Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume XI, No.4, Oktober 2026 Hal 21568 - 21573
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

# Efektivitas Tanaman Kiambang (*Salivina Molesta*) dengan Menggunakan Fitoremediasi dalam Menurunkan Parameter BOD dan COD pada Limbah Cair Tahu

**Yesinda Okti Khoirolin Nisa, Restu Hikmah Ayu Murti***

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya
***Koresponden email**: restu.hikmah.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 24 Oktober 2026 Disetujui: 03 November 2026

**Abstract**
Tofu wastewater generally contains high levels of BOD, COD, TSS, nitrogen, and phosphorus. The objective of this study was to determine the effect of retention time and water hyacinth plant density on the removal of BOD and COD. In this study, the water samples consisted of industrial tofu wastewater collected in Mojokerto City. The variables tested were retention time and plant density. The retention times tested were 5, 10, 15, and 20 days, while the plant densities tested were 4 plants for low density, 6 plants for medium density, and 8 plants for high density. The results showed that the most effective treatment in the reactor was achieved with high plant density and a retention time of 20 days, resulting in a total BOD reduction of 84% and a COD reduction of 85%. After conducting a statistical test using a two-way ANOVA on the BOD and COD parameters for the density factor, a p-value > 0.05 was obtained, indicating no significant effect; whereas for the retention time factor, a p-value < 0.05 was obtained, indicating that retention time has a significant effect.
**Keywords:** *tofu wastewater, water hyacinth, retention time, plant density, ANOVA two-way*

**Abstrak**
Limbah cair tahu umumnya mengandung BOD, COD, TSS, Nitrogen, dan Fosfor yang tinggi. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama waktu dan kerapatan dari tanaman kiambang dalam penyerapan parameter BOD, COD. Pada penelitian ini air sampel menggunakan limbah cair industri tahu yang terletak di Kota Mojokerto. Variasi yang digunakan adalah waktu tinggal dan kerapatan tanaman. Untuk waktu tinggal yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20 hari, sedangkan untuk kerapatan yang digunakan adalah 4 tanaman untuk kerapatan rendah, 6 tanaman untuk kerapatan sedang, dan 8 tanaman untuk kerapatan tinggi. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa perlakuan pada reaktor yang maksimal adalah dengan kerapatan tinggi dan waktu tinggal 20 hari dengan total pernurunan BOD sebesar 84% dan penurunan COD sebesar 85%. Setelah dilakukan uji statistika menggunakan analisis Anova Two-Way Pada parameter BOD dan COD untuk faktor kerapatan diperoleh p-value>0,05 yang berarti tidak memberikan pengaruh yang signifikan, sedangkan untuk faktor waktu tinggal diperoleh p-value<0,05 yang menunjukkan bawah waktu tinggal memberikan pengaruh yang signifikan.
**Kata Kunci:** *limbah cair tahu, tanaman kiambang, waktu tinggal, kerapatan tanaman, ANOVA two-way*

## 1. Pendahuluan

Limbah cair tahu hasil dari buangan sisa pengolahan produksi kedelai. Limbah tahu menghasilkan 2 jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair [1]. Limbah tahu padat merupakan hasil dari kotoran dan benda padat lain yang menempel pada kedelai dan ampas tahu untuk limbah cair tahu merupakan hasil dari proses kegiatan pencucian, perendaman, penyaringan, dan pencetakan [2]. Limbah cair tahu pada umumnya mengandung padatan tersuspensi yang akan mengalami perubahan fisik dan kimia sehingga menghasilakn senyawa atau zat beracun yang mencemari lingkungan. Kandungan limbah cair industri tahu mengandung *BOD, COD, TSS, Nitrogen*, dan *Fosfor* yang tinggi [3]. Oleh karena itu pengolahan limbah cair industri tahu perlu diterapkan, sebab jika limbah industri tahu terus – menurus membuang limbah cair langsung ke badan air maka penurunan kualitas lingkungan dan kerusakan ekosistem sekitar industri tahu tidak dapat dihindari.

Salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi pencemaran air yang dihasilkan oleh limbah cair tahu yaitu pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan proses fitoremediasi [4]. Metode Fitoremediasi yaitu metode pengolahan air limbah dengan tanaman air sebagai media penyerapnya untuk membantu menurunkan zat-zat organik yang terkandung didalam air limbah cair tahu. Konsep dasar dari

pengolahan fitoremediasi dengan menggunakan fitoekstraksi, fitovolatilisasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, rhizofiltrasi dan mikroorganisme untuk mendegradasi polutan [5].

Fitoremediasi melibatkan antara tanaman, mikroorganisme, dan lingkungan untuk membersihkan lingkungan yang mengandung polutan atau pencemar. Fitoremesiasi merupakan teknologi pembersihan konvesional mekanis yang emerlukan input modal tinggi dan padat karya serta energi [6]. Teknologi *constructed wetland* menggunakan proses adsorpsi, filtrasi, sedimentasi, dekomposisi mikroba, dan pertukaran ion alami [7].

Tanaman yang digunakan dalam proses fitoremediasi adalah tanaman Kiambang (*Salvina molesta)*. Hal ini dikerenakan pertumbuhan yang mudah dan cepat sehingga saat digunakan pada sistem *constructed wetland* dapat beradaptasi dengan muda. Selain tanaman, media tanam sangat diperlukan dalam proses constructed wetland sebagai tempat tumbuh tanaman sekaligus interaksi langsung dengan polutan melalui proses penyerapan. Constructed wetland tergantung pada desain dan karakteristik media yang digunakan [8]. Selain itu tumbuhan yang tepat dapat menghasilkan lebih banyak kontaminan yang bisa diturunkan. Wetland juga dapat membantu proses sedimentasi, mengurangi kecepatan air dan turbelensi sehingga menyebabkan pengendapan [9].

Tanaman kiambang memiliki nama latin (*Salvina molesta*) merupakan tanaman remediator yang sangat baik dalam remediasi limbah organik maupun anorganik karena tanaman kiambang memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi. Pertumbuhan tanaman kiambang kurang lebih membutuhkan waktu 3 hari dan biasanya tanaman kiambang ditemukan mengapung di air yang mengalir tenang. Tanaman kiambang memliki kecepatan tumbuh yang cepat karena memiliki sifat mudah adaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan [10]. Tanaman kiambang memiliki diameter daun yang relatif kecil tetapi memiliki akar yang lebat dan Panjang sehingga dapat menyerap logam berat namun terhalang dengan penetrasi Cahaya ke dalam perairan [11].

Pada penelitian ini parameter yang digunakan adalah BOD dan COD. BOD merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan mikroorganisme dalam mengurai senyawa organik didalam limbah [12]. Nilai BOD yang tinggi disebabkan oleh bahan organik yaitu protein dari adanya penambahan limbah cair tahu dengan begitu oksigen yang dibutuhkan dalam penguraian bahan organik semakin tinggi. Untuk COD adalah Kebutuhan oksigen kimia atau COD merupakan sejumlah oksigen yang dibutuhkan bahan buangan yang dapat teroksidasi melalui reaksi kimia [13]. Kadar COD pada limbah tahu sendiri berasal dari rendaman dan pengelupasan kulit kedelai yang masih banyak mengandung pati [14].

## 2. Metode Penelitian

Tahap pertama adalah pengambilan sampel limbah cair industri tahu, berikut merupakan penjelasannya:

1. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode Grab sampling atau pengambilan sesaat.
2. Sampel limbah cair industri tahu yang telah diambil kemudian diuji awal di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kota Gresik.

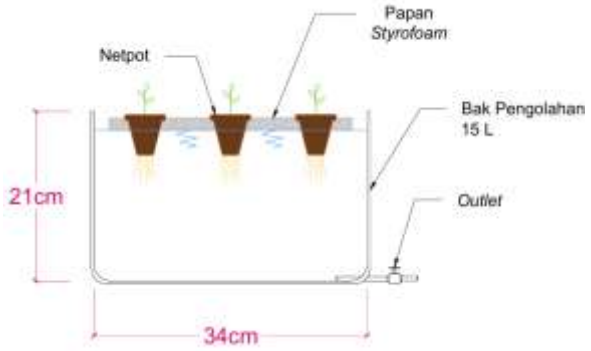
Tahap kedua adalah perancangan reaktor yang akan digunakan pada penelitian, berikut merupakan langkah-langkahnya:

1. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sebanyak 15 Liter.
2. Pembuatan plot media tanam dilakukan pada box plastic dengan kapasitas volume 40 liter ukuran Panjang 47 cm Lebar 35 cm dan Tinggi 27 cm.
3. Tanaman kiambang yang digunakan dalam penelitian ini tidak berasal dari benih , melainkan tanaman yang sudah tumbuh sebelumnya dengan berat 50 gram – 100 gram.

