

Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) sebagai agen fitoremediasi pada pengolahan limbah cair peternakan babi

V.P. Poli, J.E.M. Soputan*

Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115

*Korespondensi (Corresponding): jeanette@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat penutupan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penurunan konsentrasi nilai BOD, COD, DO dan pH. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri 4 perlakuan dan 5 ulangan. Untuk mengamati perbedaan antar perlakuan dilakukan uji BNJ. Perlakuan yang dicobakan adalah penutupan tanaman kiambang K1=25%, K2=50%, K3=75% dan K4=100%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai BOD dan DO, hal ini berarti bahwa kemampuan tanaman kiambang dalam mereduksi polutan dalam limbah cair peternakan babi dengan penutupan tanaman kiambang yang berbeda K1 (25%), K2 (50%), K3 (75%) dan K4 (100%) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap nilai BOD dan DO. Sedangkan untuk pengukuran konsentrasi nilai COD dan pH setelah dianalisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai COD. Uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan penutupan tanaman kiambang K1 (25%) berbeda sangat nyata dengan K2 (50%), K3(75%) dan K4(100%). Hasil penelitian derajat keasaman (pH) limbah cair peternakan babi setelah dilakukan fitoremediasi dengan tanaman kiambang pada penutupan K1(25%), K2(K50%), K3 (75%) dan K4(100%), berada pada range 7.58 - 7.78. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penutupan tanaman kiambang memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan penutupan K3 (100%) tidak berbeda dengan K4 (75%), tetapi berbeda nyata dengan K1 (25%) dan K2 (50%). Kesimpulan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) efektif digunakan karena mampu mereduksi bahan pencemar organik dengan menurunkan kandungan BOD, COD serta menaikkan nilai DO yang sangat signifikan dan nilai pH sesuai standar. Berdasarkan hasil analisa laboratorium nilai COD, DO dan pH pada penelitian ini memenuhi baku mutu, sedangkan nilai BOD melebihi nilai baku mutu yang diperbolehkan PP No. 22 Tahun 2021.

Kata kunci: Kiambang, Fitoremediasi, Limbah cair peternakan babi

ABSTRACT

KIAMBANG PLANT (*Salvinia molesta*) AS A PHYTOREMEDIATION AGENTS IN THE PROCESSING OF LIQUID WASTE FROM PIG FARMS. The purpose of this study was to determine the effect of the level of cover on the Kiambang plant on the decrease in the concentration of BOD, COD, DO, and pH values. This research was conducted in the form of an experiment using a completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments and 5 replications. To observe the differences between treatments, the BNJ test was carried out. The treatment covered the Kiambang plants K1=25%, K2=50%, K3=75%, and K4=100%. The results of the analysis of variance showed that the treatment had no significant effect ($P > 0.05$) on the BOD and DO values, this meant that the ability of the kiambang plant to reduce pollutants in pig farm wastewater with different closures K1 (25%), K2 (50%), K3 (75%) and

K4 (100%) have the same effect on BOD and DO values. As for the measurement of the concentration/value of COD and pH after analysis of variance, it was shown that the treatment had a very significant effect ($P<0.01$) on the COD value. The BNJ follow-up test showed that the closing treatment for K1 (25%) was very significantly different from K2 (50%), K3(75%) and K4(100%). The results of the research on the degree of acidity (pH) of pig farm wastewater after phytoremediation with kiambang plants with coverage of K1(25%), K2(K50%), K3(75%), and K4(100%), were in the range 7.58 - 7.78 (Table 1). The analysis of variance showed that the closing treatment had a significant effect ($P<0.05$). The BNJ follow-up test showed that the closure treatment for K3 (100%) was not different from K4 (75%), but significantly different from K1 (25%) and K2 (50%). Conclusion the Kiambang plant (*Salvinia molesta*) is used effectively because it can reduce organic pollutants by reducing BOD and COD content and increasing DO values which are very significant and pH values according to standards. Based on the results of laboratory analysis, the COD, DO and pH values in this study met the quality standards, while the BOD values exceeded the quality standards allowed by PP No. 22 Year 2021.

Keywords: kiambang, phytoremediation, pig farm wastewater

PENDAHULUAN

Pemeliharaan ternak babi yang jumlahnya semakin meningkat, diikuti dengan produksi limbah dalam jumlah besar sehingga berdampak pada lingkungan. Manjusha *et al.* (2014) menyatakan bahwa pencemaran dapat disebabkan oleh pembuangan limbah yang sembarangan dan dapat memengaruhi aspek fisika, kimia dan kualitas mikrobiologis limbah.

