

BAB I PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Air limbah domestik adalah air limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga seperti cucian, dapur, kamar mandi, dan sebagainya. Air limbah domestik mengandung 99,9% air dan 0,1% padatan; kandungan organiknya terdiri dari protein, karbohidrat, dan lemak; dan kandungan anorganiknya terdiri dari butiran, logam, dan garam. Air limbah domestik juga mengandung padatan tersuspensi dan bahan pencemar. Air limbah domestik memiliki ciri mudah terdegradasi atau biodegradable. (Rifaini dan Noerhayati, 2024; Kholif, 2020; dan Gross, 2015).

Limbah domestik terdiri dari dua, yaitu *greywater* merupakan limbah domestik yang berasal dari kamar mandi, wastafel, laundry, dan dapur dan *blackwater* merupakan limbah domestik yang berasal dari toilet. *Greywater* mengandung berbagai polutan kimia maupun organik yang berasal dari deterjen, sampo, sabun, lemak dan bahan-bahan lain (Khanam, 2022). *Greywater* dari kamar mandi dan wastafel memiliki konsentrasi bakteri dan bahan kimia yang rendah, sedangkan dapur dan laundry biasanya memiliki kandungan padatan, karbon organik, dan bakteri yang lebih tinggi (Kariuki et al, 2011).

Biasanya, *greywater* tidak diproses dan bukannya dibuang langsung melalui selokan, melainkan dibiarkan meresap ke dalam tanah (Maliga, 2021; Khanam, 2022). Menurut Shankhwar (2015), *greywater* seringkali menimbulkan masalah yang serius karena merupakan sekitar 70% dari limbah domestik total. Air hitam mengandung nutrisi seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), logam berat, dan bakteri atau mikroorganisme patogen. Karena tidak ada pengolahan masyarakat, air limbah domestik merupakan penyumbang terbesar pencemaran badan air, menurut Zevhiana (2023).

Pengolahan air limbah domestik khususnya *greywater* telah banyak dilakukan terdiri dari pengolahan fisika, kimia, dan biologi. Menurut Heshamuddin et al (2014); Comez et al (2024) dan Dalahmeh et al (2014) pengolahan limbah domestik secara fisika seperti biochar, filter berbasis tanah, pasir, kulit kayu, dan membran. Menurut Razi et al (2018); Pidou et al (2008); dan Gulyas et al (2013) pengolahan limbah domestik secara kimia seperti karbon aktif granular, koagulasi/flokulasi, dan oksidasi fotokatalitik. Menurut Kraume (2010); Atanasova et al (2017); (Abdel-Shafy et al (2009); Baban et al (2010); Collivignarelli (2020), dan pengolahan limbah domestik secara biologi seperti *sequencing batch reactors* (SBR), membran bioreaktor (MBR), *anaerobic sludge blanket* (UASB), *rotating biological contactor* (RBC), *Constructed wetland* dan Lumpur Aktif.

Salah satu metode pengolahan air limbah domestik adalah lumpur aktif, yang menggunakan bakteri aerob untuk mendegradasi bahan organik. Proses pertumbuhan mikroba yang tersuspensi sebagai lumpur aktif (Megasari, 2012). Arden dan Lockett menemukan sistem ini di Inggris pada awal 1800-an, dan telah digunakan sebagai sistem pengolahan air limbah domestik sekunder secara biologi

di berbagai tempat di seluruh dunia. Sistem ini mengoksidasi bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 , dan sel biomassa baru secara aerobik. Tiga fase terdiri dari proses pengolahan limbah dengan menggunakan lumpur aktif, menurut Menururt Sudaryati (2012): pembibitan (seeding), aklimatisasi, dan biodegradasi atau penguraian. Menurut Mukhtar (2017), pembibitan adalah proses pertumbuhan mikroorganisme sebelum digunakan untuk pengolahan limbah cair dengan tahap pembibitan dan proses aklimatisasi dilakukan untuk menyesuaikan lumpur aktif dengan limbah cair yang akan diolah.

Lumpur aktif merupakan koloni mikroorganisme yang hidup dan tumbuh dalam keadaan tersuspensi yang menyerupai gumpalan padatan kecil yang mudah mengendap. Lumpur aktif memiliki kandungan bakteri heterotrofik dan autotrofik membutuhkan oksigen untuk proses pertumbuhannya. Bakteri heterotrofik membutuhkan bahan organik karbon sebagai substratnya. Bakteri autotrofik menggunakan karbon anorganik sebagai substratnya (Frącz, 2016). Oleh karena itu dibutuhkan adanya jenis pengolahan limbah yang tepat, salah satunya adalah jenis pengolahan limbah secara biologis. Pengolahan limbah dengan ini memungkinkan terjadinya desentralisasi. Pengolahan biologis memanfaatkan adanya mikroorganisme, bakteri, dan oksigen dalam proses yang dilakukan. salah satunya pengolahan aerobik seperti lumpur aktif.

Beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti tentang *greywater*, seperti Nazif et al (2023) yang meneliti tentang pengembangan filter multilayer sebagai filter optimal untuk pengolahan *greywater* dapat mengurangi kandungan COD dalam *greywater*, Santos et al (2024) yang meneliti tentang teknik oksidasi untuk pengolahan *greywater* dengan menggunakan natrium dodesil sulfat sebagai modelnya, Comez (2024) penelitian ini juga menemukan bahwa pengolahan biochar mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kualitas air dalam pengolahan *greywater*. Berdasarkan penelitian tersebut belum ada penelitian tentang pengolahan *greywater* dengan menggunakan teknik lumpur aktif, oleh karena itu dilakukan pengkajian tentang penggunaan jenis substrat lumpur aktif untuk pengolahan limbah *greywater*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Apakah jenis substrat berpengaruh pada pembuatan lumpur aktif?
2. Apakah variasi lumpur aktif berpengaruh dalam pengolahan *greywater*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah:

