

Nomor Urut: 054 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2022

055 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2022

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN SISTEM PENGELOLAAN AIR
LIMBAH UMKM TAHU DI DESA SUGIHMANIK,
KECAMATAN TANGGUNG HARJO, KABUPATEN
GROBOGAN**



Disusun Oleh:

SEKAR ANINDYA PUTRI NIMPOENO

21080119120021

REIHAN AUDI AKBAR

21080119140134

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH
UMKM TAHU DI DESA SUGIHMANIK, KECAMATAN TANGGUNGHARJO,
KABUPATEN GROBOGAN**

Disusun oleh:

Nama : Sekar Anindya Putri Nimpoeno
NIM : 21080119120021

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 04 Agustus 2023

Menyetujui,

Penguji I



Ir. Nurandani Hardyanti S.T., M.T., IPM., ASEAN
Eng.
NIP. 197301302000032001

Penguji II



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

Pembimbing I



Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati S.T., M.Si., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197103301998022001

Pembimbing II



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



HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH
UMKM TAHU DI DESA SUGIHMANIK, KECAMATAN TANGGUNG HARJO,
KABUPATEN GROBOGAN**

Disusun oleh:

Nama : Reihan Audi Akbar
NIM : 21080119140134

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 04 Agustus 2023

Menyetujui,

Penguji I

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

Penguji II

Ir. Nurandani Hardyanti S.T., M.T., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197301302000032001

Pembimbing I

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati S.T., M.Si., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197103301998022001

Pembimbing II

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



ABSTRAK

Desa Sugihmanik, Kecamatan Tanggunharjo, Kabupaten Grobogan merupakan kawasan sentra produsen tahu yang terdiri atas 22 UMKM tahu. UMKM tahu yang diharapkan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat, di sisi lain juga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan berupa pencemaran air karena air limbah tersebut langsung dialirkan ke sungai tanpa proses pengolahan. Berdasarkan permasalahan yang ada, urgensi perencanaan sistem pengelolaan air limbah UMKM tahu di Desa Sugihmanik semakin diperlukan, baik terkait jaringan perpipaan penyaluran air limbah maupun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Perencanaan ini dilakukan dengan menganalisis kuantitas dan kualitas air limbah yang dihasilkan sehingga dapat ditentukan alternatif pengelolaan air limbah yang akan diterapkan. Total produksi kedelai untuk pembuatan tahu pada keseluruhan 22 UMKM tahu dalam 1 hari berjumlah 3200 kg yang menghasilkan debit rata-rata air limbah sebesar 67,997 m³/hari. Beban organik yang terdapat di dalam air limbah tahu yaitu BOD (4.179,31 mg/l); COD (6.280 mg/l); TSS (1.053,33 mg/l); dan pH (4,23). Perencanaan sistem penyaluran air limbah UMKM tahu menggunakan metode konvensional (*conventional sewer*) dengan mempertimbangkan elevasi tanah sehingga dapat mengalirkan air limbah secara gravitasi. Pipa yang digunakan berjenis PVC dengan variasi diameter 100 mm dan 200 mm, selain itu agar peyaluran air limbah dapat beroperasi dengan baik direncanakan juga bangunan pelengkap berupa lubang kontrol (*manhole*) dan bak inspeksi. Di samping itu, upaya pengolahan air limbah terdiri dari unit *bar screen*, bak ekualisasi, bak sedimentasi pertama, biodigester anaerobik, biofilter anaerobik, biofilter aerobik, bak sedimentasi akhir.

Kata kunci: Desa Sugihmanik; sistem pengelolaan air limbah; air limbah tahu

ABSTRACT

Sugihmanik Village, Tanggunharjo Subdistrict, Grobogan Regency is a tofu producer center area that consisting of 22 tofu micro industries. The tofu micro industry which are expected to improve the community's economy, on the other hand it can also cause environmental problems in the form of water pollution because the wastewater is directly flowed into the river without treatment. Based on existing problems, the urgency of planning a wastewater management system for tofu micro industry in Sugihmanik Village is increasingly needed, both related to the piping network of wastewater distribution and the Wastewater Treatment Plant (WWTP). This planning is carried out by analyzing the quantity and quality of wastewater produced so that alternative wastewater management can be determined to be applied. The total production of soybeans for tofu making in all 22 tofu micro industries in 1 day amounted to 3200 kg which resulted in an average discharge of 67,997 m³ / day. The organic load contained in the tofu wastewater is BOD (4,179.31 mg/l); COD (6,280 mg/l); TSS (1,053.33 mg/l); and pH (4.23). Planning of wastewater distribution system for micro industry knows using conventional sewer by considering ground elevation so that it can drain wastewater by gravity. The pipes used are PVC types with variations in diameter of 100 mm and 200 mm, in addition, in order for wastewater distribution to operate properly, complementary buildings in the form of manholes and inspection tubs are also planned. In addition, the treatment efforts chosen to treat tofu micro industry's wastewater consist of bar screen units, equalization basins, primary sedimentation basins, anaerobic biodigesters, anaerobic biofilters, aerobic biofilters, secondary sedimentation basins. The efficiency of wastewater treatment obtained from the treatment efforts carried out is > 90% for each pollutant parameter.