Sombatsompop *et al.* (2011) menjelaskan bahwa air limbah peternakan babi mengandung bahan organik yang tinggi. Air limbah tersebut terdiri dari urin, feces, sisa makanan, dan air dari pembersihan kandang. Oleh karena itu perlu adanya pengolahan limbah cair usaha peternakan babi agar tidak berdampak pada lingkungan disekitarnya.

Perwujudan limbah dapat berbentuk gas, debu, cair, ataupun padat. Limbah tersebut dapat menjadi penyebab timbulnya dampak bagi kehidupan makhluk hidup, menurunkan kesehatan manusia, merusak kualitas lingkungan ataupun menurunkan estetika dan kenyamanan di sekitarnya (Wijana, 2014).

Pengolahan limbah cair secara umum dapat dilakukan menggunakan tiga

macam proses yaitu proses fisika, kimia dan biologi. Proses pengolahan limbah cair secara biologi salah satu contoh adalah dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu proses dimana tumbuhan tertentu yang bersimbiosis dengan mikro organisme dalam media yang dapat mengubah zat pencemar menjadi zat yang tidak berbahaya bahkan berguna secara ekonomis (Sitompul *et al.*, 2015)

Fitoremidiasi merupakan tindakan penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk mengurangi kontaminasi limbah dan pencemaran lingkungan melalui ex-situ. (menggunakan kolam buatan atau reaktor) maupun in-situ (langsung dilapangan yang terkontaminasi limbah). Fitoremidiasi dapat diterapkan pada limbah anorganik maupun organik dalam bentuk cair, gas, dan padat (Erlita *et al.*, 2022)

Tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) merupakan gulma air dari famili *Salviniaceae* yang ditemukan pertama kali di Negara Amerika Serikat. Tanaman ini banyak ditemukan di daerah sungai, danau, waduk dan sawah. Tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) banyak ditemukan didaerah tropis dan subtropis yang ada di dunia. Tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) merupakan tanaman mungil yang memiliki batang tumbuh mendatar,

memiliki bulu pada daunnya. Panjang tanaman kiambang dapat mencapai 30 cm. Tanaman ini memiliki dua macam bentuk daun. Ada berbentuk daun yang bisa mengapung dan tenggelam. Daun yang mengapung memiliki bentuk oval dan panjang tidak melebihi 3 cm. Daun yang tenggelam dalam air berbentuk seperti akar memiliki daun berbulu halus dan tidak berklorofil yang berfungsi untuk menangkap unsur hara dari air (Nurafifah, 2016).

Penggunaan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) mampu menurunkan limbah organik amoniak, BOD dan COD, pada air limbah domestik selama 12 hari. Efisiensi amoniak sebesar 100%, BOD sebesar 50,61 % dan COD sebesar 58,00%. Penurunan terbesar pada amoniak disebabkan karena terjadi fase eksponensial pada bakteri nitrifikasi, dimana laju pertumbuhan bakteri yakni maksimal dan konstan (Hibatullah, 2019). Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Pribadi, 2016) dimana hasil penelitian diperoleh penyisihan COD, nitrit, dan nitrat didapatkan nilai efisiensi sebesar 79%, 97%, dan 34% yang dilakukan selama 12 hari.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Peternakan Babi milik Bapak Saul Pantouw yang berada di Desa Talawaan, Kecamatan Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama 1 bulan dan analisis data laboratorium dilaksanakan di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado.

Materi penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *greenhouse* yang berbahan atap plastik dan dibuat menggunakan bambu dengan ukuran 5x3x3 meter, rak yang terbuat dari bambu untuk

meletakkan loyang yang berjumlah 20, termometer, aerator, selang aerator, batu aerator, ember dan gelas ukur (liter).

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu limbah cair peternakan babi, tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dan bahan untuk uji laboratorium nilai BOD, COD, DO dan pH.

Metode penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 (empat) perlakuan dan 5 (lima) ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan.

Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian adalah:

- K1: Penutupan Kiambang 25%
- K2: Penutupan Kiambang 50%
- K3: Penutupan Kiambang 75%
- K4: Penutupan Kiambang 100%

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari perlakuan, dilanjutkan dengan uji BNJ untuk membandingkan perbedaan antar perlakuan.