Tahap ketiga adalah proses aklimatisasi dan range finding test, berikut merupakan langkah-langkahnya:

1. Pada proses aklimatisasi dan Range Finding test dilakukan selama 7 hari kerja.
2. Pada proses ini dilakukan pengenceran limbah sebanyak masing 20%, 40 %, 60% 80%, 100%. Lalu tahap selanjutnya adalah aklimatisasi.

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume XI, No.4, Oktober 2026 Hal 21568 - 21573
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934




**Gambar 1.** Desain Reaktor

Tahap keempat adalah proses penelitian utama, berikut merupakan penjelasannya:

1. Variasi waktu tinggal tiap reaktor adalah 5, 10, 15, 20 hari
2. Lakukan sampling pada tiap variasi waktu tinggal yang telah ditentukan
3. Uji laboratorium pada tiap sampel dengan parameter uji BOD dan COD

Tahap kelima adalah analisis data, berikut merupakan penjelasannya:

1. Analisis deskriptif
   Analisis deskriptif dilakukan dengan cara menghitung nilai efisiensi penurunan parameter BOD, COD. Untuk mengetahui nilai efisiensi sebuah penelitian menggunakan persamaan berikut:

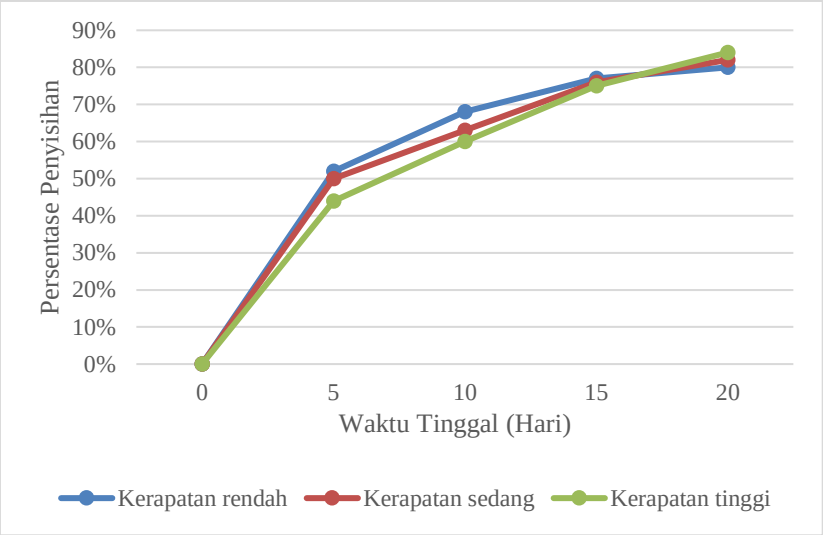
$$Ef = \frac{co - ct}{co} \; x \; 100\%$$

   Keterangan :
   Ef : efisiensi penurunan parameter
   Ct : Konsentrasi akhir sampel (mg/L)
   Co : Konsentrasi awal sampel (mg/L)
2. Analisis Statistik
   Analisis statistik yang digunakan dalam penelitian yaitu Uji *Anova Two Way*. Uji Anova singkatan Analysis of varian yakni suatu uji komparatif untuk menguji perbedaan data yang lebih dari dua kelompok. Uji statistika ini menghasilkan dua Kesimpulan yang penting [13].
   - Apabila nilai F dihitung > F tabel maka H0 ditolak
   - Apabila nilai F dihitung < F tabel maka H0 diterima

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisis Penyisihan Parameter BOD dengan Tanaman Kiambang

