertinggal di sedimen danau sehingga Danau Rawa Pening bertindak sebagai penyimpan TP dan apabila kondisi mendukung akan menyebabkan terjadinya kondisi eutrofikasi. Eutrofikasi adalah pengkayaan perairan terutama oleh unsur nitrogen dan fosfor sehingga menyebabkan pertumbuhan tidak terkontrol dari algae maupun tumbuhan air (Klapper H, 1991). Sumber nitrogen dan fosfor terutama berasal dari pupuk pertanian, perikanan, dan limbah rumah tangga. Dampak eutrofikasi yang sangat nyata adalah blooming eceng gondok, yang dari tahun ke tahun menunjukkan kecenderungan kenaikan persentasinya ke danau. Upaya pengelolaan melalui program pengangkatan biomassa eceng gondok telah dilakukan hampir setiap tahun, namun permasalahan tersebut belum teratasi secara maksimal. Dampak dari melimpahnya tanaman eceng gondok tersebut menimbulkan permasalahan kualitas air menjadi menurun.

Tugas Akhir ini dibuat untuk menginisiasi proyek pembuatan desain teknologi daur ulang nutrisi dari air limbah yang berada di Danau Rawa Pening, Kabupaten Semarang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat ditentukan identifikasi masalah pada Tugas Akhir ini yaitu:

1. Aktifitas pertanian, perikanan, dan rumah tangga menghasilkan limbah cair yang mengalir ke sungai dan bermuara di Danau Rawa Pening, sehingga berpotensi merusak lingkungan.
2. Belum adanya desain teknologi daur ulang nutrien *modern* di kawasan Danau Rawa Pening.
3. Belum optimalnya pemanfaatan limbah cair berbasis nitrogen dan fosfat di kawasan Danau Rawa Pening.
4. Kawasan Danau Rawa Pening mengalami eutrofikasi akibat *blooming* eceng gondok.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana kondisi eksisting Danau Rawa Pening, Kabupaten Semarang.
2. Bagaimana kondisi parameter kuantitas dan kualitas air dari sampel *inlet* Danau Rawa Pening.
3. Bagaimana penentuan lokasi dan rancangan desain teknologi daur ulang nutrien di kawasan Danau Rawa Pening.
4. Bagaimana perhitungan rancangan anggaran biaya (RAB) yang diperlukan untuk mendesain teknologi daur ulang nutrien di kawasan Danau Rawa Pening.

1.4 Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi yang diambil pada Tugas Akhir ini adalah salah satu sampel *inlet* di Danau Rawa Pening.
2. Nutrien yang dapat di daur ulang dispesifikkan sebagai Nitrogen dan Fosfor.
3. Seluruh pengambilan data primer bersumber di kawasan Danau Rawa Pening.
4. Seluruh pengambilan data sekunder bisa berasal dari literatur, jurnal, dan buku dan peraturan pemerintah.

1.5 Perumusan Tujuan

Adapun perumusan tujuan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Menganalisis kondisi eksisting di Danau Rawa Pening, Kabupaten Semarang.
2. Mengetahui parameter kuantitas dan kualitas air dari sampel *inlet* Danau Rawa Pening.
3. Menentukan lokasi dan rancangan desain teknologi daur ulang nutrien di kawasan Danau Rawa Pening.
4. Membuat perhitungan rancangan anggaran biaya (RAB) yang diperlukan untuk mendesain teknologi daur ulang nutrien di kawasan Danau Rawa Pening.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagi IPTEK
Menjadi referensi atau gambaran tentang desain teknologi daur ulang nutrien dari limbah cair serta penentuan lokasi teknologi daur ulang nutrien di kawasan Danau Rawa Pening.
2. Bagi Pemerintah
Menjadi masukan maupun bahan penelitian untuk optimalisasi bagi pemerintah Kabupaten Semarang dalam mendesain dan menentukan lokasi teknologi daur ulang nutrien kawasan Danau Rawa Pening.
3. Bagi Masyarakat
Menambah wawasan masyarakat tentang potensi daur nutrien yang dapat digunakan kembali menjadi pupuk pada sektor pertanian, serta mengurangi dampak kerusakan lingkungan akibat melimpahnya nitrogen dan fosfor di air.

