



FESSEL (FISH INDUSTRY WASTEWATER SYSTEM INSTALATION): PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI PERIKANAN TERINTEGRASI MENGGUNAKAN SISTEM SEQUENCED ANAEROBIK-WETLAND

Siti Rachmi Indahsari¹, Ahmad Adi Suhendra², Deswara Valen Ramadhani³,
Dewi Ratna Sari⁴, Isaac Varado⁵

^{1,2}PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit III Plaju

^{3,4,5}Universitas Gadjah Mada

deswara.val2002@mail.ugm.ac.id

ABSTRACT

Belida fish (Chitala hypselonotus), an endemic freshwater species, is currently endangered, partly due to water pollution from fish processing industry wastewater. This waste contains pollutants such as COD, BOD, and ammonia, which damage aquatic habitats and disrupt ecological balance. Limited public awareness and lack of affordable treatment technology have led to untreated wastewater being discharged directly into rivers. To address this issue, FESSEL (Fish Industry Wastewater System Installation) was developed as an innovative treatment system using a sequence of anaerobic digestion–wetland processes. This technology can reduce pollutant levels by up to 97.45%, ensuring the effluent meets environmental standards. Moreover, FESSEL produces methane gas as an alternative energy source, reducing production costs by 23.17%. This innovation offers an integrated solution to conserve belida fish populations and support environmentally sustainable industrial practices.

Keywords: *Liquid wastewater, Anaerobik, Wetland*

ABSTRAK

Ikan belida (*Chitala hypselonotus*) merupakan ikan endemik sungai yang kini keberadaannya terancam punah, salah satunya akibat pencemaran air dari limbah cair industri pengolahan ikan. Limbah tersebut mengandung zat pencemar seperti COD, BOD, dan ammonia yang merusak habitat dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Minimnya pengetahuan masyarakat serta terbatasnya teknologi pengolahan limbah yang sederhana dan murah menyebabkan limbah dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu. Menanggapi hal ini, dikembangkanlah teknologi FESSEL (*Fish*

Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism Checker No
235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Industry Wastewater System Installation), sebuah inovasi instalasi pengolahan limbah dengan sistem *sequence anaerobic digestion-wetland*. Teknologi ini mampu menurunkan kandungan pencemar hingga 97,45%, sehingga air limbah memenuhi baku mutu. Selain itu, FESSEL menghasilkan gas metana sebagai energi alternatif yang dapat menghemat biaya produksi hingga 23,17%. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi terpadu dalam menjaga keberlangsungan spesies ikan belida serta mendukung produksi industri yang ramah lingkungan.

Kata Kunci: Limbah Cair, *Anaerobik*, *Wetland*

PENDAHULUAN

Ikan belida atau spesies *Chitala hypselonotus* merupakan jenis ikan sungai yang berasal dari perairan Sumatera. Saat ini keberadaan ikan belida kian menurun hingga ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kementeria Kelautan dan Perikanan (KKP) Nomor 1 Tahun 2021 sebagai ikan yang dilindungi. Kelangkaann ikan belida tersebut menurut Jubaedah dan Sayida (2022) selain disebabkan oleh eksploitasi berlebihan juga disebabkan oleh kondisi habitat yang tidak mendukung untuk ikan berkembang biak. Pencemaran air, kerusakan habitat akibat aktivitas manusia, dan perubahan iklim menyebabkan habitat ikan belida tidak lagi ideal untuk berkembang biak.

Salah satu penyebab pencemaran air adalah limbah cair industri pengolahan ikan. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Selatan tahun 2022, jumlah industri pengolahan ikan mencapai 23,22% dari total jumlah industri di Sumatera Selatan. Limbah industri tersebut mengandung COD, BOD, dan ammonia yang membahayakan ekosistem lingkungan. Kondisi tersebut diperparah dengan minimnya pengetahuan masyarakat dalam mengolah limbah industri secara tepat sehingga limbah yang dibuang tidak sesuai baku mutu. Minimnya teknologi pengolahan ikan yang mudah dan murah juga menjadi alasan mengapa limbah cair pengolahan ikan langsung dibuang ke sungai tanpa melalui tahapan pengolahan.