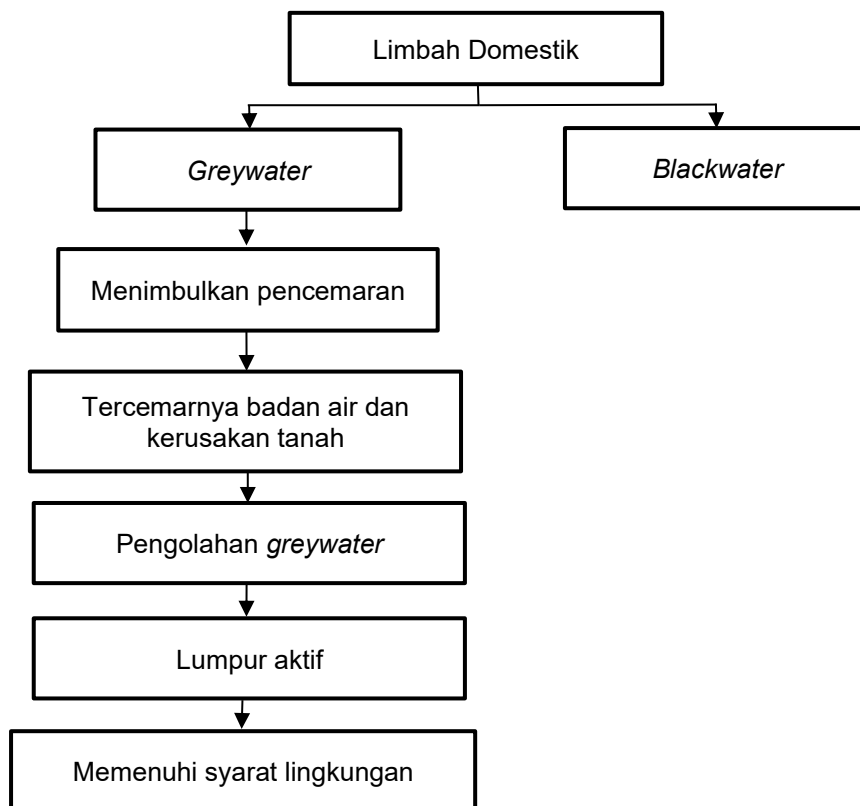
1. Menganalisis pengaruh jenis substrat terhadap pembuatan lumpur aktif
2. Menganalisis pengaruh variasi lumpur aktif dalam pengolahan *greywater*

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengurangi polutan yang disebabkan oleh *greywater* dengan lumpur aktif
2. Memanfaatkan kembali air dari proses biodegradasi untuk aktivitas lain

1.5 Kerangka Penelitian



Limbah domestik adalah limbah yang berasal dari rumah tangga. Ada dua jenis limbah domestik: *greywater* (limbah dari kamar mandi, wastafel, laundry, dan dapur) dan *blackwater* (limbah dari toilet). Dalam penelitian ini, limbah *greywater* yang digunakan adalah gabungan dari limbah domestik dari kamar mandi, wastafel, dapur, dan laundry.

Lumpur aktif, juga dikenal sebagai massa biologik kompleks yang diproduksi secara aerobik dan dihuni oleh mikroorganisme yang hidup di dalam lumpur yang digunakan untuk pengolahan air limbah. Dalam air limbah, berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri dan protozoa, bekerja sama untuk menguraikan zat organik. Sedimen lumpur diambil dari tiga tempat dalam penelitian ini: industri tahu, kanal, dan rumah potong hewan (RPH).

1.6 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan berbentuk uji eksperimen berskala laboratorium
2. Lumpur aktif dibuat dari sedimen lumpur rumah potong hewan (RPH, lumpur industri tahu, dan sedimen lumpur kanal
3. Lumpur aktif dengan kualitas terbaik yang akan di aklimatisasikan dengan *greywater*
4. Dari proses Pengukuran dan Pengukuran hasil aklimatisasi lumpur aktif dan *greywater* dapat digunakan kembali untuk aktivitas lain

1.7 Daftar Pustaka

- Abdel-Shafy, H., Makki, A., & Mansour, M. (2015). Anaerobic/aerobic treatment of greywater via UASB and MBR for unrestricted reuse. *Water Science and Technology: A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 71, 630-637. <https://doi.org/10.2166/wst.2014.504>
- Ahmed, H., & Vilko, M. (2024). Activated Sludge Model No. 1 calibration for a paper mill wastewater treatment plant in Finland. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100610. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100610>
- Baban, Murat Hocaoglu, S., Atasoy Aytis, E., Gunes, Ayaz, S., & Regelsberger, M. 2010. Grey water treatment and reuse by using RBC: A kinetic approach. *Desalination and Water Treatment*, 23, 89-94. <https://doi.org/10.5004/dwt.2010.1955>
- Borah, S. J., Monika, Ram, R., Kumar, V., & Dubey, K. K. et al. 2023. Leakage of surfactants in greywater: Environmental impact, mitigation, and their circular economy. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(5), 110715. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110715>
- Comez, F.O. Schacki, A., Vacula, J., Barta, J. Zidkova, L., Lexa, M., Kominkova, D., et al. 2024. Biochar as a Superior MAterial for Enhancing the Performance And Microbial Diversity in Biofilters Treating Greyawter. *Journal of Water Process Engineering*, 59, 105066. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105066>
- Collivignarelli, M. C., Abbà, A., Carnevale Miino, M., Arab, H., Bestetti, M., & Franz, S. (2020). Decolorization and biodegradability of a real pharmaceutical wastewater treated by H₂O₂-assisted photoelectrocatalysis on TiO₂ meshes. *Journal of Hazardous Materials*, 387, 121668. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121668>
- Dalahmeh, S.S., Pell, M. Hylander, L.D., Lalander, C. Vinneras, B. Jonsson, H., et al. 2014. Effect of changing hydraulic and organic loading rates on pollutant reduction in bark, charcoal, and sand filters treating greywater. *J. Environ Manage.* 132: 338-45.
- Gulyas, H., Jorge, C.F.L., Reich, M., Otterpohl, R. (2013). Reclaiming Biologically Pretreated Greywater for Reuse by Photocatalytic Oxidation: Qualitative Study