Keywords: *Sugihmanik Village; wastewater management systems; tofu wastewater*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Grobogan merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Luas Wilayah Administrasi Pemerintahan Kabupaten Grobogan tercatat seluas 2.023,85 Km² dan merupakan kabupaten terluas nomor 2 di Provinsi Jawa Tengah setelah Kabupaten Cilacap. Secara administratif Kabupaten Grobogan terdiri dari 19 kecamatan dan 280 desa/kelurahan dengan jumlah RT dan RW sebanyak 9.096 RT dan 1.756 RW.

Desa Sugihmanik, Kecamatan Tanggunharjo merupakan salah satu desa di Kabupaten Grobogan dan memiliki sumber mata air yang dikenal dengan Sendang Mudal dan Sendang Sari. Desa Sugihmanik memiliki sentra UMKM tahu yang berada di daerah sekitaran sendang yang terdiri atas 22 UMKM tahu. UMKM tahu merupakan industri kecil pangan skala rumah tangga yang berpotensi dalam pencemaran air dari limbah cair yang dihasilkannya (Mufida, 2015) dan pada umumnya jarang memiliki instalasi pengolahan limbah cair yang dihasilkan karena diperlukan biaya yang besar dalam pembangunan maupun operasionalnya. Berdasarkan pengujian yang pernah dilakukan di beberapa UMKM tahu Desa Sugihmanik, debit rata-rata air limbah tahu yang dihasilkan oleh 22 UMKM tahu tersebut mencapai 4,46 m³/hari/UMKM (Nugraha, 2021). Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan UMKM tahu tersebut memiliki pH yang rendah dan mengandung protein, bahan organik seperti COD sebesar 5000-8000 mg/L (Wagiman, 2001 dalam Wagiman, 2006), serta padatan terlarut yang cukup tinggi.

Industri UMKM tahu di Desa Sugihmanik yang diharapkan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat, di sisi lain juga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan berupa pencemaran air. Selama proses produksi tahu tentunya akan menghasilkan *non product output* (NPO) berupa limbah cair yang berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, penyaringan, dan pencetakan tahu. Limbah cair tersebut langsung dibuang ke sungai yang disalurkan melalui pipa

tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Kondisi eksisting dari pipa – pipa penyaluran air limbah yang saat ini terpasang dalam kondisi yang tidak semestinya dan tidak tertata dengan rapi. Pipa - pipa penyaluran limbah cair tersebut terdapat beberapa yang mengalami kebocoran, putus, dan berkarat sehingga memungkinkan adanya tumpahan air limbah sebelum sampai ke sungai. Hal tersebut menyebabkan pencemaran lingkungan seperti peningkatan kekeruhan dan bau pada aliran sungai yang mengalir dari sendang ke pemukiman, menurunnya kualitas sumur-sumur rumah tangga, dan produktivitas hasil pertanian cenderung menurun. Lokasi sentra UMKM tahu yang berada di permukiman penduduk menjadikan permasalahan pencemaran limbah cair tahu semakin kompleks.

Dalam RPJMD Kabupaten Grobogan Tahun 2021 – 2026, Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang urusan pekerjaan umum dan penataan ruang diukur menggunakan indikator Persentase Warga Negara yang memperoleh Layanan Pengolahan Air Limbah Domestik. Belum optimalnya capaian layanan air limbah domestik pada tahun 2020 sebesar 73,79% sehingga masih banyak masyarakat di Kabupaten Grobogan yang belum memperoleh layanan air limbah domestik. Dalam RPJMD Kabupaten Grobogan Tahun 2021 – 2026 menargetkan capaian layanan air limbah domestik pada tahun 2026 sebesar 82,29 % sehingga diharapkan tercapainya persentase rumah tangga yang menempati hunian dengan akses sanitasi (air limbah domestik) yang layak.

