

Nomor Urut: 184 D /UN7.F3.6.TL/DL/II/2025

Laporan Tugas Akhir

***DETAIL ENGINEERING DESIGN* INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH TAMBAK PEMBESARAN UDANG VANNAMEI
(*LITHOPENAEUS VANNAMEI*) SUPRA INTENSIF DI KAWASAN
SCIENCE TECHNO PARK, UNIVERSITAS DIPONEGORO,
KABUPATEN JEPARA**



Disusun Oleh:

Khaidar Yahya

21080119140123

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2025

HALAMAN PENGESAHAN

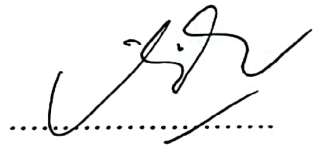
Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Khaidar Yahya
NIM : 21080119140123
Jurusan/Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Detail Engineering Design (DED) Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Area Tambak Udang Supra Intensif di Direktorat Science And Techno Park (DSTP) Universitas Diponegoro, Kabupaten Jepara

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

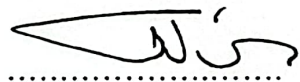
Pembimbing I:

Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc.Ph.D.
197803032010122001



Pembimbing II:

Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T.
197310242000031001



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

Ir. Pertiwi Andarani, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPP
198704202014012001



Semarang, 07 Februari 2025
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip



Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

ABSTRAK

Air limbah dari tambak pembesaran udang berasal dari aktivitas budidaya yang menghasilkan debit sebesar 6,077 m³/hari. Namun, fasilitas pengolahan air limbah yang memadai belum tersedia. Sesuai dengan peraturan yang berlaku, setiap usaha yang menghasilkan air limbah wajib mengelola limbahnya agar memenuhi regulasi dan menjaga kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan sistem pengolahan air limbah yang sesuai untuk Tambak Pembesaran Udang STP Universitas Diponegoro. Perencanaan ini diawali dengan analisis kuantitas dan kualitas air limbah yang dihasilkan guna menentukan alternatif pengolahan yang optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas air limbah mencakup BOD sebesar 15,08 mg/l, COD 1.120 mg/l, TSS 310 mg/l, Sulfida 0,343 mg/l, Amonia 0,435 mg/l, pH 7,00, suhu 28°C, Minyak dan Lemak 103 mg/l, serta Klor Bebas 13.926,69 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu kualitas air limbah, parameter COD, TSS, Minyak dan Lemak, serta Klor Bebas melebihi ambang batas yang ditetapkan. Untuk mengatasi hal tersebut, sistem pengolahan air limbah dirancang dengan unit-unit yang mampu menurunkan kandungan pencemar tersebut. Unit-unit yang digunakan meliputi Bak *Grease Trap*, Bak Prasedimentasi, Bak Oksidasi Ozon, Bak Aerasi, Bak Sedimentasi Akhir, Bak Pengumpul, dan Bak *Sludge Drying Bed*.

Kata kunci: air limbah, tambak pembesaran udang, STP Universitas Diponegoro, prasedimentasi, *grease trap*, oksidasi ozon, aerasi, sedimentasi akhir, bak pengumpul, *sludge drying bed*.

ABSTRACT

Wastewater from shrimp grow-out ponds originates from aquaculture activities, generating a discharge of 6.077 m³/day. However, adequate wastewater treatment facilities are not yet available. According to applicable regulations, any business that produces wastewater must manage it to comply with regulations and preserve the surrounding environment. Therefore, a wastewater treatment system is needed for the Shrimp Grow-Out Pond at STP Universitas Diponegoro. This planning process begins with an analysis of the quantity and quality of the generated wastewater to determine the most suitable treatment alternatives. The analysis results indicate that the wastewater quality includes BOD at 15.08 mg/L, COD at 1,120 mg/L, TSS at 310 mg/L, Sulfide at 0.343 mg/L, Ammonia at 0.435 mg/L, pH at 7.00, temperature at 28°C, Oil and Grease at 103 mg/L, and Chlorine at 13,926.69 mg/L. Compared to the wastewater quality standards, the parameters COD, TSS, Oil and Grease, and Free Chlorine exceed the permissible limits. To address this issue, a wastewater treatment system is designed with units capable of reducing these pollutant concentrations. The treatment units include a Pre-Sedimentation Tank, Grease Trap, Ozone Oxidation Tank, Aeration Tank, Final Sedimentation Tank, Collection Tank, and Sludge Drying Bed.