- on the Removal of Trace Organics. *Journal of Water Resource and Protection*. 5(6). DOI: [10.4236/jwarp.2013.56058](https://doi.org/10.4236/jwarp.2013.56058)
- Gross, J.J. 2015. Emotion regulation: Current status and future prospects. *Psychological Inquiry*. 26(1). 1-26
- Heshammuddin, N.A., Al-Gheethi, A., Mohamed, R.M.S.R., Hairul Bin Khamidun, M. et al., 2023. Eliminating xenobiotics organic compounds from greywater through green synthetic nanoparticles. *Environmental Research*. 222. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115316>
- Horikoshi, S., Hidaka, T., Nishimura, F., & Kishimoto, N. et al. 2024. Development of separation and recovery technology of cultured *Euglena gracilis* using activated sludge for anaerobic digestion. *Bioresource Technology Reports*, 25, 101790. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biteb.2024.101790>
- Jena, G., Dutta, K., & Davey, A. (2023). Surfactants in water and wastewater (greywater): Environmental toxicity and treatment options. *Chemosphere*, 341, 140082. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140082>
- Khanam, K., Patidar S.K. 2022. Greywater Characteristic in Developed and Developing Countries. *Materials Today: Proceedings*. 57 (4). 1494-1499. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.022>
- Lewis, R., Scott, R., Bala, B., Jahan, H., Bartram, J., & Radu, T. et al. 2024. Household water use and greywater management in Khulna city, Bangladesh. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 259, 114376. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2024.114376>
- Li, P., Hu, X., Yuan, J., Sun, F., Li, P., Dong, W., Du, E., & Peng, M. et al. 2024. Life cycle and environmental impact assessment of vegetation-activated sludge process (V-ASP) for decentralized wastewater treatment. *Current Research in Biotechnology*, 7, 100172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2023.100172>
- Lu, J., Lu, Q., Hu, Q., & Qiu, B. et al. 2024. Recovery of organic matters by activated sludge from municipal wastewater: Performance and characterization. *Environmental Research*, 252, 118829. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118829>
- Kariuki, F.W., Kotut, K., Nganga V.G., et al. 2011. The Potential of a Low CO₂ Technology for The Greywater Treatment. *The Open Environmental Engineering Journal*. 4. 32-29.
- Kuroda, K., Tomita, S., Kurashita, H., Hatamoto, M., Yamaguchi, T., Hori, T., Aoyagi, T., Sato, Y., Inaba, T., Habe, H., Tamaki, H., Hagihara, Y., Tamura, T., & Narihiro, T. et al. 2023. Metabolic implications for predatory and parasitic bacterial lineages in activated sludge wastewater treatment systems. *Water Research* X, 20, 100196. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wroa.2023.100196>
- Maimon, A., Arye, G., & Gross, A. et al. 2023. Greywater irrigation and soil quality: An assessment framework adjustment and application. *Soil & Environmental Health*, 1(3), 100034. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seh.2023.100034>

- Maliga, I., Asdak, C., and Winata, E, Y., 2021. Analisis Keberlanjutan Pengendalian Pencemaran Air Limbah Domestik greywater Menggunakan Teknologi Lahan Basah Buatan. *Jurnal Sumber Daya Air*. 17 (1). 13-24
- Nazif, S., Naeeni, S., Akbari, Z., Fateri, S., & Moallemi, M. et al. 2023. Development of data-driven models for the optimal design of multilayer sand filters for on-site treatment of greywater. *Journal of Environmental Management*, 348, 119241. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119241>
- Ngo, P. L., Young, B. R., Brian, K., & Baroutian, S. et al. 2023. Thermal hydrolysis of primary sludge and waste activated sludge mixture: Biogas production and formation of inhibitors. *Journal of Cleaner Production*, 428, 139354. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139354>
- Nuansawan, N., Witthayaphirom, C., Chiemchaisri, C., & Shoda, M. et al. 2023. Removals of emerging contaminants from municipal waste leachate by *Alcaligenes faecalis* no.4 and acclimated activated sludge cultures. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 8. 100524. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100524>
- Rifaini, I., Noerhayati, E., 2024. Anaerobic baffled reactor (ABR) Pengolahan Air Limbah Komunal pada Pesantren Salafiyah Syafii'iyah di Situbondo. *JYOA Journal of Youth an Outdoor Activities*. 1 (1): 10-19
- Shankhwar, A., Ramola, S., Mishra, T., & Srivastava, Dr. R. et al. 2016. Grey water pollutant loads in residential colony and its economic management. *Renewables: Wind, Water, and Solar*, 2, 5. <https://doi.org/10.1186/s40807-014-0005-6>
- Titiresmi, 2009. Proses Pembenihan dan Aklimatisasi Mikroorganisme dari Limbah Pabrik Permen untuk Lumpur Aktif. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. Vol 2 (2): 77-184.
- Megasari, R. B. D. ; I. H. W. et al. 2012. Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri pada Jenis Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *EnviroScienceteae* , 8, 89–101.
- Mukhtar G., Iwan R., Mina N., and Tintin, S.R, 2017. Pemanfaatan Nutrisi Terfermentasi untuk Penurunan Kadar COD/BOD Air Limbah Industri. *Jornal Industrial Servicess*. 3(1b): 231-234.
- Patil, Y., Priya B.S., L., Sonawane, S. H., & Shyam, P. et al. 2023. Comparative performance of Fenton and cavitation assisted Fenton techniques for effective treatment of greywater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(5), 110667. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110667>
- Pidou, M., Avery, L., Stephenson, T., Jeffrey, P., Parsons S.A., Liu, S., Memon, F.A., Jefferson, B. et al. (2008). Chemical solutions for greywater recycling. *Chemosphere*. 71(1). 147-55.
- Razi, M.A.M., Al-Gheethi, A., Al-Qaini, A., Yousef, A., et al. Efficiency of activated carbon from palm kernel shell for treatment of greywater. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences*. 25 (3). 103-110.

- Rizaluddin, A.T., and Purwati, S., 2018. Potensi Selulase dan Pengaruh Laju Pembebanan pada Efektivitas Pengolahan Air Limbah Kertas Proses Lumpur Aktif. *Jurnal Selulosa*. 8 (2): 61-76
- Sylvestre, É., Jahne, M. A., Reynaert, E., Morgenroth, E., & Julian, T. R. et al. 2024. A critical evaluation of parametric models for predicting faecal indicator bacteria concentrations in greywater. *Microbial Risk Analysis*, 26, 100297. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mran.2024.100297>
- Sudaryati, N.L.G., Kasa, I.W., and Suyasa, I.W.B., 2012. Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Jornal of Enviromental Science)*. 3 (1): 21-29.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Biologi Sel*. 4 (1). 83-98.

BAB II

TOPIK PENELITIAN I

PENGUNAAN JENIS SUBTRAT UNTUK PEMBUATAN LUMPUR AKTIF

2.1 Abstrak

Lumpur aktif (*Activated Sludge*) merupakan suatu kultur mikroorganisme yang hidup berupa massa biologik kompleks yang dihasilkan secara aerobik di dalam lumpur yang digunakan untuk mengolah air limbah. Lumpur aktif biasanya digunakan dalam proses pengolahan air limbah secara biologi, dimana limbah dicampur dengan lumpur aktif di reaktor aerasi untuk menghilangkan polutan dan mengurangi kandungan bahan organik dalam air limbah, berikutnya membentuk koloni mikroorganisme dalam keadaan tersuspensi yang menyerupai gumpalan-gumpalan kecil berbentuk padatan yang mudah mengendap. Tujuan menganalisis pengaruh penggunaan jenis substrat untuk pembuatan lumpur aktif. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perlakuan I berisi 50 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu, perlakuan II wadah berisi 250 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu dan 250 g sedimen lumpur yang berasal dari sungai/kanal, perlakuan III wadah berisi 250 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu dan 250 g sedimen lumpur dari rumah potong hewan, dan perlakuan IV wadah berisi 250 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu, 125 g sedimen lumpur yang berasal dari sungai/kanal dan 250 g sedimen lumpur dari rumah potong hewan dan masing-masing perlakuan diberi nutrisi pupuk urea 50 g, pupuk KCL 250 g, pupuk TSP 250 g) larutan glukosa 100 g. Setiap sampel pada setiap reaktor dianalisa nilai TSS sesuai dengan taraf perlakuan yaitu setiap interval 3 hari. Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa perlakuan IV menunjukkan pertumbuhan yang paling cepat dan signifikan, dapat dilihat dari parameter TSS sebanyak 67000 mg/L pada hari ke 9 jika dibandingkan dengan perlakuan I sebanyak 12000 mg/L, perlakuan II sebanyak 9000 mg/L, dan perlakuan III sebanyak 12500 mg/L pada hari ke 9. Ini dikarenakan perlakuan IV terdiri dari berbagai mikroorganisme yang berasal dari tiga sedimen di badan air yaitu rumah potong hewan, industri tahu. Semakin banyak sumber lumpur yang digunakan maka semakin banyak agent oksidator untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia.