Parameter penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)
2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)
3. DO (*Dissolved Oxygen*)
4. pH (Derajat Keasaman)

Prosedur penelitian

1. Persiapan

Persiapan awal yang dilakukan yaitu pembuatan *green house* yang dibuat 1 minggu sebelum pelaksanaan uji coba, pengambilan tanaman kiambang di daerah sekitaran peternakan, tanaman kiambang yang sudah diambil dimasukan kedalam loyang yang sudah berisi air sumur kurang lebih tiga hari sampai terjadi pertumbuhan.

Limbah cair ternak babi diambil dari peternakan babi dengan jumlah babi 17 ekor yang berumur rata-rata dua bulan, limbah cair yang sudah diambil kemudian

dimasukan ke dalam loyang dengan kapasitas loyang sebanyak 150 L diendapkan selama 1 jam bertujuan untuk memisahkan bahan padatan yang tercampur dalam limbah cair ternak babi. Limbah cair yang sudah diendapkan kemudian dimasukan kedalam 20 loyang. Perbandingan 1:3 (1 bagian limbah cair dan 3 bagian air sumur) tujuan pengenceran yaitu untuk mengurangi atau mengendalikan variasi karakteristik limbah cair peternakan babi agar mencapai kondisi optimum untuk tanaman air. Wadah plastik (loyang) berkapasitas 45 liter, dimana setiap loyang dimasukkan 7 liter limbah cair + 21 liter air sumur.

Setiap loyang yang digunakan diberi tanda perlakuan secara acak, penempatan tanaman pada setiap loyang dilakukan secara acak. Selanjutnya pemberian kode perlakuan pada setiap loyang, yang dilakukan secara acak.

Tanaman kiambang dimasukkan dalam 20 loyang yang dilengkapi dengan aerator sesuai perlakuan penutupan. Pengujian sampel percobaan dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 2 kali. Hari pertama sampel limbah cair peternakan babi dianalisis di laboratorium. Pada hari ke-7 sampel limbah cair peternakan babi kembali diuji di laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis laboratorium karakteristik BOD, COD, DO dan pH limbah cair peternakan babi dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengaruh perlakuan terhadap *biological oxygen demand (BOD)* limbah cair peternakan babi

Hasil analisis laboratorium Balai Standarisasi Manado menunjukkan bahwa range nilai BOD selama penelitian pengolahan limbah cair dengan cara fitoremediasi menggunakan tanaman kiambang berkisar antara 87,5 - 95,3 Mg/L. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penutupan dengan tanaman kiambang 25% (K1), 50% (K2), 75% (K3) dan 100% (K4), memperlihatkan pengaruh yang sangat

perlakuan penutupan memberikan pengaruh tidak nyata ($P>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan tanaman kiambang dalam mereduksi limbah cair pada penutupan 25% (K1), 50% (K2), 75% (K3), dan 100% (K4) memberikan pengaruh yang sama, walapun dari Tabel 1 terlihat efektifitas penurunan konsentrasi BOD yang cukup tinggi adalah pada perlakuan penutupan 75% (K3).

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri aerobik untuk merombak atau menguraikan senyawa kompleks menjadi sederhana. Semakin tinggi BOD menunjukkan semakin tinggi jumlah penurunan oksigen terlarut pada suatu sistem (Rain *et al.*, 2025). Pada penelitian ini nilai BOD melebihi nilai baku mutu air sungai yang diperbolehkan sesuai PP No. 22 tahun 2021, akan tetapi pada semua penutupan tanaman kiambang 25%, 50%, 75%, dan 100% sampai pada hari terakhir analisis sampel terjadi penurunan. Analisis awal nilai pengujian sampel limbah cair berkisar 626,6 Mg/L-1022,9 Mg/L sedangkan pada analisis pengujian sampel hari terakhir (hari ke-7) penutupan tanaman kiambang berkisar 87,5-95,3 Mg/L (Tabel 1).

Penurunan kadar BOD dapat disebabkan oleh proses fitodegradasi dan kontaminan organik yang terserap melalui akar dan mengalami penguraian melalui proses metabolisme dalam tanaman (Riyatno, 2013).