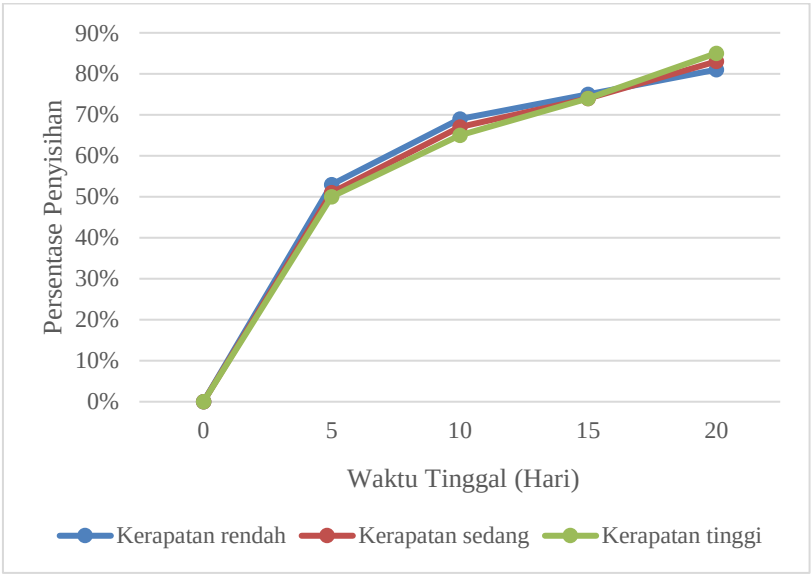
Pada **Gambar 2** diperlihatkan penurunan kadar parameter BOD pada tanaman kiambang. Variasi efektivitas penyisihan BOD antar reaktor, yang dipengaruhi oleh jenis tanaman, kerapatan tanaman, dan waktu tinggal. Penurunan konsentrasi BOD dianalisis melalui hasil uji konsentrasi parameter BOD (mg/L) tiap waktu, dan dihitung persentase penyisihannya terhadap konsentrasi awal. Penurunan paling maksimal terjadi pada variasi kerapatan tinggi dengan waktu tinggal 20 hari dengan persen penurunan sebesar 84%. Pada penelitian ini semakin tinggi kerapatan tanaman kiambang, memberikan hasil penyisihan yang maksimal. Pada akar tanaman kiambang banyak akar halus yang membuat kontak dengan air lebih luas sehingga bisa menyisihkan kadar BOD lebih baik. Kemudian semakin lama waktu tinggal maka semakin meningkat juga persentase penyisihan BOD pada sampel air limbah.




**Gambar 2.** Grafik Penurunan BOD pada Tanaman Kiambang
Sumber: Hasil Penelitian, 2026

### 3.2 Analisis Penyisihan Parameter COD dengan Tanaman Kiambang

Berikut merupakan penurunan kadar parameter COD pada tanaman kiambang :




**Gambar 3.** Grafik Penurunan COD pada Tanaman Kiambang
Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan **Gambar 3,** variasi efektivitas penyisihan COD antar reaktor, yang dipengaruhi oleh jenis tanaman, kerapatan tanaman, dan waktu tinggal. Penurunan konsentrasi COD dianalisis melalui hasil uji konsentrasi parameter COD (mg/L) tiap waktu, dan dihitung persentase penyisihannya terhadap konsentrasi awal sampel air limbah. Penurunan paling maksimal terjadi pada variasi kerapatan tinggi dengan waktu tinggal 20 hari dengan persen penurunan sebesar 85%.

Pada penelitian ini semakin tinggi kerapatan tanaman kiambang, memberikan hasil penyisihan yang maksimal. Pada akar tanaman kiambang banyak akar halus yang membuat kontak dengan air lebih luas sehingga bisa menyisihkan kadar COD lebih baik. Kemudian semakin lama waktu tinggal maka semakin meningkat juga persentase penyisihan COD pada sampel air limbah.

