

Jurnal Cakrawala Maritim Volume 8 No 2 Tahun 2025  
e-ISSN: 2620-7850 | p-ISSN: 2620-5637

**Jurnal Cakrawala Maritim**

<http://jcm.ppns.ac.id>

## **Penerapan *Multi-Hole Suction Pipe (MHSP)* untuk Desain Pompa Drainase Pembersih Sedimentasi Kotoran Kolam Ikan Konsumsi: Solusi Efektif Meningkatkan Produktivitas Budidaya Gurami di Desa Sumberejo Wetan, Kec. Ngunut, Kab. Tulungagung**

George Endri Kusuma<sup>1\*</sup>, Adi Wirawan Husodo<sup>1</sup>, Mohammad Miftachul Munir<sup>1</sup>,  
Heroe Poernomo<sup>1</sup>, Mardi Santoso<sup>1</sup>, Burniadi Moballa<sup>1</sup>, Adara Lilian Salindra<sup>1</sup>, Gilang  
Alfin Saputra<sup>1</sup>, Asrori Asrori<sup>2</sup>, Diah Susanti<sup>3</sup>, Tri Hariani<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

<sup>2</sup>Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, 65141,  
Indonesia

<sup>3</sup>Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

<sup>4</sup>Kelompok Petani Ikan Gurami, Desa Sumberejo Wetan, Kec Ngunut, Kab Tulungagung 66292, Indonesia

**Abstrak.** Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada penerapan desain sistem *Multi-Hole Suction Pipe (MHSP)* sebagai solusi teknis terhadap permasalahan sedimentasi kotoran ikan pada kolam budidaya ikan gurami (*Osphronemus goramy*). Program pengabdian masyarakat ini menggandeng kelompok petani ikan di Desa Sumberejo Wetan, Kecamatan Ngunut, Kabupaten Tulungagung untuk memperbaiki desain sistem drainase kolam gurami untuk meningkatkan produktivitas. Akumulasi sedimen yang tinggi berkontribusi terhadap peningkatan kadar amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang bersifat racun, menurunkan kualitas air, dan menekan produktivitas budidaya. Desa Sumberejo Wetan dipilih sebagai lokasi mitra karena memiliki aktivitas perikanan intensif namun terkendala efisiensi drainase. Kegiatan dilaksanakan tahun 2025 menawarkan desain MHSP berbahan PVC berdiameter 1,5 inci dengan 16 titik hisap disimulasikan dengan perangkat software komputer dan diaplikasi pada perubahan desain di kolam. Simulasi menunjukkan peningkatan kecepatan fluida dari 0,04 m/s menjadi 0,108 m/s, melampaui ambang sedimentasi 0,038 m/s. Program ini menunjukkan keberhasilan penerapan teknologi tepat guna yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dengan memberikan efisiensi energi 50% konsumsi energi listrik dan penghematan air 20–24 m<sup>3</sup>/hari. Desain MHSP membuka peluang pengembangan desain kolam dan sistem drainase yang bisa menjadi standard dan rujukan bagi anggota kelompok

Email Korespondensi: kusuma.george@ppns.ac.id  
doi: 10.35991/jcm.v8i2.77

petani ikan lainnya. Program pengabdian Masyarakat ini menunjukkan keberhasilan penerapan teknologi tepat guna yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk mendukung *Sustainable Development Goals (SDGs)* 6 (air bersih dan sanitasi) dan 14 (ekosistem air).

*Kata kunci:* efisiensi, energi, drainase, sedimen, teknologi, toksic

**Abstract.** This community service initiative focuses on the design and implementation of a Multi-Hole Suction Pipe (MHSP) system as a technical solution to mitigate sedimentation of fish waste in gourami (*Osphronemus goramy*) aquaculture ponds. The program was conducted in collaboration with local fish farmer groups in Sumberejo Wetan Village, Ngunut District, Tulungagung Regency, with the primary objective of improving pond drainage performance to enhance productivity and environmental sustainability. Excessive sediment accumulation in fishponds has been identified as a major source of toxic ammonia ( $\text{NH}_3$ ), leading to degraded water quality and reduced fish survival rates. The MHSP prototype, fabricated from 1.5-inch PVC pipes with 16 suction points, was simulated using computational modeling prior to field application. The simulation results indicated a significant increase in flow velocity from 0.04 m/s to 0.108 m/s, surpassing the critical sedimentation threshold of 0.038 m/s. Field implementation demonstrated notable improvements in system performance, achieving approximately 50% energy savings in pumping operations and reducing daily water consumption by 20–24 m<sup>3</sup> without compromising pond hygiene. The adoption of the MHSP system successfully improved water circulation and sediment removal efficiency, resulting in better water quality and enhanced fish growth conditions. Moreover, the applied technology has the potential to be replicated across other aquaculture communities as a model for sustainable and low-cost pond management. Overall, this community service program exemplifies the integration of environmentally friendly engineering design with participatory rural empowerment, directly supporting Sustainable Development Goals (SDGs) 6 (Clean Water and Sanitation) and 14 (Life Below Water).