Melalui permasalahan di atas, dapat diartikan bahwa harus terdapat penyelesaian agar spesies ikan belida tidak mengalami kepunahan, hal tersebut dikarenakan dengan punahnya ikan belida akan mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, inovasi teknologi FESSEL "*Fish Industry Wastewater System Instalation*" sebuah instalasi pengolahan air limbah pengolahan ikan dengan sistem *sequence anaerobic digestion-wetland* diharapkan mampu menjadi solusi cerdas atas permasalahan tersebut. Teknologi FESSEL mampu menurunkan kandungan pencemar mencapai 97,45% sehingga limbah keluaran sudah memenuhi baku mutu limbah sekaligus mampu menghasilkan hasil samping berupa gas metana yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar produksi yang mengemat biaya 23,17% total biaya produksi.

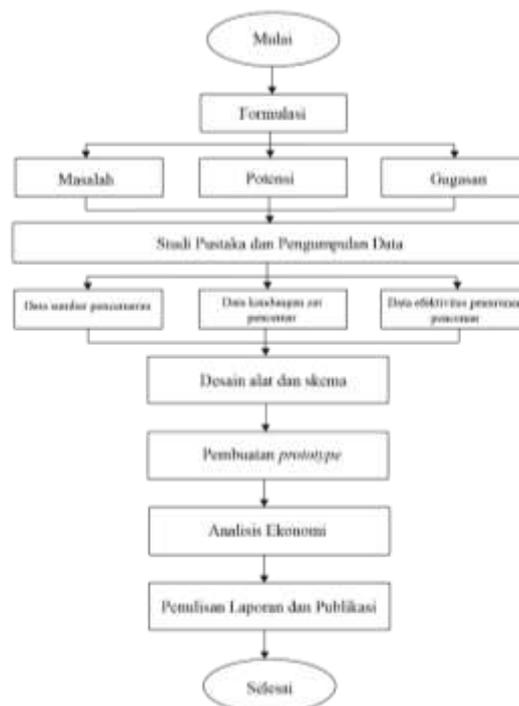
Berdasarkan pendahuluan yang sudah ditulis diatas, maka diperoleh beberapa rumusan masalah yang ditulis sebagai berikut:

- a) Mengapa FESSEL dipilih sebagai pengolahan limbah industri perikanan?
- b) Bagaimana prinsip kerja pengolahan limbah pada teknologi FESSEL?
- c) Bagaimana performa instalasi pengolahan limbah yang diusulkan?
- d) Apakah teknologi FESSEL aplikatif diterapkan di masyarakat?

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kelebihan FESSE sebagai instalasi pengolahan limbah industri perikanan, memberikan informasi mengenai prinsip kerja dari FESSEL, mengukur efisiensi dari FESSEL dalam pengurangan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*), serta menganalisis prospek instalasi FESSEL untuk masyarakat dari sisi kemudahan instalasi dan ekonomi.

Metode Penelitian

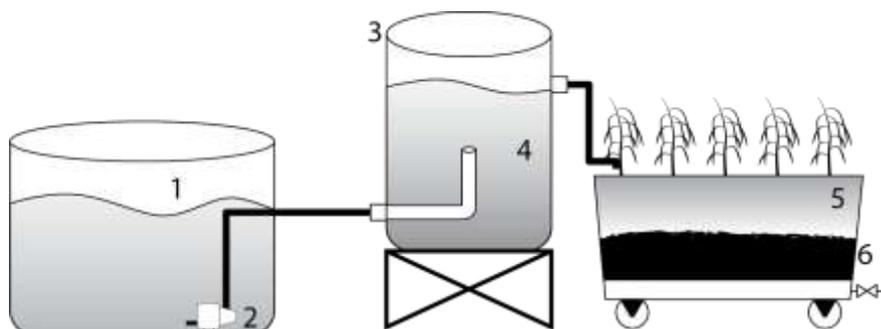
Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode eksperimen melalui tahapan perancangan dan pembuatan prototipe teknologi. Pendekatan ini dipilih untuk menguji efektivitas sistem secara langsung dalam kondisi terkontrol, sehingga dapat diperoleh data kinerja yang akurat dan relevan terhadap tujuan penelitian. Berikut pada Gambar 1 merupakan tahapan dalam proses eksperimen.