Pengaruh perlakuan terhadap *chemical oxygen demand (COD)* limbah cair peternakan babi.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium untuk hasil parameter COD selama pengolahan limbah secara fitoremediasi menggunakan tanaman kiambang di akhir penelitian berkisar antara 9,5 - 13,9 Mg/L. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penutupan dengan tanaman kiambang 25% (K1), 50% (K2), 75% (K3) dan 100% (K4), memperlihatkan pengaruh yang sangat

Tabel 1. Rerata nilai BOD, COD, DO dan pH limbah cair peternakan babi dari masing-masing perlakuan pada akhir penelitian

Parameter	Perlakuan			
	K1 (25%)	K2 (50%)	K3 (75%)	K4 (100%)
BOD	93,5	89,0	87,5	95,3
COD	13,9 ^b	10,4 ^a	9,5 ^a	10,5 ^a
DO	6,4	6,3	6,4	6,3
pH	7,78 ^b	7,78 ^b	7,58 ^a	7,60 ^{ab}

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P>0,05$)

nyata ($P<0,01$). Uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan penutupan K1 (25%) berbeda sangat nyata dengan K2 (50%), K3(75%) dan K4 (100%). Tingginya konsentrasi nilai COD pada perlakuan penutupan K1 (25%) disebabkan karena jumlah tanaman pada perlakuan penutupan K1 hanya 25% ini berarti jumlah akar sedikit padahal proses perombakan limbah organik oleh mikroorganisme kerjasama dengan akar tanaman sangat mempengaruhi penyerapan polutan, ini dapat dilihat pada perlakuan-perlakuan yang lain.

Nilai COD merupakan nilai yang menunjukkan tebalnya bahan organik yang ada di perairan sehingga dapat menyebabkan rendahnya kadar oksigen terlarut di perairan yang dibutuhkan oleh organisme untuk respirasi (Rahardian *et. al.*, 2017)

Penurunan kadar COD terjadi karena aktivitas mikroorganisme yang terdapat pada akar kiambang. Proses fitoremediasi ini memiliki peran yang penting dalam menyerap kandungan bahan pencemar sejauh akar tanaman dalam jumlah yang banyak dan tanaman tersebut tumbuh dengan baik. Mikroorganisme yang ada pada akar kiambang semakin efektif dalam menurunkan kadar COD.

Fotosintesis tumbuhan kiambang memerlukan banyak karbondioksida agar kegiatan tersebut dapat meningkatkan oksigen terlarut dalam air dan dapat

menciptakan kondisi aerob, sehingga dapat mendukung aktivitas bakteri aerob untuk menurunkan kandungan COD dalam air (Setiadi *et. al.* dalam Welhelmus, 2017).

Nilai COD pada penelitian ini masuk dalam kisaran baku mutu PP No. 22 Tahun 2021.

Pengaruh perlakuan terhadap *dissolved oxygen* (DO) limbah cair peternakan babi.

Kadar *Dissolved Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang penting bagi kelangsungan hidup organisme di suatu perairan. Ketersediaan oksigen di dalam air sangat menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan biota.

Hasil analisis laboratorium nilai DO pada penelitian ini berkisar antara 6,3- 6,4 Mg/L (Tabel 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penutupan tanaman Kiambang K1 (25%), K2 (50%), K3 (75%) dan K4 (100%) menunjukkan hasil yang berpengaruh tidak nyata ($P>0,01$), artinya bahwa semua perlakuan memberikan kontribusi oksigen yang sama sehingga nilai DO yang diperoleh tidak berbeda. Mengacu pada PP No. 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Sungai, nilai DO yang diperoleh dalam penelitian ini masuk dalam baku mutu air kelas 1 dimana peruntukan untuk air minum. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Thuraidah *et al.* (2016), bahwa terjadinya proses pada akar yang mengeluarkan oksigen, oksigen akan

mengalir menuju akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun. Pelepasan oksigen pada akar akan menyebabkan air di sekitar rambut akar memiliki oksigen terlarut (DO) sangat tinggi.

Pengaruh perlakuan terhadap derajat keasaman (pH) limbah cair peternakan babi.

Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke sungai dapat mengubah pH air. pH air dapat berubah kearah basa (pH naik) atau kearah asam (pH turun) dan keadaan ini akan sangat mengganggu kehidupan organisme dalam air (Wardhana, 2002).

Berdasarkan hasil penelitian derajat keasaman (pH) limbah cair peternakan babi setelah dilakukan fitoremediasi dengan penutupan tanaman kiambang K1 (25%), K2 (50%), K3 (75%) dan K4 (100%), berada pada range 7,58–7,78 (Tabel 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penutupan memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$). Uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan penutupan K3 (75%) tidak berbeda nyata dengan K4 (100%), tetapi berbeda sangat nyata dengan K1 (25%) dan K2 (50%). Uji statistik terjadi perbedaan nilai pH tetapi kisaran nilai pH pada hasil penelitian ini masuk dalam kategori aman karena berada pada kisaran pH 6 - 9 sesuai Baku Mutu Air Sungai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Sastrawijaya (2009) menyatakan bahwa bakteri merombak bahan-bahan organik limbah dan menghasilkan senyawa-senyawa yang menurunkan pH.