Keywords: *wastewater, shrimp grow-out pond, STP Universitas Diponegoro, pre-sedimentation, grease trap, ozone oxidation, aeration, final sedimentation, collection tank, sludge drying bed.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tambak Pembesaran Udang Vannamei STP Universitas Diponegoro adalah jenis tambak supra intensif yang jumlah kultifan atau biota yang dipelihara jauh lebih banyak dibandingkan dengan tambak intensif dan konvensional. Banyaknya kultifan yang dibudidaya berdampak pada jumlah pakan yang dibutuhkan lebih banyak dan berdampak pada sisa pakan dan kotoran biota yang lebih banyak pula. Dengan demikian Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro berpotensi menghasilkan buangan limbah cair yang jauh lebih banyak dibandingkan tambak intensif dan konvensional lainnya. Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro STP Universitas Diponegoro berlokasi di tepi laut dan membuang limbah cair langsung ke perairan laut tanpa adanya IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) untuk Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro. Hal ini berdampak pada potensi pencemaran perairan laut di sekitar wilayah pembuangan limbah sangat tinggi.

Perairan laut di sekitar Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro adalah perairan jernih yang memiliki ekosistem hayati perairan yang kompleks seperti ekosistem terumbu karang, padang lamun, perairan pantai berpasir dengan hamparan yang luas dan memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi. Ekosistem alami dan keanekaragaman hayati biota laut sangat rentan terhadap polutan yang disebabkan oleh buangan polutan berkonsentrasi tinggi seperti TSS, BOD, Amonia, Nitrat, dan Fosfat dari Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro. Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro STP adalah prototipe dan media pembelajaran budidaya perikanan laut yang diharapkan bersifat ramah lingkungan, sebagai pusat penelitian budidaya laut dan komersialisasi riset dari Universitas Diponegoro dan instansi baik pemerintah dan swasta, serta perguruan tinggi lain di Jawa Tengah khususnya.

Permasalahan tersebut menjadi penyebab utama pentingnya dilakukan perencanaan DED IPAL tambak pembesaran Udang Vannamei supra intensif STP Universitas Diponegoro. Keberadaan IPAL dan efektivitasnya menjadi bagian penting dalam menjaga keberlanjutan budidaya tambak dan kelestarian ekosistem dan biota laut di sekitarnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat ditentukan identifikasi masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Air limbah yang dihasilkan dari Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro yang dapat mencemari lingkungan laut.
2. STP Universitas Diponegoro menjadi objek studi tugas akhir ini belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
3. STP Universitas Diponegoro yang menjadi objek studi tugas akhir ini mengupayakan pengolahan air limbah secara mandiri sebagai investasi untuk mengurangi biaya pengolahan air limbah sebelumnya yang langsung dibuang ke laut.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik air limbah tambak udang di Kawasan STP Universitas Diponegoro?
2. Bagaimana perencanaan *Detail Engineering Design (DED)* pengolahan air limbah yang tepat untuk mengolah air limbah yang dihasilkan oleh Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro STP Universitas Diponegoro?
3. Bagaimana pemanfaatan *effluent* IPAL Tambak Pembesaran Udang Vanamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro?
4. Berapa biaya yang diperlukan untuk perencanaan pengolahan air limbah yang dihasilkan oleh STP Universitas Diponegoro?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dirumuskan tujuan sebagai berikut.

1. Menganalisis karakteristik air limbah yang dihasilkan dari kegiatan Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro.
2. Merencanakan *Detail Engineering Design (DED)* pengolahan air limbah yang dihasilkan oleh Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro.
3. Pemanfaatan *effluent* IPAL Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro.
4. Menghitung biaya untuk sistem pengolahan air limbah yang dihasilkan Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro STP Universitas Diponegoro.

1.5 Pembatasan Masalah

Agar tugas akhir ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam, maka dibuat pembatasan masalah dalam perencanaan pengolahan air limbah Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro yang terbagi dalam tiga ruang lingkup sebagai berikut.

1. Ruang Lingkup Kajian

Perencanaan pembangunan IPAL Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro STP difokuskan untuk mengkaji hal-hal berikut.

- a. Kajian mengenai kondisi eksisting Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro.
- b. Kajian mengenai karakteristik air limbah yang dihasilkan Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro.
- c. Kajian mengenai perencanaan sistem pengolahan air limbah yang sesuai dengan karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh tambak undang supra intensif STP Universitas Diponegoro.

- d. Kajian ini hanya berfokus pada perancangan detail teknis IPAL Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro, tanpa memasukkan unit pengolahan khusus untuk menyisihkan kadar klor bebas yang sebesar 13.962 mg/L. Oleh karena itu, evaluasi terhadap dampak klor bebas dalam *effluent* IPAL dan metode pengolahannya akan menjadi ruang lingkup penelitian lanjutan.
- e. Kajian Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan untuk IPAL Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro.

2. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah perencanaan sistem pengolahan air limbah pada tugas akhir ini adalah perencanaan pengolahan air limbah yang dihasilkan dari kegiatan Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro yang dilakukan di STP Universitas Diponegoro yang berlokasi di Desa Teluk Awur, Kabupaten Jepara.

3. Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan perencanaan bangunan IPAL Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro adalah sebagai berikut.

- a. Mengumpulkan data primer dan sekunder.
- b. Menganalisis data-data yang didapatkan.
- c. Merencanakan sistem pengolahan air limbah yang tepat sesuai karakteristik air limbah yang dihasilkan.
- d. Merencanakan RAB yang diperlukan untuk sistem pengolahan air limbah yang dihasilkan.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari *Detail Engineering Design* Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro sebagai berikut:

1. Bagi Pengelola *Science Techno Park* Universitas Diponegoro

Detail Engineering Design ini dapat menjadi masukan dan pertimbangan bagi pengelola STP Universitas Diponegoro dalam perencanaan bangunan IPAL Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro sehingga nantinya kualitas *effluent* tidak melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan.

2. Bagi Universitas Diponegoro

Detail Engineering Design ini dapat menjadi referensi terkait pengambilan kebijakan perencanaan sistem pengolahan air limbah tambak supra intensif di STP Universitas Diponegoro.

3. Bagi Penulis

Detail Engineering Design ini berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan serta pengalaman ilmiah dalam menyusun sistem pengolahan air limbah, menyusun *Detail Engineering Design* dan Rencana Anggaran Biaya pengolahan air limbah Tambak Pembesaran Udang Vannamei Supra Intensif STP Universitas Diponegoro yang berguna untuk diterapkan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3), 331-349.
- Appropriate Technology for On-Site Sanitation. *Water SA*, Vol.30(45-50).
- Asmadi , & Suharno. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Avnimelech, Y. (2012). *Biofloc technology—A practical guide book*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Azizah. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik Dan Sarana Kesehatan.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara. (2024). *Kabupaten Jepara Dalam Angka 2024*. Kabupaten Jepara: BPS Kabupaten Jepara. ISSN: 0215-5249.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Tata Cara Uji Nitrit (N₂-N) Secara Spektrofotometri (SNI 06-6989.9-2004)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Tata Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) Secara Gravimetri*. Badan Standarisasi Nasional. SNI 06-6989-2004.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Tata Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Dpektrofotometer Secara Asam Askorbat (SNI 06-6989.31-2005)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Tata Cara Uji Kadar Hidrogen Sulfida (H₂S) Dengan Metoda Biru Metilen Menggunakan Spektrofotometer (SNI 19-7117.7-2005)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Tata Cara Uji Kekeruhan dengan Nefelometer (SNI 06-6989.25-2005)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah (SNI 6989.59-2008)*. Jakarta: BSN.

- Badan Standarisasi Nasional. (2009). Tata Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/ BOD) (SNI 6989.72-2009). Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). Tata Cara Uji Nitrat (N3-N) Dengan Spektrofotometer UV – Visibel Secara Reduksi Kadmium (SNI 6989.79-2011). Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata Cara Uji Derajat Kesamaan (pH) Dengan Menggunakan pH Meter (SNI 6989.11-2019). Jakarta: BSN.
- Badarruddin, & Hardiansyah, F. (2015). Perhitungan Optimasi Bahan Bakar Solar pada Pemaikaian Generator Set di BTS. *Journal Teknik Elektro*, Vol.6 (2) : 61-79.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media.
- BPBAPSitubondo. (2021). *Budidaya Udang Vannamei (Lithopenaeus Vannamei) di Tambak Udang Millenial*. Situbondo: BPBAP Press.
- Brown, C., Green, T., & Williams, R. (2019). Reuse of Treated Wastewater in Agriculture and Industry. *Journal of Environmental Management*, 231, 1032-1040.
- Burford, M. A., & Williams, K. C. (2001). The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. *Aquaculture*, 198(1-2), 79-93.
- Cabello, F. C. (2006). Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environmental Microbiology*, 8(7), 1137-1144.
- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Charpentier, J. C. (1981). Mass-transfer rates in gas-liquid absorbers and reactors. *Advances in chemical engineering* , 11, 1-133.
- Chauro Aina, L., Rita S.D., E., & Kaswinarni, F. (2017). Biomonitoring Pencemaran Sungai Silugonggo Kecamatan Juwana Berdasarkan Kandungan Logam Berat (Pb) pada Ikan Lundu. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(2).