Kata kunci: lumpur aktif, aklimatisasi, mikroorganisme

2.2 Pendahuluan

Metode pengolahan lumpur aktif merupakan proses pengolahan air limbah yang menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan dan menghilangkan kandungan material. Material yang terurai tersebut dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk berkembang biak. Lumpur aktif ini dapat digunakan untuk mengolah air limbah dari industri pangan, domestik, perhotelan, sekolah dan lain sebagainya (Setianingsih, 2015). Sudaryati (2012) mengatakan bahwa ada 3 tahapan dalam proses pengolahan limbah dengan menggunakan lumpur aktif yaitu;

pembibitan (*Seeding*), aklimatisasi, dan biodegradasi atau penguraian. Selanjutnya Mukhtar (2017) mengatakan bahwa pembibitan atau *Seeding* merupakan proses pertumbuhan mikroorganisme sebelum digunakan untuk mengolah limbah cair, setelah melalui tahapan *seeding* dilakukan proses aklimatisasi untuk penyesuaian lumpur aktif dengan limbah cair yang akan diolah. Sistem ini pertama kali dilakukan pada awal abad ke-19 di Inggris oleh Arden dan Lockett, sejak saat itu proses ini dipakai berbagai belahan dunia sebagai sistem pengolahan air limbah domestik sekunder secara biologi.

Sistem pengolahan secara biologi menjadi opsi yang baik untuk mengelola air limbah organik dan juga lebih efisien jika disamakan dengan metode pengolahan kimia, akan tetapi kesuksesan dalam pengelolaan biologi sangat bergantung pada kegiatan dan keahlian mikroorganisme dalam melakukan degradasi bahan organik yang terdapat didalam air limbah. Metode pengolahan air limbah menggunakan sistem lumpur aktif pada dasarnya menggunakan populasi mikroba aerob yang dapat menguraikan senyawa organik yang sangat sederhana. Lumpur aktif aerob merupakan reaktor biologis yang melakukan transfer oksigen relatif besar pada bakteri aerob, terdapat reaksi nitrifikasi dan oksidasi karbon yang terjadi pada yang terjadi pada proses aerasi. Pertumbuhan mikroba dengan oksigen terlarut yang cukup dapat menyisihkan polutan pada air limbah (Afifah, 2020).

Menurut Suastuti (2015) bahwa penambahan zat yang mengandung N, P, dan K sebagai nutrient dapat menghasilkan kebutuhan makanan dari mikroorganisme akan terpenuhi, sehingga laju metabolisme mikroorganisme dalam mendegradasi bahan anorganik dan organik akan semakin tinggi pada setiap sampel atau Pengukuran. Hal ini Setianingsih (2015) bahwa penggunaan mikroba indigenous pada pengelolaan air limbah secara biologis dapat mempercepat proses aklimatisasi akan berjalan cepat karena mikroba telah beradaptasi dengan limbah yang diolah. Menurut Handayani (2015) bahwa mikroorganisme yang terdapat pada lumpur aktif adalah jamur, bakteri, dan bakteri yang merupakan mikroorganisme yang paling dominan. Bakteri fakultatif berperan aktif dalam proses pengolahan air limbah dan dapat hidup pada keadaan oksigen terlarut yang terbatas maupun tinggi.

Substrat yang digunakan sebagai lumpur aktif untuk menanggulangi pencemaran meliputi rumah sedimen lumpur potong hewan (RPH) karena limbah rumah RPH mengandung mikroorganisme yang cukup tinggi yang dapat berperan pada proses penguraian limbah (Marshellina et al, 2015). Digunakan juga sedimen lumpur dari kanal karena mengandung partikel organik dan mikroorganisme yang dapat dijadikan substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam lumpur aktif dan proses penguraian limbah (Sudaryati et al, 2012). Selain itu, digunakan juga sedimen lumpur dari industri tahu karena mengandung bahan organik yang tinggi dan mikroorganisme yang dapat dijadikan media pertumbuhan untuk mikroorganisme dan proses lumpur aktif (Sudaryati et al, 2012).

Kebijakan Menteri Pertanian No 13 tahun 2010 RI Rumah potong hewan merupakan suatu bangunan atau kompleks bangunan dengan desain dan syarat

tertentu yang digunakan sebagai tempat pemotongan hewan untuk konsumsi masyarakat (Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Butler et al (2022) mendeskripsikan Rumah potong hewan (RPH) menghasilkan limbah cair yang mengandung konsentrasi bahan organik yang tinggi yang dapat memberikan efek mencemari badan air dan lingkungan sekitar. kandungan bahan organik yang tinggi terdapat limbah pembuangan rumah potong hewan. limbah cair dari RPH yang mengandung bahan-bahan padat seperti darah, lemak, isi rumen, tinja hewan, dan air cucian. Limbah ini dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme dan mudah mengalami pembusukan.

Menurut Arofah et al (2018) sungai atau kanal merupakan daerah aliran air dari pemukiman yang menyumbang suplai organik maupun anorganik yang dapat menyebabkan tercemarnya perairan tersebut. Keberadaan Makrozoobenthos merupakan salah satu indikasi kandungan organik dalam air sungai atau kanal karena makrozoobenthos menyukai lingkungan yang memiliki nutrisi yang cukup untuk keberlangsungan hidupnya.

Atima (2015) mendeskripsikan BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Pamungkas (2016) mengatakan bahwa BOD dapat mencerminkan tingkat pencemaran suatu badan air oleh buangan organik, semakin tinggi nilai BOD berarti semakin besar tingkat pencemaran. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, serta untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis yang tepat untuk air yang tercemar tersebut. Situmorang (2017) mengatakan bahwa uji BOD digunakan secara luas untuk menentukan kekuatan pencemaran dari limbah domestik dan limbah industri, dalam arti oksigen yang akan dibutuhkan bila limbah tersebut dibuang ke air lingkungan dalam kondisi aerobik. Menurut Anggaeni, Alexander, & Bambang (2014) bahwa menurunnya kadar BOD disebabkan karena terjadinya proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme dan semakin meningkatnya kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi. Menurut Rizaluddin dan Purwati (2018) penurunan kadar oksigen terlarut menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dan enzim pada lumpur aktif yang sama-sama menggunakan oksigen untuk mengdegradasi bahan organik.