Berdasarkan permasalahan yang ada, urgensi pembangunan sistem pengelolaan air limbah UMKM tahu di Desa Sugihmanik semakin diperlukan, baik terkait jaringan perpipaan penyaluran air limbah maupun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Hal tersebut diharapkan mampu mengurangi bahkan menghilangkan beban pencemar limbah cair UMKM tahu, meningkatkan daya dukung sungai sendang, dan meningkatkan kualitas lingkungan di sekitar. Dengan demikian, penulis mengusulkan perencanaan berjudul “Perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah UMKM Tahu di Desa Sugihmanik, Kecamatan Tanggunharjo, Kabupaten Grobogan”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berikut identifikasi masalah berdasarkan latar belakang di atas yang menjadi bahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

1. Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan UMKM tahu mengandung beban pencemar yang cukup tinggi.
2. Pembuangan air limbah yang dilakukan dengan mengalirkannya langsung dari UMKM tahu ke sungai melalui pipa-pipa yang dipasang tidak tertata dengan rapi berpotensi merusak daya dukung sungai dan memungkinkan terjadinya kebocoran yang mampu menyebabkan pencemaran tanah.
3. Keterbatasan dalam ketersediaan lahan pembangunan IPAL sehingga diperlukan suatu upaya pengoptimalan kegiatan perencanaan bangunan pengolahan dan penyaluran air limbah.
4. Kondisi ekonomi UMKM tahu yang berskala rumahan dengan pendapatan yang tergolong menengah ke bawah sehingga diperlukan perencanaan sistem pengelolaan air limbah yang mampu menyisihkan beban organik sekaligus mempunyai beban operasional dan pemeliharaan yang mudah dan murah.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting pengelolaan limbah cair tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan?
2. Bagaimana karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh UMKM industri tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan?
3. Bagaimana perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah yang tepat meliputi sistem penyaluran dan sistem pengolahan air limbah untuk mengelola limbah cair kegiatan UMKM tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan agar memenuhi baku mutu yang tercantum pada Perda Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012?

4. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari perencanaan jaringan perpipaan penyaluran air limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal UMKM tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan?

1.4 Tujuan

Berikut rumusan tujuan pada tugas akhir ini yang menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan yaitu:

1. Menganalisis kondisi eksisting pengelolaan limbah cair tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan.
2. Menganalisis karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh UMKM industri tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan.
3. Merencanakan Sistem Pengelolaan Air Limbah yang tepat dalam menyisihkan beban pencemar dari limbah cair kegiatan UKM tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan agar memenuhi baku mutu yang tercantum pada Perda Provinsi Jawa tengah Nomor 5 Tahun 2012.
4. Menentukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari perencanaan jaringan perpipaan penyaluran air limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal UMKM tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan

1.5 Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam perencanaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Obyek perencanaan adalah sistem penyaluran air limbah tahu dari masing-masing UMKM menuju IPAL dan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal UMKM tahu Desa Sugihmanik.
2. UMKM tahu yang masuk dalam perencanaan berada di Desa Sugihmanik, Kecamatan Tanggunharjo, Kabupaten Grobogan
3. Air limbah tahu yang akan masuk ke IPAL hanya limbah cair yang berasal dari 22 UMKM tahu yang membayar iuran lahan untuk pembangunan IPAL.
4. Parameter kualitas air limbah tahu yang dilakukan pengolahan adalah BOD₅, COD, TSS, dan pH serta parameter kuantitas air limbah tahu berupa debit sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012

tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

5. Perencanaan yang dilakukan meliputi pengumpulan dan analisis data primer dan data sekunder, perhitungan kuantitas/debit air limbah, perhitungan sampling beban organik eksisting, desain jaringan penyaluran air limbah, pemilihan unit IPAL, perhitungan dimensi dari masing-masing unit IPAL, dan perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.6 Manfaat

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari perencanaan sistem pengelolaan air limbah UMKM tahu adalah sebagai berikut.

1. Bagi Penulis

Sebagai salah satu sarana dalam mengaplikasikan disiplin ilmu Teknik Lingkungan di kehidupan sehari-hari, menyelesaikan Tugas Akhir (TA) penulis, dan menambah wawasan mengenai perencanaan sistem pengelolaan air limbah yang tentunya akan berguna di masa mendatang.

2. Bagi Masyarakat Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan

Sebagai solusi atas permasalahan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan UKM tahu sehingga tidak lagi mencemari sungai dan lingkungan sekitar pemukiman warga. Sekaligus meningkatkan daya dukung sungai kedepan.