Gambar 1. Skema Penelitian

Proses penelitian diawali dengan melakukan identifikasi masalah, potensi, dan gagasan dilanjutkan pencarian data sekunder yang mendukung. Data yang mendukung dicari dan dikumpulkan dengan cara melakukan pencarian tinjauan pustaka yang merupakan data sekunder dan berasal dari jurnal ilmiah nasional maupun internasional. Langkah pertama adalah dengan menentukan sumber pencemaran utama. Sumber utama pencemar tersebut kemudian dianalisis

kandungan zat pencemar dan dicari alternatif proses untuk menurunkan kandungan pencemarnya. Setelah dilakukan penggalan ide dilakukan pembuatan prototipe alat dilanjutkan analisis ekonomi untuk skala prototipe maupun jika sistem dilakukan *scale-up*. Berikut merupakan skema alat prototipe yang digunakan:



Gambar 2. Desain prototipe FESSEL

Hasil dan Pembahasan

Prototipe dirancang sesuai dengan diagram yang sudah dibuat. Rangkaian alat dilakukan pengetesan dengan cara mengalirkan air wastafel menggunakan pompa hingga terjadi aliran keluar pada *wetland*. Tujuan dari pengetesan ini untuk mengetahui apakah penyambungan sudah benar sehingga tidak ada bagian yang bocor.

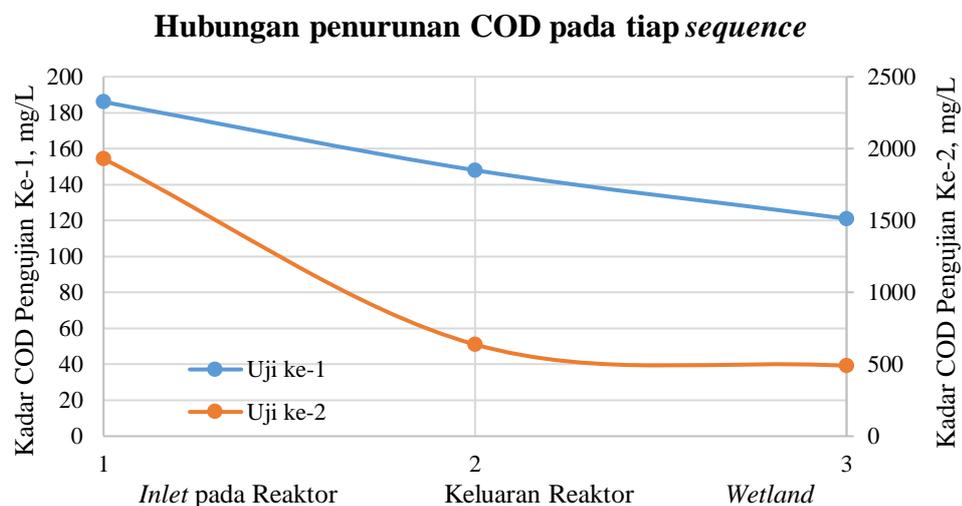
Sampel limbah pengolahan ikan dibuat dengan menghancurkan Sebagian daging ikan lele mentah dan dicampurkan ke air 500 mL. Larutan diaduk selama sekitar 10 menit agar benar-benar merata. Kemudian, larutan dicampurkan ke air di dalam *container* sebanyak 5 L yang digunakan sebagai penampungan limbah tersebut. Limbah dialirkan dengan pompa hingga mengisi reaktor anaerobik sekitar setengah dari volume, lalu ditambahkan *microbac* untuk memulai aktivasi bakteri. Dosis *microbac* yang digunakan adalah 1:1000 (perbandingan antara bakteri dengan air limbah). Selanjutnya sampel didiamkan pada reaktor selama minimal 12 jam. Setelah itu sampel dari reaktor dialirkan pada prototipe *wetland* dan dibiarkan kurang lebih 1 jam.

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel dari masing-masing *sequenced* dari *inlet*- keluaran reaktor anaerob dan keluaran *wetland*, pengujian untuk mendapatkan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dengan variasi waktu tinggal pada *sequenced*. Sampel yang telah didapatkan kemudian diuji kadar COD nya dengan metode UV-Vis. Reagen yang digunakan berupa Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dan Asam Sulfat (H_2SO_4). Selain pengujian COD, dilakukan juga pengujian PH untuk masing-masing sampel dan didapatkan data sebagai berikut:

| Pengujian ke- | COD (mg/L) | | % Penurunan | Waktu (jam) |
|---------------|--------------|-----------------------|-------------|-------------|
| | <i>Inlet</i> | <i>Outlet Reactor</i> | | |
| 1 | 186 | 148 | 20,43 | 24 |
| 2 | 1929 | 638 | 66,93 | 24 |
| | COD (mg/L) | | % Penurunan | Waktu (jam) |