Nuansawan (2024) menemukan dalam lumpur campuran, keberadaan berbagai kelompok mikroba termasuk bakteri nitrifikasi autotrofik, dan heterotrofik, membantu mendorong biodegradasi senyawa fenol dan ftalat. Diantaranya adalah bakteri heterotrofik dan bakteri nitrifikasi heterotrofik, termasuk spesies seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Sphingomonadales*, *Pseudoxanthomonas*, *Rhodococcus*, *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Gordonia*, *Azoareus*, *Burkholderia*, *Rhodobacter*, serta beberapa bakteri nitrifikasi autotrofik dan autotrofik seperti *Nocardioideae* dan *Nitrosomonas* memainkan peran penting dalam penghilangan mereka. Oleh karena

itu, penambahan *A. faecalis* ke lumpur aktif dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri, membantu penguraian senyawa fenolik dan ftalat.

2.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah jenis substrat berpengaruh pada pembuatan lumpur aktif?

2.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penggunaan jenis substrat untuk pembuatan lumpur aktif berdasarkan parameter TSS

2.5 Metode Penelitian

2.5.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan model eksperimen *True Eksperimental Design* karena desain penelitian ini bisa mengontrol semua variabel luar yang dapat mempengaruhi jalannya eksperimen atau penelitian.

2.5.2. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini adalah pada bulan September- Oktober 2024

2. Tempat

Tempat diadakannya penelitian ini adalah Pesona Prima Griya dan diuji di Laboratorium Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar

2.5.3. Jenis dan Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil analisis laboratorium dengan pendekatan kualitatif. Data sekunder diperoleh dari penelusuran pustaka berupa jurnal ilmiah terakreditasi, laporan tesis, buku-buku teks dan lain-lain.

2.5.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi. Observasi merupakan teknik pengumpulan data melalui Pengukuran langsung. Kami melakukan Pengukuran di lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan catatan atau dokumentasi.

2.5.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pada penelitian ini adalah:

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah aerator, cawan petri, corong, erlenmeyer, gelas kimia 100 mL, gelas ukur, kertas saring, neraca analitik, plastik klip, plastik sampel, spatula, wadah dan plastik

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bahan untuk lumpur aktif adalah sedimen lumpur rumah potong hewan (RPH) dari wilayah Antang, Makassar, sedimen lumpur industri tahu dari Gowa, dan sedimen lumpur kanal dari wilayah Hertasning, Makassar.
- b. Bahan untuk nutrisi mikroorganisme adalah glukosa, pupuk KCL, pupuk urea, pupuk TSP, dan aquades

3. Karakteristik Awal

Karakteristik awal lumpur atau *sludge* meliputi karbon, nitrogen, fosfor, kalium dengan prosedur Pengukuran sebagai berikut:

a. Pengukuran karbon

Prosedur Pengukuran ini berdasarkan SNI 06-6989.28-2005. Contoh uji yang telah homogen, diaspirasikan ke dalam tabung pembakaran yang dibungkus dengan katalis oksidatif dan dipanaskan pada suhu 680°C. Air akan diuapkan dan bahan organik akan dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O. CO₂ yang dihasilkan akan dialirkan bersama gas pembawa dan respon detektor akan diukur dengan Nondispersive Infrared Analyzer (NDIR). Dilakukan Pengukuran homogen dalam tabung pembakaran dengan katalis oksidatif dan dipanaskan pada suhu 680°C. Proses ini akan menguapkan air dan mengoksidasi bahan organik menjadi CO₂ dan H₂O. CO₂ yang dihasilkan akan dialirkan bersama gas pembawa dan diukur menggunakan Nondispersive Infrared Analyzer (NDIR) untuk menentukan nilai karbon total (TC) dan karbon anorganik (IC). Nilai Total Organic Carbon (TOC) diperoleh dari selisih antara TC dan IC. Sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Jika sampel diawetkan, purging dilakukan dengan gas oksigen murni selama minimal 5 menit untuk menghilangkan CO₂ terlarut hingga nilai IC ≤ TC. Pembuatan Larutan Induk dan Baku, larutan Induk Karbon Total (TC) 1000 mg/L dibuat dengan melarutkan 2,1254 g kalium hidrogen ftalat yang dipanaskan (110°C, 1 jam) dalam air suling bebas karbon hingga volume 1000 mL. Larutan Baku TC 100 mg/L dibuat dengan mengencerkan 10 mL larutan induk TC 1000 mg/L hingga volume 100 mL. Larutan dengan konsentrasi 0, 20, 50, dan 100 mg/L dari larutan baku TC 100 mg/L disiapkan. Larutan Induk Karbon Anorganik (IC) 1000 mg/L dibuat dengan melarutkan 3,497 g NaHCO₃ dan 4,4122 g Na₂CO₃ yang dipanaskan (120°C, 1 jam) dalam air suling bebas karbon hingga volume 1000 mL. Larutan Baku IC 100 mg/L dibuat dengan mengencerkan 10 mL larutan induk IC 1000 mg/L hingga volume 100 mL. Larutan Kerja IC dengan konsentrasi 0, 20, 50, dan 100 mg/L dari larutan baku IC 100 mg/L disiapkan. Analisis nilai Karbon Organik total (TOC) mg/L

$$(\text{TOC}) \text{ mg/L. TOC} = (\text{TC} - \text{IC}) \times \text{fp}$$

Keterangan:

TOC : Karbon organik total dalam contoh uji (mg/L)

TC : Total karbon hasil pengukuran (mg/L)

IC : Karbon anorganik hasil pengukuran (mg/L)

fp : Faktor pengenceran.