- Diaz, Otoniel , C., & Luciana , S.-N. (2014). Removal of Selected Organic Micropollutants In Planted and Unplanted Pilot-Scale Horizontal Flow Constructed Wetlands Under Conditions of High Organic Load . *Ecological Engineering*, 71:234-245.
- Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929.
- DLH Surabaya, P. K. (2019). *Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Perhotelan*. Surabaya: DLH Surabaya Press.
- Dyah, A. 2012. *Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai (Tesis)*. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan. Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ellis, J., Shutes, & Revitt, D. (2003). *Guidance manual for constructed wetland*. United Kingdom: Environment Agency.
- EPA. (2003). *Handbook of ozone technology and applications*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Filliazati, M. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang*. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1–10.
- Foxon, F., & Pillay, S. (2004). *The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An*
- Haliman, R., & Dian. (2006). *Udang Vannamei*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hoigné, J., & Bader, H. (1983). Rate constants of reactions of ozone with organic and inorganic compounds in water—I: Non-dissociating organic compounds. *Water research* , 17(5), 513-520.
- Hongsheng, Y. Y. (2008). *Design and performance of superintensive shrimp culture system*. Qindhao: Institute of Oseanology, Chinese Academy of Sciences.
- Imanurwahid, A., & Samiyah, N. (2021). *Skripsi:Perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Universitas Diponegoro Dalam Mendukung Konsep Green And Sustainable Campus*. Semarang: Universitas Diponegoro press.
- Karya, C. (2018). *Buku A Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Kefaningrum , A., Suletra, I., & Eko. (2017). Pemilihan Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Dengan Metode Fuzzy Topsis (Studi Kasus : Sentra Industri Tahu Desa Wirogunan). Prosiding SNST ke8, 117-122.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2019. Instalasi Pengolahan Air Limbah Pembesaran Tambak Pembesaran Udang. Petunjuk Teknis. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Kementerian Kelautan dan Perikanan RI.
- Kementrian Kesehatan RI. (2011). Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anerob-Aerob pada Fasilitas Kesehatan. Jakarta: Direktur Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan.
- Kencanawati, C. I. P. K. 2016. Sistem Pengelolaan Air Limbah. Jurnal Sistem Pengolahan Air Limbah, 7473, 1–55.
- Keputusan Menteri Kelautan Dan Perikanan Nomor: 28 Tahun 2004 Tentang Pedoman Umum Budidaya Udang di Tambak.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004 Tentang Standar Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut.
- Konerup, Dennis, & Thammarat, K. (2008). Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with canna and heliconia. Ecological Engineering, 35:248-25.
- Kunio, E., & Noriatsu, A. (1992). Eisei Kougaku Enshu - Jousuido to Gesuidou. Tokyo, Japan: Morikita Publishing.
- Lee, H., & Kim, S. (2020). Sustainable Aquaculture: Principles and Practices. London: Taylor & Francis.
- Lin, S. D. (2007). Water and wastewater calculations manual . McGraw-Hill Companies.

- Listiyanti, E., & Widodo. (2019). Potensi Pengembangan Udang Vannamei di Tambak pembesaran udang vannamei STP Universitas Diponegoro Kabupaten Jepara Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sub Topik Agribisnis, 143-151.
- Mara, D. (2006). Constructed Wetlands Are Not A Viable Alternative or Addition to Waste Stabilization Ponds. IWA Specialist Conference on Waste Stabilization Ponds (hal. 7). Bangkok: International Water Asosiation.
- Maryani, P. A. (2016). Perencanaan Detail Engineering Desain (DED) Instalasi Pengolahan Air Limbah TPI Sedati menggunakan Anaerobic Baffle Reaktor dan Anaerobic Biofilter Bioballs. Surabaya: Teknik Lingkungan ITS Press.
- Metcalf, & Eddy. (1991). Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse, Third Editon. New York: McGraw-Hill.
- Metcalf, & Eddy. (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4l Edition. New York.: McGraw-Hill.
- Miller, D. (2017). Aquaponics and the Future of Sustainable Farming. International Journal of Agricultural Sustainability, 12(3), 220-230.
- Muqsith, A. (2014). Dampak Kegiatan Tambak Udang Intensif Terhadap Kualitas Fisika - Kimia di Perairan Banyuputih Situbundo. Jurnal Ilmu Perikanan, Vol (5):1-6.
- Nhan, D. K., Verdegem, M. C. J., Milstein, A., & Verreth, J. A. J. (2008). Water and nutrient budgets of ponds in integrated agriculture-aquaculture systems in the Mekong Delta, Vietnam. Aquaculture Research, 39(11), 1213-1223.
- Nugroho. (2006). Bioindikator Kualitas Air. Jakarta: Trisakti.
- Nurlaila, Dewiyanti, I., & Wijaya, S. (2016). Identifikasi dan prevalensi Ektoparasit pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah, Vol 1(3): 338-396.
- Pandapotan, C. D., & Mukhlis. (2017). Pemanfaatan Limbah Lumpur Padat
- Perikanan, K. K. (2019). Petunjuk Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Pembesaran Udang. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.