### 3.3 Uji Anova Two-Way Pengaruh Kerapatan dan Waktu Tinggal pada Tanaman Kiambang

#### 3.3.1 Uji Anova Two-Way Parameter BOD pada Tanaman Kiambang

Berikut merupakan tabel hasil dari uji Anova Two-Way dari parameter BOD pada tanaman kiambang:

Anova: Two-Factor Without Replication Kiambang

| SUMMARY | Count | Sum | Average | Variance |
|---|---|---|---|---|
| Kerapatan rendah | 4 | 727,00 | 181,75 | 5554,91667 |
| Kerapatan sedang | 4 | 764,00 | 191,00 | 7088,66667 |
| Kerapatan tinggi | 4 | 811,00 | 202,75 | 10742,917 |
| | | | | |
| hari 5 | 3 | 911,00 | 303,67 | 596,3333 |
| hari 10 | 3 | 645,00 | 215,00 | 588,0000 |
| hari 15 | 3 | 426,00 | 142,00 | 36,0000 |
| hari 20 | 3 | 320,00 | 106,67 | 132,3333 |

ANOVA

| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kerapatan | 886,17 | 2 | 443,0833 | 1,46138 | 0,304057 | 5,14325285 |
| Waktu | 68340,33 | 3 | 22780,11 | 75,1336693 | 0,000038 | 4,75706266 |
| Error | 1819,17 | 6 | 303,1944 | | | |
| | | | | | | |
| Total | 71045,67 | 11 | | | | |

result
P value kerapatan melati air > 0,05
P value waktu melati air < 0,05

**Gambar 4.** Uji Anova Two-Way Parameter BOD
Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan hasil pengujian statistik untuk faktor kerapatan, diperoleh nilai F hitung sebesar 1,46138, sedangkan nilai F kritis sebesar 5,14325285 dengan p-value sebesar 0,304057. Karena nilai F hitung lebih kecil dibandingkan F kritis dan nilai p-value lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa variasi kerapatan tanaman tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan BOD.

Faktor waktu tinggal diperoleh F hitung sebesar 75,1336693, sedangkan F kritis sebesar 4,75706266 dan p-value sebesar 0,000038. Nilai F hitung yang jauh lebih besar daripada F kritis serta p-value yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa waktu tinggal memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan BOD.

### 3.3.2 Uji Anova Two-Way Parameter COD pada Tanaman Kiambang

Berikut merupakan tabel hasil dari uji Anova Two-Way dari parameter COD pada tanaman kiambang:

Anova: Two-Factor Without Replication Kiambang

| SUMMARY | Count | Sum | Average | Variance |
|---|---|---|---|---|
| Kerapatan rendah | 4 | 1625,00 | 406,25 | 25728,9167 |
| Kerapatan sedang | 4 | 1663,00 | 415,75 | 32408,250 |
| Kerapatan tinggi | 4 | 1676,00 | 419,00 | 38640,667 |
| | | | | |
| hari 5 | 3 | 1943,00 | 647,67 | 394,3333 |
| hari 10 | 3 | 1317,00 | 439,00 | 676,0000 |
| hari 15 | 3 | 1025,00 | 341,67 | 56,3333 |
| hari 20 | 3 | 679,00 | 226,33 | 702,3333 |

ANOVA

| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kerapatan | 351,17 | 2 | 175,5833 | 0,31858 | 0,73876416 | 5,1432528 |
| Waktu | 287026,67 | 3 | 95675,56 | 173,596089 | 0,000003 | 4,7570627 |
| Error | 3306,83 | 6 | 551,1389 | | | |
| | | | | | | |
| Total | 290684,67 | 11 | | | | |

result
P value kerapatan melati air > 0,05
P value waktu melati air < 0,05

**Gambar 5.** Uji Anova Two-Way Parameter COD
Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan hasil pengujian statistik untuk faktor kerapatan, diperoleh nilai F hitung sebesar 0,31858, sedangkan nilai F kritis sebesar 5,14325285 dengan p-value sebesar 0,73876416. Karena nilai F

hitung lebih kecil dibandingkan F kritis dan nilai p-value lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa variasi kerapatan tanaman tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan COD.