b. Pengukuran nitrogen

Prosedur Pengukuran ini berdasarkan SNI 2803:2012. Larutan reagen dibuat dari larutan Asam Sulfat-Salisilat dengan melarutkan 25 g asam salisilat dalam 1 liter H_2SO_4 pekat. Larutan NaOH 40% disiapkan dengan melarutkan 40 g NaOH dalam air suling hingga volume mencapai 100 mL. Larutan Asam Borat 1% diperoleh dengan melarutkan 1 g asam borat dalam air suling hingga volume mencapai 100 mL. Indikator Conway disiapkan dengan melarutkan 0,15 g bromo cresol green dan 0,10 g metil merah dalam etanol hingga volume 100 mL. Sebanyak 0,5 g sampel halus ditimbang, lalu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl. Sebanyak 25 mL larutan asam sulfat-salisilat ditambahkan dan dihomogenkan. Sebanyak 4 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 2 butir tablet kjeltabs ditambahkan. Larutan tersebut dipanaskan pada suhu rendah hingga gelembung hilang, kemudian suhu dinaikkan hingga maksimal 300°C selama 2 jam dan larutan dibiarkan dingin. Larutan diencerkan dengan akuades, lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 500 mL, tepatkan volume hingga tanda batas, dan dihomogenkan. Sebanyak 25 mL larutan dipipet, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, dan ditambahkan 3 tetes indikator PP 1%. Larutan tersebut dipasang pada alat destilasi dengan erlenmeyer penampung destilat yang berisi 3 tetes indikator Conway. Ujung pendingin harus terendam larutan penampung. Setelah alat destilasi beroperasi, sebanyak 150 mL akuades ditambahkan ke dalam labu Kjeldahl dan 20 mL larutan asam borat 1% ditambahkan ke dalam erlenmeyer penampung destilat. Penyulingan dilakukan dalam suasana alkali dengan penambahan NaOH 40% hingga larutan berwarna merah. Penyulingan dihentikan ketika volume sulingan mencukupi. Hasil sulingan dititrasi dengan larutan H_2SO_4 0,05 N hingga titik akhir titrasi tercapai (warna hijau menjadi merah jambu). Volume larutan H_2SO_4 0,05 N yang digunakan dicatat dan Pengukuran terhadap larutan blanko dilakukan. Penentuan kadar nitrogen (N) secara titrimetri dengan rumus:

$$\text{Nitrogen total (\%)} = \left(\frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14,008 \times P \times 100}{w} \right) \times \left(\frac{100}{100 - KA} \right)$$

Keterangan:

V1 = Volume larutan H_2SO_4 0,05 N yang digunakan untuk titrasi sampel (mL)

V2 = Volume H_2SO_4 0,05 N yang digunakan untuk titrasi blanko (mL)

N = Normalitas larutan H_2SO_4 0,05 N yang dipakai sebagai titran;

14,008 = Berat atom nitrogen;

P = Faktor pengenceran

100 = Faktor konversi ke %
 W = Berat sampel (mg)
 KA = Kadar air (%)

c. Pengukuran fosfor (P)

Prosedur Pengukuran ini berdasarkan SNI 2803:2012. Sebanyak 5 g sampel halus ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Sebanyak 10 mL HClO_4 (70-72%) dan 20 mL HNO_3 (65%) ditambahkan, kemudian ditutup dengan kaca arloji. Larutan dipanaskan perlahan hingga tidak berwarna dan timbul asap putih, kemudian dibiarkan dingin. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL, volume diatur dengan akuades hingga tanda, dan dihomogenkan. Larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 40 ke dalam erlenmeyer kering. Sebanyak 50 mL larutan sampel dipipet ke dalam labu ukur 100 mL. Sebanyak 20 mL pereaksi amonium molibdovanadat ditambahkan, larutan diencerkan dengan akuades hingga tanda tera, dan dikocok. Larutan dibiarkan selama 10 menit hingga warna berubah. Larutan blanko disiapkan dengan mengoptimalkan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Absorbansi larutan sampel dan standar dibaca menggunakan spektrofotometer. Penentuan kadar Fosfor (P) menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rumus:

$$\text{Fosfor sebagai } \text{P}_2\text{O}_5, \text{ adbk } \% = \left(\frac{C \times P}{W} \right) \times \left(\frac{100}{100 - \text{KA}} \right) \times 100\%$$

Keterangan

C = mg P_2O_5 dari pembacaan kurva standar

P = Faktor pengenceran

W = Berat sampel (mg)

KA = Kadar air (%)

100 = Faktor konversi ke %.

d. Pengukuran kalium (K)

Sebanyak 5 g sampel halus ditimbang dengan teliti dan dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Sebanyak 10 mL HClO_4 (70-72%) dan 20 mL HNO_3 (65%) ditambahkan, kemudian ditutup dengan kaca arloji. Larutan dipanaskan perlahan hingga tidak berwarna dan asap putih timbul, kemudian dibiarkan dingin. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL, volume diatur dengan akuades hingga tanda, dan dihomogenkan. Larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 40 ke dalam erlenmeyer kering. Sebanyak 2 mL larutan sampel dipipet ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan 5 mL larutan supresor kemudian diencerkan dengan akuades hingga tanda tera, dan dihomogenkan. Konsentrasi kalium diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 766,5 nm. Penentuan kadar kalium (K) menggunakan spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan rumus:

$$\text{Kalium} = \left(\frac{C \times P \times 1,2046 \times 100}{W} \right) \times \left(\frac{100}{100 - \text{KA}} \right)$$

Keterangan:

C	= mg K dari pembacaan kurva standar (mg/l)
P	= Faktor pengenceran
1,2046	= Faktor konversi K ₂ O terhadap
100	= Faktor konversi ke %
W	= Berat sampel (mg)
KA	= Kadar air (%)

4. Proses *seeding* atau pembibitan

Sedimen lumpur diambil dari tiga lokasi kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik dan diberi aerator dengan perlakuan bibit sebagai berikut:

- Perlakuan I berisi 50 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu kemudian diberi nutrisi (pupuk urea 50 g, pupuk KCL 250 g, pupuk TSP 250 g) larutan glukosa 100 g dan, aquades yang diencerkan menjadi volume 500 mL
- Perlakuan II berisi 250 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu dan 250 g sedimen lumpur yang berasal dari sungai/kanal kemudian diberikan nutrisi (pupuk urea 50 g, pupuk KCL 250 g, dan pupuk TSP 250 g), larutan glukosa 100 g dan aquades dan diencerkan menjadi volume 500 mL.
- Perlakuan III berisi 250 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu dan 250 g sedimen lumpur dari rumah potong hewan kemudian diberikan nutrisi (pupuk urea 50 g, pupuk KCL 250 g, dan pupuk TSP 250 g), larutan glukosa 10 g dan aquades dan diencerkan menjadi volume 500 mL.
- Perlakuan IV berisi 250 g sedimen lumpur yang berasal dari selokan industri tahu, 125 g sedimen lumpur yang berasal dari sungai/kanal dan 250 g sedimen lumpur dari rumah potong hewan kemudian diberikan nutrisi (pupuk urea 50 g, pupuk KCL 250 g, dan pupuk TSP 250 g), larutan glukosa 10 g dan aquades dan diencerkan menjadi volume 500 mL.