- Perikanan, K. K. (2020). Laporan Tahunan Kementrian Kelautan dan Perikanan 2020. Jakarta: KKP Press.
- Prima, P. P. (2016). SOP Udang Vannamei. Jakarta: CPP Press.
- Rahadi, B., Ruslan, & Aprilia. (2018). Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pengolahan Limbah Industri Tahu untuk Menurunkan Kadar BOD, COD, dan TSS. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 18-26.
- Rajvaidya, N., & Markandey. (1998). Advances in environmental science and technology: treatment of pulp and paper industrial effluent. New Delhi, India: A.P.H. Publishing.
- Rakness, K. L. (2005). Ozone in drinking water treatment: Process design, operation, and optimization. Denver, CO: American Water Works Association. 1
- Ratnawati, R., Alkholif, & Sugito. (2014). Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Biofilter Untuk Mengolah Air Limbah Poliklinik UNIPA Surabaya. Jurnal Teknik WAKTU, 02.
- Rezagama, A. (2014). Buku Ajar Penyaluran Air Buangan. Semarang: Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Diponegoro.
- Rusmiyati, S. (2011). Meja rupiah budidaya udang vannamei varietas baru unggulan. Yogyakarta: Pustaka baru press.
- Said, N. I. (2017). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Secara Biologis. Yogyakarta: Deepublish.
- Said, N. I., & Widayat, W. (2019). Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biofilter AnaerobAerob. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Sari, M., Santi, D. N., & chahaya, I. (2013). Analisa Kadar CO dan NO3 di Udara dan Keluhan Gangguan Saluran Pernafasan pada Pedagang Kaki Lima di Pasar Sangkumpal Boang Kota Padang Sidempuan Tahun 2013. Jurnal Kesehatan Masyarakat universitas Sumatera Utara, 1-9.
- Sasse, L. (1998). Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries. Bremen, Germany: Borda.

- Smith, J., & Jones, A. (2018). *Wastewater Treatment in Aquaculture: Techniques and Applications*. New York: Springer.
- Sufinah Rosadi, W. S. (2017). Analisis Penentuan Jalur Pipa Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik dengan Weighted Ranking Technique (WRT) di Kecamatan Bogor Tengah. *Jurnal Reka Lingkungan*, 8(1), 14–26. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v8i1.14-26>
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Syah, R., Makmur, & Undu, M. C. (2014). Estimasi Bebas Limbah Nutrien Pakan dan Daya Dukung Kawasan Pesisir untuk Tambak Udang Vanamei Superintensif. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol.9 No.3, 439-448.
- Tchobanoglous, 2003, *Wastewater Engineering; Treatment, Disposal and Reuse*, 4th edition, McGraw-Hill, New York.
- Thompson, G., & Swain, J. (2001). The treatment of pulp and paper mill effluent: a review. *Bioresource Technology*, 275-286.
- Tilley, N. (2014). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. 2nd Revised Edition. Duebendorf, Switzerland:: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Tjokrokusumo, KRT. 1995. *Pengantar Engineering Lingkungan*, YLH STTL, Yogyakarta.
- Ugroseno, w., Bisri, Jafan, & Rahma. (2019). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Tambak Intensif Udang Vannamei Kota Probolinggo. *Jurnal Teknik Pengairan Universitas Brawijaya*.
- Von Gunten, U. (2003). Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics and product formation. *Water research*, 37(7), 1443-1467.
- Wallace, S., & Robert, L. (2006). *Small Scale Constructed Wetland Treatment Systems: Feasibility, Design Criteria, and O&M Requirements*. United Kingdom: The Water Environment Research Foundation.
- Walski, T. (2007). *Wastewater Collection System Modelling and Design*. USA: Bentley Institute Press.

- Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., ... & Williams, S. L. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12377-12381.
- Wulandari, Widyorini, & Wahyu. (2015). Hubungan Pengelolaan Kualitas Air Dengan Kandungan Bahan Organik, NO₂ Dan NH₃ Pada Budidaya Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Keburuhan Purworejo.
- Yuwono, S., & Wijaya, R. (2021). Efisiensi Penggunaan Air Limbah untuk Pertanian. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 15(2), 67-75.