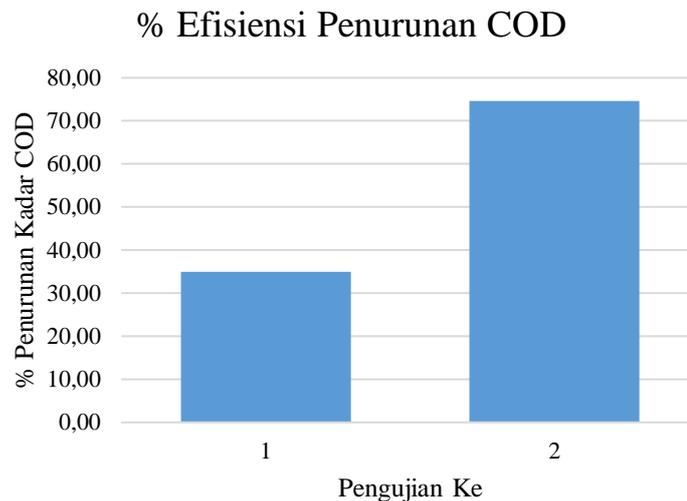
| Pengujian ke- | Wetland | | |
|--------------------------------|---------|-------|---|
| 1 | 121 | 18,24 | 1 |
| 2 | 489 | 23,35 | 1 |
| Persentase Penurunan Total (%) | | | |
| Uji ke-1 | | 34,95 | |
| Uji ke-2 | | 74,65 | |

Visualisasi data disajikan pada grafik Gambar 3 berikut ini



Gambar 3. Hubungan Penurunan COD pada masing-masing *sequence* tiap pengujian

Berdasarkan perhitungan dari data penelitian yang telah dilakukan, untuk waktu tinggal yang sama efisiensi penurunan kadar COD lebih tinggi adalah saat kadar COD lebih besar yakni 1929 mg/L dengan efisiensi sebesar 66,93%. Nilai ini lebih rendah dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Rahadi pada tahun 2018 yakni sebesar 87,78% dengan waktu tinggal 9 jam, hal ini dipengaruhi oleh kadar COD awal penelitian nilainya lebih rendah daripada data pada penelitian oleh Rahadi, jumlah COD yang lebih rendah akan mempengaruhi kerja dari bakteri yang dipakai. Semakin rendah kadar COD maka efisiensi kerja bakteri akan semakin menurun. Untuk kadar COD yang rendah mikrobakteri lebih baik bekerja pada kondisi aerob dibandingkan anaerob. Berikut pada Gambar 4 ini disajikan perbandingan persentase penurunan kadar COD pada untuk pengujian pertama dan kedua.



Gambar 4. Efisiensi penurunan COD pada pengujian ke-1 dan ke-2

Selanjutnya penurunan kadar COD pada *constructed wetland* dengan instalasi karbon aktif didapatkan nilai tertinggi pada waktu tinggal yang sama yakni 1 jam dengan nilai penurunan 23,35%, nilai ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurlela pada tahun 2018 yang menyatakan bahwa dengan menggunakan instalasi karbon aktif dapat menurunkan kadar COD pada limbah sebesar 19,61%.

Dilakukan juga pengujian nilai pH pada sistem dan didapatkan data sebagai berikut:

| No. Sampel | pH inlet | pH keluaran reaktor anaerob | pH keluaran <i>wetland</i> |
|------------|----------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | 6 | 6,1 | 6,2 |
| 2 | 5,8 | 6,2 | 6,8 |

Dari hasil uji pH tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan sistem *sequenced* tersebut pH limbah keluaran akan mendekati nilai normalnya yakni mendekati nilai 7. Sehingga dapat disimpulkan sistem ini memiliki efektivitas yang baik untuk meningkatkan pH air limbah yang awalnya memiliki kecenderungan asam menuju netral.

Dari sudut pandang ekonomi, penerapan sistem pengolahan limbah cair berbasis *sequence anaerobik* dan *wetland* pada skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) menunjukkan potensi efisiensi yang signifikan dalam pengelolaan limbah dengan biaya operasional yang relatif rendah. Proses anaerobik berfungsi sebagai tahap awal yang efektif untuk menurunkan beban pencemar organik seperti COD dan BOD secara signifikan tanpa memerlukan energi listrik tinggi, sehingga sesuai untuk UMKM yang memiliki keterbatasan sumber daya.