Pengukuran dilakukan pada hari 0, 3, 6, 9, n meliputi Pengukuran TSS (*Total Suspended Solid*)

Pengukuran TSS Pengukuran Pengukuran TSS berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 secara gravimetri. Kertas saring dan cawan krusibel diberi label dan dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga mencapai berat konstan. Pompa dihubungkan ke filter apparatus dengan selang penghubung. Kertas saring diletakkan di atas rubber cone dan ditutup dengan corong Buchner, kemudian dijepit agar tidak bergeser. Sampel air dihomogenkan dengan minimal 6 kali kocokan. Sebanyak 100 mL sampel air dipipet ke dalam gelas ukur. Pompa vakum dinyalakan, sampel dimasukkan ke dalam corong buchner, dan corong digoyangkan sesekali untuk menghindari pengendapan. Sampel dibilas dengan aquades secukupnya. Pompa vakum dimatikan, kertas saring diambil dengan hati-hati menggunakan pinset, dan

dipindahkan ke cawan krusibel dalam nampan. Langkah ini diulangi sesuai jumlah sampel yang diuji. Cawan krusibel dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Cawan krusibel didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Cawan krusibel ditimbang hingga mencapai berat konstan, dan selisih berat dengan berat awal dihitung.

2.5.6. Teknik Olah Data

Analisis nilai TSS

$$\frac{(A - B) \times 1000}{\text{sampel (ml)}}$$

Keterangan:

A = Berat kertas saring dan endapan

B = Kertas saring

Sampel (mL) = Volume sampel

2.6. Hasil dan Pembahasan

a. Karakteristik Awal

Kandungan kalium tertinggi ditemukan di rumah potong hewan (0,21%), sementara Kanal memiliki kandungan terendah (0,07%). Kadar N Organik di rumah potong hewan (0,84%) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Kanal (0,09%) dan Industri Tahu (0,13%). Nilai C Organik cukup seragam di ketiga sumber, dengan Kanal memiliki kandungan tertinggi (1,64%) dan rumah potong hewan terendah (1,47%). Fosfor sangat tinggi di Industri Tahu (1,1%), jauh melampaui kadar yang ditemukan di Kanal (0,08%) dan rumah potong hewan (0,11%) seperti yang terdapat pada tabel 1

Tabel 1 Karakteristik awal lumpur aktif

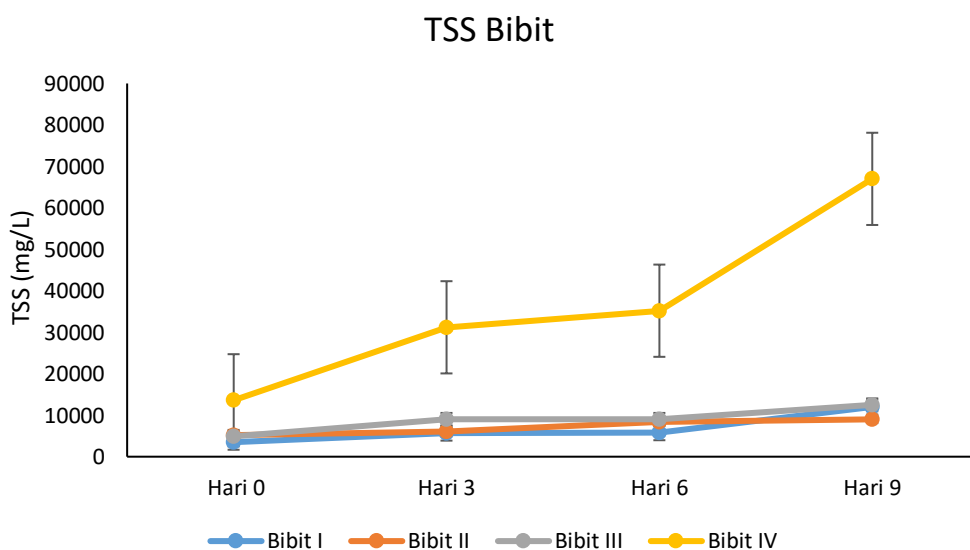
Sumber Lumpur	Kalium (K ₂ O)	N organik	C Organik	Fosfor (P)
Kanal	0,07 %	0,09 %	1,64%	0,08%
RPH	0,21%	0,84 %	1,47%	0,11%
Industri Tahu	0,12%	0,13%	1,50%	1,1 %

Dari Tabel 1, dapat dilihat disetiap kandungan dalam masing-masing lumpur. RPH menunjukkan kadar kalium dan N organik yang lebih tinggi, sementara Industri Tahu memiliki kadar fosfor yang signifikan. Kanal cenderung memiliki kandungan nutrisi yang lebih rendah dibandingkan dua sumber lainnya. Menurut Shankhwar (2015) bahwa greywater seringkali menimbulkan masalah yang serius karena limbah

domestik kategori ini berjumlah sekitar 70% dari total limbah domestik yang ada dimana kandungan dalam greywater ini memiliki kandungan nutrisi antara lain seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), log berat dan bakteri/mikroorganisme patogen.

b. *Total Suspended Solid (TSS)*

Pertumbuhan bibit pada waktu yang berbeda (0, 3, 6, dan 9). Perlakuan I pada hari 0 sebanyak 3500 mg/L, hari 3 sebanyak 5700 mg/L, hari 6 sebanyak 5800 mg/L, dan hari 9 sebanyak 12000 mg/L. Perlakuan II pada hari 0 sebanyak 5200 mg/L, hari 3 sebanyak 6100 mg/L, hari 6 sebanyak 8400 mg/L, dan hari 9 sebanyak 9000 mg/L. Perlakuan III pada hari 0 sebanyak 4900 mg/L, hari 3 sebanyak 9000 mg/L, hari 6 sebanyak 9000 mg/L, dan hari 9 sebanyak 12500 mg/L. Perlakuan IV pada hari 0 sebanyak 13600 mg/L, hari 3 sebanyak 31200 mg/L, hari 6 sebanyak 35200 mg/L, dan hari 9 sebanyak 67000 mg/L. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa setiap jenis perlakuan memiliki pola pertumbuhan yang berbeda. Perlakuan IV menunjukkan pertumbuhan yang paling cepat dan signifikan, sementara Perlakuan III menunjukkan pertumbuhan yang stabil antara waktu 6 dan 9. Perlakuan I dan Perlakuan II menunjukkan pertumbuhan yang baik, dengan peningkatan yang lebih besar pada beberapa waktu tertentu seperti yang terdapat dalam Gambar 1



Gambar 1 Pertumbuhan perlakuan lumpur aktif

Tingkat pertumbuhan biomassa mikroba pada perlakuan I memiliki nilai TSS yang paling rendah. Hal ini disebabkan karena komposisi lumpur yang dipakai sebagai perlakuan hanya berasal dari selokan industri tahu sehingga variasi jenis mikroba sedikit. Hal ini disebabkan lumpur yang digunakan sebagai benih hanya merupakan limbah industri tahu, sehingga kisaran jenis mikroba sangat minim.