DAFTAR PUSTAKA

- 1991: Metcalf & Eddy 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. 3th Edition. MC. Graw-Hill. New York. America.
- 2003: Metcalf and Eddy, 2003, Wastewater Engineering : Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition, McGraw-Hill, New York
- Adnan, A., Dastur, M., Mavinic, D.S., Koch, F.A.. 2004. Preliminary Investigation Into Factors Affecting Controlled Struvite Crystallization At The Bench Scale. *Environmental Engineering Journals*. 3 : 195-202
- Afiya Asadiya, N. K. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan. *Jurnal Teknik Its*, 7(1), 18–22.
- Aida dan Utomo, 2016 : Aida S. N. dan A. D. Utomo. 2016. Kajian untuk Kualitas Perairan di Rawa Pening Jawa Tengah. *BAWAL* , Vol. 8 (3)
- Al-Layla, 1980 : Layla, Al, M. Anis 1980, *Water Supply Engineering Design, 3 rd Edition*, Ann Arbor Science Publishers, Inc, Michigan, USA
- Appels, L., Degrève, J., Van der Bruggen, B., Van Impe, J., dan Dewil, R. (2010). Influence of low temperature thermal pre-treatment on sludge solubilisation, heavy metal release and anaerobic digestion. *Bioresour Technol*, 101(15), 5743–5748. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.068>.
- Arief, A., KL, S. Y., Mubarak, K., Pong, I., & Agung, B. (2016). Penggunaan pupuk ZA sebagai pestisida anorganik untuk meningkatkan hasil dan kualitas tanaman tomat dan cabai besar. *Jurnal farmasi UIN Alauddin Makassar*, 4(3), 73-82.
- Bacelo, H., Pintor, A. M. A., Santos, S. C. R., Boaventura, R. A. R., & Botelho, C. M. S. (2020). Performance and prospects of different adsorbents for phosphorus uptake and recovery from water. *Chemical Engineering Journal*, 381(June 2019), 122566. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122566>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang. 2023. Kabupaten Semarang Dalam Angka. BPS Kabupaten Semarang: Kabupaten Semarang.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Cara Uji Nitrit (NO₂-N) secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer Secara Fenat. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Nitrat (NO₃-N) dengan Spektrofotometer UV-visibel Secara Reduksi Kadmium. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Cara Uji Derajat Keasaman (Ph) Dengan Menggunakan Alat Ph Meter. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Banu, J. R., Kavitha, S., Kannah, R. Y., Devi, T. P., Gunasekaran, M., Kim, S. H., & Kumar, G. (2019). A review on biopolymer production via lignin valorization. *Bioresour technology*, 290, 121790.

- Brahmana, S. S., dan Achmad, F. (2012). Potensi beban pencemaran Nitrogen, Fosfat, kualitas air, status trofik dan stratifikasi Waduk Riam Kanan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 8(1), 53–66.
- Darmasetiawan, 2001: Darmasetiawan, 2001, Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air, Yayasan Suryono, Bandung.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana, Jawa Tengah
- Donatello, S., dan Cheeseman, C. R. (2013). Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash (ISSA): A review. *Waste Management*, 33(11), 2328–2340. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.024>.
- Ebeling, J. M., dan Ogden, S. R. 2004. Application of Chemical Coagulation Aids for the Removal of Suspended Solids (TSS) and Phosphorus from the Microscreen Effluent Discharge of an Intensive Recirculating Aquaculture System. *North American Journal of Aquaculture* , 198 – 207.
- Fitriana, W. D., Ersam, T., Shimizu, K., & Fatmawati, S. (2016). Antioxidant activity of Moringa oleifera extracts. *Indonesian Journal of Chemistry*, 16(3), 297-301.
- Geankoplis Christie John, 1993, Transport Processes and Separation Process Principle, 4th edition, New Jersey, Pearson Education International.
- Gorong, A. S., Rondonuwu, J. J., & Titah, T. (2022). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM (*Amaranthus tricolor L*) PADA TANAH SAWAH DI DESA RANOKETANG ATAS. *Soil Environmental*, 22(1), 12-16.
- Hadi, W. 2012. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Surabaya: ITS Press.
- Hammer dan Hammer Jr, 2008 : Hammer dan Hammer Jr. Water and Wastewater Technology. Upper Saddle River, N.J, 2008
- Hayati, M., Marliah, A., & Fajri, H. (2012). Pengaruh varietas dan dosis pupuk SP-36 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*). *Jurnal Agrista*, 16(1), 7-13.
- Henny, C., Handoko, U., dan Sulastri. (2016). Environmental Condition and Trophic Status of Lake Rawa Pening in Central Java Kondisi Lingkungan dan Status Trofik Danau Rawa Pening di Jawa Tengah. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 1(3), 23–38.
- Heriza, D., Sukmono, A., dan Bashit, N. (2018). Analisis perubahan kualitas perairan Danau Rawa Pening periode 2013, 2015 dan 2017 dengan menggunakan data citra landsat 8 multitemporal. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 79–89.
- Herzel, H., Krüger, O., Hermann, L., dan Adam, C. (2016). Sewage sludge ash - A promising secondary phosphorus source for fertilizer production. *Science of the Total Environment*, 542, 1136–1143. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.059>
- Husnah, H. (2016). Pengaruh Waktu Pengadukan Pelan pada Koagulasi Air Rawa. *Jurnal Redoks*, 1(1).