Tahap selanjutnya, yaitu sistem *wetland*, memanfaatkan prinsip filtrasi dan biodegradasi alami dengan tanaman air sebagai agen pembersih. Sistem ini bersifat *low-maintenance*, tidak membutuhkan energi listrik tambahan, serta memiliki biaya



instalasi dan operasional yang rendah. Dengan demikian, sistem ini sangat sesuai diterapkan di lingkungan UMKM yang umumnya memiliki keterbatasan modal dan lahan. Meskipun dibutuhkan investasi awal untuk pembangunan unit instalasi, namun dari sisi biaya jangka panjang, sistem ini mampu menekan pengeluaran rutin untuk pengelolaan limbah. Selain itu, penerapan sistem ini juga dapat meningkatkan daya saing usaha, karena mendukung praktik produksi yang ramah lingkungan dan sesuai dengan peraturan baku mutu limbah cair.

Kesimpulan

Berdasarkan riset yang telah dilakukan, sistem *sequenced anaerobic wetland* ini dapat menurunkan kadar COD tertinggi sebesar 74,65% dengan waktu tinggal reaktor *anaerob* selama 24 jam dan *wetland* selama 1 jam. Kenaikan pH yang awalnya dalam suasana asam (pH sebesar 5,8) juga berubah menjadi netral (pH di angka 7,1) pada waktu tinggal ini. Perlu dikaji lebih lanjut pada variasi waktu tinggal yang lain apakah efisiensi penurunan COD nya meningkat atau tidak. Selain itu, semakin tinggi kadar COD yang diuji maka efisiensi kerja dari mikrobakteri merk *microbac* akan semakin efektif. Untuk kandungan COD yang rendah lebih disarankan pengolahan dengan sistem *aerob* dibandingkan *anaerob*. Pengujian hasil metana juga perlu dikaji lebih lanjut pada skala percobaan yang lebih besar. Instalasi FESSEL ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk masing-masing industri pengolahan ikan kelas menengah dan dapat digunakan bersama untuk industri kecil dan mikro. Pengembangan lebih lanjut diharapkan dapat dilakukan bersama dengan berbagai kalangan akademisi serta pemerintah dalam pengembangan serta pengaplikasian FESSEL sebagai instalasi pengolahan limbah di masyarakat.

Daftar Pustaka

- Ain, S. Z. & Noviana, L., 2121. Efektivitas Melati Air Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Pada Air Limbah Laundry. *Sustainable Enviromental and Optimizing Industry*, 1(1), pp. 1-14.
- Febrianto, J., Purwanto, M. Y. J. & Santoso, R., 2016. Pengolahan Air Limbah Budidaya Perikanan Melalui Proses Anaerob Menggunakan Bantuan Material Bambu. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(2), Pp. 83-89.
- Irshad, S. et al., 2024. Application of Coconut Shell Activated Carbon Filter in Vertical SUBsurface Flow Constructed Wetland For Enhanced multi-metal Bioremediation and Antioxidant Response of *Salvinia Cluculate*. *Enviromental Pollution*, pp. 1-10.
- Jubaedah, I., & Sayida, B. R. (2022, August). Ikan Asli dan Endemik di Perairan Umum Daratan Pulau Jawa: Biologi, Pemanfaatan dan Upaya Pelestariannya. In *Prosiding Seminar Nasional Ikan* (Vol. 1, No. 1, pp. 40-53).
- Marlena, B. et al., 2018. Removal of Ammonia on Catfish Processing Wastewater Using Horizontal Sub-Surface Flow Constructed Wetland (HSSFCW). *Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 9(1), pp. 15-21.



- Rahadi, B., Wirosodarmo, R. & Harera, A., 2018. Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pengolahan Limbah Industri Tahu Untuk Menurunkan Kadar BOD₅, COD, dan TSS. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5(1), pp. 17-26.
- Setiyono & Yudo, S., 2010. Prototipe Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan di Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(1), pp. 7-26.
- Yuliasni, R., Marlana, B., Kusumastuti, S. A. & Syahroni, C., 2019. Pengolahan Limbah Industri Pengolahan Ikan Dengan Teknologi Gabungan Upflow Anaerobic Sludge Blanket(UASB)-Wetland. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1), pp. 123-131.