Penurunan pH yang tinggi pada fitoremediasi menggunakan tanaman kiambang, menunjukkan bahwa proses fitoremediasi tumbuhan dapat mempengaruhi nilai pH pada media tanam menjadi turun kearah normal (Silviana dan Rachmadiarti, 2023). Hal ini disebabkan tumbuhan memiliki kemampuan dalam menyerap senyawa kimia baik organik maupun anorganik melalui proses kimia

oleh faktor lingkungan, hal ini menyebabkan nilai pH pada perairan menjadi lebih baik (Prasetyo dan Hendriyanto, 2015)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) sebagai agen fitoremediasi pada limbah cair peternakan babi efektif digunakan karena mampu mereduksi bahan pencemar organik dengan menurunkan nilai BOD dan COD, dapat meningkatkan nilai DO yang signifikan serta mempertahankan nilai pH sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Erlita D., M.R.S. Darmanijati, dan S. Munandar, 2022. Reduksi kandungan COD dan BOD pada limbah cair batik menggunakan metode fitoremediasi. Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer, 2(01): 21-29.
- Hibatullah H.F. 2019. Fitoremediasi limbah domestik (*Grey water*) menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia Molesta*) dengan sistem batch. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Manjusha C.M, P.U. Megha, P.S.P. Harikumar. 2014. Isolation and characterisation of total streptococci and faecal streptococci from Kuppam River Basin in South West Coast of India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3(3): 164-175.
- Nurafifah S. 2016. Pengaruh komposisi kiambang (*Salvinia molesta*) dan zeolit terhadap penurunan logam berat kadium (Cd). Disertasi. Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya. Universitas Surabaya.

- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Prasetyo H., dan O.C. Hendriyanto. 2015. Fitoremediasi limbah deterjen menggunakan kayu apu (*Pistia Stratiotes*L.) dan genjer (*Limnocharis flava*L.). *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*; 7(2) : 100-114.
- Pribadi B.Z. 2016. Pengaruh luas penutupan kiambang (*Salvinia Molesta*) terhadap penurunan cod, amonia, nitrit, dan nitrat pada limbah cair domestik (*Grey water*) dengan sistem kontinyu. *Disertasi. Universitas Diponegoro Semarang*.
- Rahardian R., S. Endro, dan S. Sri. 2017. Efisiensi penurunan COD dan TSS dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.). *Studi Kasus: Limbah Laundry. Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(6) : 1-8.
- Rain O.E., B.G.J. Sinambela, D.U. Siswanti. 2025. Bioremediasi fosfat limbah detergen dan model kinetik reaksi SPIROFILTER berbasis spyrogyra porticalis (O.F. Muller) cleve. *Berkala Ilmiah Biologi*, 16(1):49-60.
- Riyatno A., 2013, Pengetahuan dan Sikap Dalam Penelitian Kesehatan, Jakarta: Salemba Medika
- Sombatsompop K., A. Songpim, S. Reabroi, dan P. Inkong-ngam, 2011. A comparative study of sequencing batch reactor and moving-bed sequencing batch reactor for piggery wastewater treatment. *Maejo International Journal of Science and Technology*. 5(02): 191-203
- Sastrawijaya T. 2009. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Rieneka Cipta.
- Silviana L., dan F. Ravhmadiantri. 2023. Fitoremediasi Fosfat dari Detergen Sintesis dengan Menggunakan *Lemna minor* dan *Azolla microphylla*. *LenteraBio*, 12(3): 281-289.
- Sitompul H.A., H. Yetti, A.E. Yulia. 2015. Pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit terhadap pertumbuhan bibit karet (*Hevea Brasiliensis*) Stum Mini. *Disertasi. Universitas Riau*.
- Thuraidah A., E.I. Puspita, N. Oktiyani. 2016. Pengaruh genjer (*Limnocharis flava*) terhadap Penurunan Biological Oxygen Demand (BOD) limbah industri karet. *Medical Laboratory Technology*, 2(1): 6-10.
- Wardhana W.A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan, Edisi Revisi. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Wijana, N. 2014. Biologi Dan Lingkungan (1st ed.). Plantaxia.
- Wilhelmus S. 2017. Clinical and histopathologic characteristics associated with renal outcomes in lupus nephritis. *Clinical journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 12(5):