- Idris, J., Som, A. M., & Hamid, K. H. K. (2013). Dragon Fruit Foliage Plant Based Coagulant for Treatment of Concentrated Latex Effluent: Comparison of Treatment with Ferric Sulfate. *Journal of Chemistry*, 1-7
- J. Wang, J. G. Burken, and X. . Zhang, "Effect of seeding materials and mixing strength on struvite precipitation," *Water Environ. Res.*, vol. 78, pp. 125–132, 2006
- Kahiluoto, H., Kuisma, M., Ketoja, E., Salo, T., dan Heikkinen, J. (2015). Phosphorus in manure and sewage sludge more recyclable than in soluble inorganic fertilizer. *Environmental Science and Technology*, 49(4), 2115–2122. <https://doi.org/10.1021/es503387y>
- Kawamura, 1991 : Kawamura, Susumu. (1991). *Integrated Design and Operation Of Waste Water Treatment Facilities Second Edition*. United States of America: John Willey & Sons, INC.
- [Kementerian Pertanian. \(2006\). Peraturan Menteri Pertanian \(Permentan\) Tentang Pupuk Organik dan Pembenh Tanah. Kementerian Pertanian Indonesia](#)
- Klapper, H. (1991). *Control of eutrophication in inland waters*. Ellis Horwood Ltd.
- Liu, D. H., & Lipták, B. G. (Eds.). (1999). *Hazardous waste and solid*. CRC Press.
- L. Zeng and X. Li, "Nutrient removal from anaerobically digested cattle manure by struvite precipitation," *Journal Environ. Eng. Sci.*, vol. 5, pp. 285–294, 2006.
- Mallongi, 2018 : Haerun, R., Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2018). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1-11.
- Moerman, W., Carballa, M., Vandekerckhove, A., Derycke, D., dan Verstraete, W. (2009). Phosphate removal in agro-industry: Pilot- and full-scale operational considerations of struvite crystallization. *Water Research*, 43(7), 1887–1892. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.007>
- M. Ronteltap, M. Maurer, and W. Gujer, "Struvite precipitation thermodynamics in source-separated urine," *Water Res.*, vol. 5, pp. 977–984, 2007.
- Nasional, D. S. D. A. (2020). Rekomendasi pengelolaan danau secara terpadu dan berkelanjutan. *Dewan Sumber Daya Air Nasional*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*.
- Pinanggih, R. B. J., Nurmaningsih, D. R., Nengse, S., Utama, T. T., & Hakim, A. (2020). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Kombinasi Unit Biofilter Aerobik Dan Adsorpsi Karbon Aktif Kantor Pusat PT. Pertamina Marketing Operation Region (MOR) V Surabaya. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(1).
- Piranti, A. S. (2019). *Pengendalian Eutrofikasi Danau Rawa Pening* (Issue February). [https://www.apwu.org/sites/apwu/files/resource-files/RE-05 Building and Site Security Requirements 09-09 %28522 KB%29.pdf](https://www.apwu.org/sites/apwu/files/resource-files/RE-05_Building_and_Site_Security_Requirements_09-09_%28522_KB%29.pdf)
- Piranti, A. S., Rahayu, D. R. U. S., dan Waluyo, G. (2018). Evaluasi Status Mutu Air Danau Rawa Pening. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(2), 151–160. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.2.151-160>