Faktor waktu tinggal diperoleh F hitung sebesar 173,596089, sedangkan F kritis sebesar 4,75706266 dan p-value sebesar 0,000003. Nilai F hitung yang jauh lebih besar daripada F kritis serta p-value yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa waktu tinggal memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan COD.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada perlakuan kerapatan tinggi dengan waktu tinggal 20 hari menghasilkan penurunan parameter yang maksimal. Pada paramer BOD persen penuruan sebesar 84%, sedangkan pada parameter COD persen penurunan sebesar 85%. Pada uji statistika dengan metode Anova Two-Way, pada parameter BOD dan COD untuk faktor kerapatan diperoleh p-value>0,05 yang berarti tidak memberikan pengaruh yang signifikan, sedangkan untuk faktor waktu tinggal diperoleh p-value<0,05 yang menunjukkan bawah waktu tinggal memberikan pengaruh yang signifikan.

## 5. Referensi


[1] Rahman, R. A. S., & Fajriati, I. (2021). Penentuan Kualitas Air Saluran Pembuangan Limbah Tahu Di Sungai Pengging Boyolali. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1-11.

[2] Al Kholif, M., Sutrisno, J., & Dewi, W. S. (2020). Pengaruh waktu tinggal dan media tanam pada constructed wetland untuk mengolah air limbah industri tahu. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, *5*(2), 107-115.

[3] Rahmani, A. F., & Handajani, M. (2014). Efisiensi penyisihan organik limbah cair industri tahu dengan aliran horizontal subsurface pada constructed wetland menggunakan typha angustifolia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *20*(1), 78-87.

[4] Hendrasari, R. S. (2016). Kajian Penurunan Kadar BOD Limbah Cair Tahu Pada Berbagai Variasi Aliran. *Semesta Teknika*, 19(1), 26–36.

[5] M. Kasman, A. Riyanti, S. Sy, and M. Ridwan. (2018). "Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius)* dalam sistem kombinasi constructed wetland dan filtrasi," *Jurnal Litbang Industri*, vol. 8, pp. 39-46.

[6] Rahmawati, A., Zaman, B., & Purwono. (2016). Kemampuan Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) dalam menyisihkan BOD dan Fosfat pada Limbah Domestik(Grey Water) dengan Sistem Fitoremediasi Secara Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 88–100.

[7] Rahmawati, S. H., & Puspitaningrum, C.(2022). Analisis Pengolahan Air Limbah Industri Tahu dan Efektivitasnya Terhadap Masyarakat dan Lingkungan di Bandar Lampung. *Open Science and Technology*, 02(01), 2776–169.

[8] Ghori, Z. et al. (2016) "Phytoextraction: The Use of Plants to Remove Heavy Metals from Soil," *Plant Metal Interaction: Emerging Remediation Techniques*, (December), hal. 385–409. doi: 10.1016/B978-0-12-803158-2.00015-1.

[9] Metcalf, dan Eddy. (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Fourth Edition. International edition. New York : McGraw- Hill.

[10] Riyanti, A., Siswanto, A., Taqwa, M. R. (2015). Sistem Pengolahan Grey Water di Daerah Rawa Pasang Surut: Studi Kasus di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi* Seri Sains, 17 (1): 11-17.

[11] Nabila, I. S., Paulina, P., & Anwar, T. (2025). Efektivitas Kombinasi Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) Dan Kayu Apu (Pistia stratiotes) Dalam Menurunkan Kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand) pada Limbah Tahu. *Journal of Environmental Health and Sanitation Technology*, *4*(1), 28-34.

[12] Siswanto, et.al, (2014). Pengolahan Air Limbah Hotel Dengan Metode Free Surface Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan Equisetum hymale. *Jurnal Ilmiah Sains Terapan*, 5(1): 37-42.

[13] Pusvitasari, Anggun Bunga. "Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Polutan, pH, Suhu Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus Palaefolius) pada Metode Fitoremediasi." *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 14.1 (2025): 136-152.

[14] Pamungkas, A. W., & Slamet, A. (2017). Pengolahan tipikal instalasi pengolahan air limbah industri tahu di kota surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2), D123-D128.

[15] Zhang, P., Sun, H., Yu, L., Sun, T.(2013). Adsorption and catalytic hydrolysis of carbaryl and atrazine on pig manure derived biochars: impact of structural properties of biochar. *Journal Hazard Mater* 244-245: 217–224.