Menurut Antara (1993), pertumbuhan biomassa menjadi lumpur aktif sangat terkait dengan kondisi lingkungan sumber biomassa, dan keragaman mikroorganisme di lingkungan yang tercemar lebih rendah daripada di lingkungan yang kurang tercemar.

Semakin banyak jenis lumpur yang ada dalam komposisi lumpur, semakin besar variasi jenis mikroba dan semakin tinggi nilai TSS. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa mikroorganisme yang ada dalam perlakuan IV terdiri dari berbagai mikroorganisme yang berasal dari tiga sedimen di badan air yang tercemar dalam keadaan yang beragam. Menurut Mukono (2000), air yang terkontaminasi seringkali mengandung bahan organik yang tinggi dan oleh karena itu tinggi pula bakteri heterotrofik yang memanfaatkan bahan organik ini untuk metabolisme. Selanjutnya ketersediaan makanan (bahan organik) bagi mikroba cukup lengkap, sehingga pertumbuhan biomassa mikroba meningkat. Mikroba membutuhkan waktu yang cukup untuk berkembang biak apabila komponen yang dibutuhkan cukup tersedia, maka mikroba akan berkembang pesat seperti halnya mikroba membutuhkan zat gizi untuk pertumbuhannya. (Sudaryati, 2012)

Menurut Sudaryati et al (2021) Proses Pertumbuhan Bakteri, bakteri diperlukan untuk penguraian bahan organik dalam air limbah. Akibatnya, sejumlah besar bakteri diperlukan untuk memecah senyawa ini. Bakteri akan berkembang biak jika jumlah makanan yang terkandung di dalamnya cukup untuk mempertahankan pertumbuhan bakteri yang konstan; awalnya, bakteri berkembang biak terus-menerus dan tumbuh agak lambat karena suasana baru di air limbah; situasi ini dikenal sebagai fase log; setelah fase log, bakteri akan berkembang biak jika jumlah makanan yang terkandung di dalamnya cukup untuk mempertahankan pertumbuhan bakteri yang konstan.

2.7. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perlakuan IV menunjukkan pertumbuhan yang paling cepat dan signifikan, dapat dilihat dari parameter TSS sebanyak 67000 mg/L pada hari ke 9 jika dibandingkan dengan perlakuan I sebanyak 12000 mg/L, perlakuan II sebanyak 9000 mg/L, dan perlakuan III sebanyak 12500 mg/L pada hari ke 9. Ini dikarenakan perlakuan IV terdiri dari berbagai mikroorganisme yang berasal dari tiga sedimen di badan air yaitu rumah potong hewan, industri tahu. Semakin banyak sumber lumpur yang digunakan maka semakin banyak agent oksidator untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia.

2.8. Daftar Pustaka

- Afifah, A.S., Suryawan, I.W.K., 2020. Kinetik Penyisihan COD dan Perumbuhan Biomassa pada Aplikasi Lumpur Aktif pada Air Limbah Industri Tahu. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 11 (1). 47-56
- Ahmed, H., & Vilkko, M. et al. 2024. Activated Sludge Model No. 1 calibration for a paper mill wastewater treatment plant in Finland. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100610. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100610>

- Arofah, R.U., Muskananfolo, M, R., Jati, O, E., 2018. Hubungan Antara Tekstur Sedimen, Kandungan Bahan Organik dan Kelimpahan Makrozoobenthos di Perairan Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. *JOURNAL OF MAQUARES*. 7 (4). 387-396. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v7i4.22573>
- Butler, J.B., Suyasa, I.W.B., Negara, I.M.S., et al. 2022. Penurunan COD, BOD, TSS, Amonia, dan Koliform Air Limbah Rumah Potong Hewan dengan Biofilter Aerobic Fixed-Bed Reactor dan Klorinasi. *JURNAL KIMIA (JOURNAL OF CHEMISTRY)*. 16 (2). DOI: <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2022.v16.i02.p07>
- Handayani, N.I., 2015. Pemanfaatan Konsorsium Mikroba Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Lumpur Aktif. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. 6 (1). 17-22
- Kementerian Pertanian. 2010. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13/permentan/Ot.140/1/2010 tentang Persyaratan Rumah Potong hewan Ruminansia dan Unit Penanganan Daging (Meat Cutting Plant)
- Kholif, M, A. 2020. *Pengolahan Air Limbah Domestik*. Scopindo Media Pustaka: Surabaya
- Marshellina, A.R., Oktiawan, W., Wardana, I.W., et al. 2015. Pengolahan Limbah Potong Hewan (RPH) Menjadi Pupuk Cair yang Diperkaya dengan Unsur Magnesium (Mg) yang Berasal dari Limbah Garam (*Bittern*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4 (3) . 1-10
- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham, W., and Hadie, J., 2012. Identifikasi Keragan Jenis Bakteri pada Jenis Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *EnviroScienteeae*. 8 (2).
- Mukhtar G., Iwan R., Mina N., and Tintin, S.R, 2017. Pemanfaatan Nutrisi Terfermentasi untuk Penurunan Kadar COD/BOD Air Limbah Industri. *Jurnal Industrial Servicess*. 3(1b): 231-234.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13 / Permentan/OT.140/1/2010 tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan Ruminansia dan Unit Penanganan Daging (*Meat Cutting Plant*)
- Rizaluddin, A.T., Purwati, S., 2018. Potensi Selulase dan Pengaruh Laju Pembebanan pada Efektivitas Pengolahan Air Limbah Kertas Proses Lumpur Aktif. *Jurnal Selulosa*. 8 (2). 61-76
- Said, N. I., Utomo, K., 2007 Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Lumpur Aktif yang Diisi dengan Media Bioball. *Jurnal Air Indonesia*. 3 (2). 160-174
- Setianingsih, N.I., Hermawan, D.W., Nilawati, et al., 2015. Pengolahan Air Limbah Kadar Garam Tinggi Dengan Sistem Lumpur Aktif. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. 6 (2). 45-50
- Sudaryati, N.L.G., Kasa, I.W., Suyasa, I. W. B., et al. 2012. Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *ECOTROPIC:Jurnal Ilmu Lingkungan (Jurnal of Enviromental Science)*. 3 (1). 21-9

- Sudaryati, N.L.G. 2021 . *Monograf Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. CV: Media Sains Indonesia.
- Suastuti, N G. A. Adhi, M. D., Simpen, I. N., Ayumi, N., et al. 2015. Efektivitas Penurunan Kadar Sufaktan Liner Alkil Sulfonat (LAS) dan COD dari Limbah Cair Domestik dengan Metode Lumpur Aktif. *JURNAL KIMIA*. 9 (1). 86-92
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Biologi Sel*. 4 (1). 83-98.