- Puspita, D., Nugroho, P., Palimbong, S., dan Wijaya, R. P. (2022). Identifikasi Cemaran Mikroplastik Pada Sungai Inlet Rawa. *Journal Science of Biodiversity*, 3(1), 1–6.
- Rahman, M. M. 2014. Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through Struvite crystallization – A review. *Arabian Journal of Chemistry*. 7 : 139-155.
- Rahmat, & Mallongi, A. (2018). Studi Karkteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Dg. Pasewang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatn (JNIK)*, 1(69).
- Saputro, A. (2021). Aplikasi Pupuk NPK untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Kacang Tanah: Aplikasi Pupuk NPK untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Kacang Tanah. *Planta Simbiosis*, 3(2), 50-55.
- Sari, A. P. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Agar-agar. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), D92-D97.
- Sawyer, 2003 : Clair N. Sawyer. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. United Kingdom: McGraw-Hill, 2003
- Schoumans, O. F. (1984). Phosphorus leaching from. *Hortscience*, 19(2), 216–217.
- Schoumans, O. F., dan Chardon, W. J. (2015). Phosphate saturation degree and accumulation of phosphate in various soil types in The Netherlands. *Geoderma*, 237, 325–335. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.08.015>
- Schulz dan Okun, 1984 : Schulz, C.R. and Okun, D.A. (1984) *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries*. John Wiley and Sons, NewYork.
- Shimamura, K. 2003. Development of A High-Efficiency Phosphorus Recovery method Using A Fluidized-Bed Crystallized Phosphorus Recovery System. *Water Science Technology*. 48 (1) : 163-170
- Silitonga, B., & Hendry, H. (2018). Perencanaan Hidrolis Pintu Pada Bangunan Pengambilan Air (Intake). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 1(2), 72-77.
- Soeprbowati, T. R., & Hariyati, R. (2014). Phycoremediation of Pb, Cd, Cu, and Cr by spirulina platensis (Gomont) geitler. *American Journal of BioScience*, 2(4), 165-170.
- Supriyatno, B. (2000). Pengelolaan air limbah yang berwawasan lingkungan suatu strategi dan langkah penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1).
- S, N. (2021). Improvement of Rice Cultivation Technology in Rained Lands To Increased Farmer Production and Income in Kubu Raya District. *Jurnal Pertanian Agros*, 23(1), 209–216.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., dan Stensel, H. D. (2018). *Solutions manual - Wastewater engineering: Treatent and resource recovery Fifth Edition*. 1856.
- Triyanto, Wijaya, N. I., Widiyanto, T., Yuniarti, I., Setiawan, F., & Lestari, F. S. (2012). Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI. *Mitigasi Kerusakan Ekosistem Danau Prioritas Nasional Berbasis Tinjauan Limnologis Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan*, 739–751. <http://lipi.go.id/publikasi/pengembangan-silvofishery-kepiting-bakau-scylla-serrata-dalam-pemanfaatan-kawasan-mangrove-di-kabupaten-berau-kalimantan-timur/2411>

- Wang, Y., Qiu, L. P., dan Hu, M. F. (2018). Magnesium Ammonium Phosphate Crystallization: A Possible Way for Recovery of Phosphorus from Wastewater. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 392(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/392/3/032032>
- Warmadewanthi dan Liu, J.C. 2009. "Recovery of Phosphate and Ammonium as Struvite from Semiconductor Wastewater". *Separation and Purification Technology* 64: 368–373. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2008.10.040>
- Willey et al, 2008 : Willey, J.M., Sherwood, L.M. and Woolverton, C.J. (2008) Prescott, Harley and Klein's Microbiology. 7th Edition, McGraw Hill, New York.
- Wong, M. V., Hashsham, S. A., Gulari, E., Rouillard, J. M., Aw, T. G., & Rose, J. B. (2013). Detection and characterization of human pathogenic viruses circulating in community wastewater using multi target microarrays and polymerase chain reaction. *Journal of water and health*, 11(4), 659-670.
- Yuan, C., Zhai, Q., & Dornfeld, D. (2012). A three dimensional system approach for environmentally sustainable manufacturing. *CIRP annals*, 61(1), 39-42.