3. Bagi Pemerintah Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan

Hasil perencanaan dapat menjadi pertimbangan bagi Pemerintah Kabupaten Grobogan dalam mengalokasikan anggaran dalam kegiatan operasional pengelolaan limbah cair kegiatan UKM tahu di Desa Sugihmanik, Kecamatan Tanggunharjo, Kabupaten Grobogan.

4. Bagi Universitas

Perencanaan ini dapat menjadi tambahan referensi pada proses pembelajaran terkait perencanaan sistem pengelolaan air limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ancella, D. (2013). *Pengolahan Limbah Buangan Industri Tahu Menggunakan Bioreaktor Biakan Melekat Secara Anaerob - Aerob*.
- Arcadio P. Sinceroi, G. A. (2002). *Physical-Chemical Treatment of Water and Wastewater*. CRC Press.
- Arsyad, M. (2015). *Perencanaan Sistim Perpipaan Air Limbah Kawasan Pemukiman Penduduk*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 283-293.
- Babbitt, H.E. (1982). *Sewage and Sewerage Treatment Plant*. New York: McGrawHil.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Grobogan. (2022). *Kecamatan Tanggunharjo Dalam Angka Tahun 2022*. BPS Kabupaten Grobogan
- Bell, J. (2002). *Treatment of Dye Wastewaters in The Anaerobic Baffled Reaktor and Characterisation of The Associated Microbial Populations*. Ph.D Thesis, School of Chem. Eng., Univ. of Natal, Durban.
- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. New York: WCB/McGraw-Hill.
- Davis, M. L. (2003). *Water and Wastewater Engineering*. Michigan State University: Mc Graw Hill.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). *Buku Utama Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem pengelolaan Air limbah Domestik Terinci (SPALD - T)*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T): Buku A Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T): Buku B Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pengolahan Terpusat*. Jakarta.
- Dornelas, F. L., M. B. Machado & M. von Sperling. (2008). *Performance evaluation of planted and unplanted subsurface-flow constructed wetlands*

- for the post-treatment of UASB reactor effluents. In Billore, S., P. Dass & J. Vymazal (eds), *Proceedings of 11th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Vol. 1*. Institute of Environment Management and Plant Sciences, Vikram University, Ujjain: 400–407.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fair, Geyer. (1981). *Water and Wastewater Engineering (Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal)*. John Willey & Sons, Inc.
- Filliazati, Mega; Apriani, Isna; Zahara, Titin Anita. (2013). *Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aero Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Ginting, Perdana. (2007). *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Hammer, M. J. (2008). *Water and Wastewater Technology*. University of Virginia: Pearson/Prentice Hall.
- Herlambang, A. (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Samarinda: Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Bapedal.
- Hussain, Matloub, Mian M. Ajmal, Mehmood Khan, and Hussein Saber. (2015). *Competitive Priorities and Knowledge Management: An Empirical Investigation of Manufacturing Companies in UAE*. *Journal of Manufacturing Technology Management* 26 (6): 791–806.
- Kadarsah Suryadi, M. A. (2000). *Sistem pendukung keputusan: Suatu Wacana Struktural Idealisasi Dan Implementasi Konsep Pengembangan Keputusan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Kaswinarni, Fibria. (2007). *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal, dan Gagak Sipat Boyolali)*. Tesis, 1–83.
- Katti, M., M. K. B., & Kumar, M. (2015). *Design of Sanitary Network using SewerGEMS V8i Software*. *International Journal of Science Technology & Engineering*, 2349-748X.

- Maltais-Landry, G., R. Maranger & J. Brison. (2009). *Effect Of Artificial Aeration An Macrophyte Species on Nitrogen Cycling and Gas Flux In Constructed Wetlands*. *Ecological Engineering* (35): 221–229.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik). Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Metcalf, and Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4l Edition*. New York: McGraw Hill Inc.
- Mufida, D. K., Sholichin, M., Cahyani, C. (2015). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pabrik Tahu “DUTA” Malang*. *Jurnal Pengairan*.
- Mukono, H. (2006). *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mulyani, H. (2012). *Pengaruh Pre-Klorinasi Dan Pengaturan Ph Terhadap Proses Aklimatisasi dan Penurunan COD Pengolahan Limbah Cair Tapioka Sistem Anaerobic Baffled Reactor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nasoetion, Panisean, Diah Ayu W S, Maulizar Saputra, and Rani Ismiarti Ergantara. (2017). *Evaluasi Dan Redesign Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rs. Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung*. *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sains* 1 (2): 75–86.
- Nohong. (2010). *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmiun dan Besi Dalam Air Lindi TPA*. *Jurnal Pembelajaran Sains*. Vol. 6. Kendari: Universitas Haluoleo Kendari.
- Nurhasan; Pramudyanto, Bb. (1991). *Penanganan air limbah pabrik tahu/ Nurhasan, Bb. Pramudyanto*. Semarang: Yayasan Bina Karta Lestari.
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. (2012). *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah.

- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Pohan, N. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Anaerobik*. Medan: USU e-Repository.
- Polpasert, C. (2007). *Organic Waste Recycling Third Edition*. London: IWA Publishing.
- Priyandari, Y., Kusuma, H., Suletra, I. W., & Jauhari, W. A. (2019). *Pemilihan Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah untuk Kawasan Industri Tahu-Tempe Menggunakan Fuzzy TOPSIS*. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 89-102.
- Reynolds, T. D. (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. PWS Publishing Company.
- Saaty, T. L., and Hu, G. (1998). *Ranking By Eigenvector Versus Other Methods In The Analytic Hierarchy Process*. *Applied Mathematics Letters*, 11(4), 121-125.
- Said, N. I. (2000). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilm Tercelup*. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, Vol. 1.
- Said, N. I. (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Proses Biologis*. Jakarta: BPPT.
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Said, N. I., dan Firly, F. (2018). *Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Ayam*. *Jurnal Air Indonesia*.
- Samudro, G., & Mangkoedihardjo, S. (2010). *Review on BOD, COD and BOD/COD Ratio: A Triangle Zone for Toxic, Biodegradable and Stable Levels*. *International Journal of Academic Research*.
- Sasse, L. (2009). *Desentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Delhi: Bremen Overseas Research and Development Association.

- Satria, A. W., Rahmawati, M., & Prasetya, A. (2019). *Pengolahan Nitrifikasi Limbah Amonia dan Denitrifikasi Limbah Fosfat dengan Biofilter Tercelup*. Jurnal Teknologi Lingkungan , 243-250.
- Sawyer, C. N. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Engineering Science (5th edition)*. New York: Mc.Graw Hill Book.
- Setiawan, R., & Purwanto, Y. (2018). *Perbandingan Pengukuran Debit Sungai Dengan Metode Pelampung dan Current Meter*. Prosiding Hasil Penelitian dan Kegiatan Tahun 2018 PLTR-BATAN.
- Sugiharto. (1987). *Dasar - Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia press.
- Sularso. (2004). *Pompa dan Kompresor*. Journal of Chemical Information and Modeling, 53 (9):1689-99.
- Sungkowo, Toto H., et al. (2015). *Pegolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typha Latifolia dan Eceng Gondok dengan Metode Fitoremediasi*. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau, vol. 2.
- Suryadi, Karsadah. Muhammad Ali Ramdhani, dan Wuly Anisah. (2000). *Sistem pendukung keputusan: Suatu Wacana Struktural Idealisasi Dan Implementasi Konsep Pengembangan Keputusan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sutrisno, C.T, dan Suciastuti, Eni. (2006). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Suyasa, W.B. (2015). *Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Udayana University Press.
- Swingle, H. S. (1968). *Standarization of Chemical Analysis for Water and Pond Muds*. FAO Fish rep.
- Syed R. Qasim, G. Z. (2018). *Wastewater Treatment and Reuse, Theory and Design Examples, Volume 1: Principles and Basic Treatment*. CRC Press.
- Tchobanoglous, G, Burton, F.L., Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse. Fourth Edition*. New York: McGraw – Hill,Inc.

- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph. and Zurbrügg, C. (2014). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition*. Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Tom D. Reynolds, P. A. (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering 2nd Ed*. PWS Series in Engineering.
- Vymazal, J. (2009). *The Use Constructed Wetlands With Horizontal Sub-Surface Flow For Various Types Of Wastewater*. *Ecological Engineering* (35): 1-17
- Vymazal, J. (2011). *Plant Used In Constructed Wetlands With Horizontal Subsurface Flow: A Review*. *Hydrobiologia* (674): 133-156.
- Wagiman. (2006). *Identifikasi Potensi Produksi Biogas Dari Limbah Cair Tahu Dengan Reaktor Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*. *Bioteknologi*. 4 (2): 41 – 45.
- Walski, Thomas M. (2003). *Advance Water Distribution Modeling and Management*. Bentley Institute Press.