*Keywords:* efficiency, energy, drainage, sediment, technology, toxic

## 1. Pendahuluan

Budidaya ikan gurami merupakan salah satu sektor unggulan di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Berdasarkan data BPS (2024), produksi ikan gurami mencapai 181.960 kg dengan nilai ekonomi lebih dari Rp416 juta (Tulungagung, 2024). Desa Sumberejo Wetan di kecamatan Ngunut adalah salah satu desa di Kabupaten Tulungagung yang memiliki 20% warganya desanya memiliki kolam ikan pembenihan dan pembesaran ikan gurami sebagai salah satu sumber mata pencahariannya. Sektor perikanan menjadi salah satu sektor penting sebagai penggerak ekonomi desa selain sektor utama yaitu pertanian. Tantangan besar pada wirausaha bidang perikanan air tawar ikan gurami adalah tahapan awal wirausaha

ini yaitu modal yang besar untuk biaya awal pembenihan dan pakan ikan yang mencapai 60% biaya total. Tantangan berikutnya terjadi pada tahapan berikutnya yaitu pada proses pembesaran ikan berupa munculnya akumulasi sedimen di dasar kolam dari kotoran ikan yang terkonversi secara kimia menjadi gas amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang sangat bersifat toksik. Gas ini dapat menurunkan kadar oksigen terlarut (DO), mengganggu metabolisme ikan, serta menurunkan tingkat pertumbuhan dan konversi pakan untuk menjadi berat ikan (Rahmawati & Mulyono, 2023)(Usman et al., 2022)(Wibisono & Nugroho, 2019)(Sutiani et al., 2020). Sistem drainase konvensional dengan mekanisme *overflow* dan *underflow* yang sekarang digunakan di semua desain kolam ikan gurami memiliki kecenderungan tidak efisien karena boros energi dan air serta tidak mampu mengeluarkan sedimen secara efektif(Kurniawan & Setyowati, 2021). Inovasi sistem *Multi-Hole Suction Pipe (MHSP)* ditujukan untuk memperbaiki sirkulasi aliran air di dasar kolam dengan kecepatan optimal sehingga proses sedimentasi kotoran ikan dapat dicegah dan dibuang ke lingkungan(Tajima et al., 2005)(Jaiswal et al., 2022). Selain memiliki kontribusi terhadap efisiensi energi, penerapan MHSP juga mendukung prinsip *Sustainable Development Goals (SDGs)* yaitu Pembangunan Berkelanjutan ke-6 (air bersih dan sanitasi) dan ke-14 (ekosistem air)((WHO), 2021)(*Sustainable Development Goals | United Nations Development Programme*, n.d.) .

## 2. Kajian Pustaka

Kajian teoritis mencakup dua aspek utama yaitu hidrodinamika fluida dalam system perpipaan yang memiliki multi (banyak) hole dan aspek lingkungan terkait pembentukan amonia pada kolam ikan. Secara hidrodinamika, transportasi sedimen bergantung pada kecepatan kritis fluida yang harus melampaui ambang batas tertentu agar partikel padat tidak mengendap (Durand, 1953; Zandi & Govatos, 1967). Penelitian oleh Yang et al. (2020) menjelaskan bahwa sistem suction pipe efektif menggerakkan sedimen dengan prinsip perbedaan tekanan dan turbulensi aliran. Sementara itu, Jaiswal et al. (2022) menegaskan bahwa efektivitas hydro-suction bergantung pada diameter pipa, head loss, dan konfigurasi lubang isap. Dari sisi lingkungan, amonia dihasilkan dari proses dekomposisi sisa pakan dan metabolisme ikan. Pada konsentrasi  $>1,5$  mg/L, senyawa ini bersifat toksik dan menurunkan laju pertumbuhan ikan (Rahmawati & Mulyono, 2023)(Budiardi et al., 2011)(Rukmana & Hidayat, 2023). Penerapan teknologi drainase efisien seperti MHSP dapat menekan akumulasi amonia tanpa mengganggu mikroorganisme alami dalam kolam karena system bekerja secara harian sehingga tidak terjadi proses penumpukan kotoran ikan dan terjadi proses sedimentasi yang akan mengalami proses pembentukan gas ammonia(Pio, 2023).

## 3. Metode

Penerapan Multi-Hole Suction Pipe (MHSP) untuk Desain Pompa Drainase Pembersih Sedimentasi Kotoran Kolam Ikan Konsumsi: Solusi Efektif Meningkatkan Produktivitas Budidaya Gurami di Desa Sumberejo Wetan, Kec Ngunut, Kab Tulungagung

Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat kolaborasi dengan kelompok petani ikan di desa Sumberejo Wetan, Kecamatan Ngunut, Tulungagung dilaksanakan dengan systematis dan berurutan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Tahapan 1 – Pencarian Topik Studi Kasus .

Tahapan pertama ini melakukan identifikasi permasalahan nyata penyebab kegagalan pada perikanan melalui metode :

- a) **Analisis media massa lokal**, seperti berita di *Radar Tulungagung*, *Tribun Jatim*, dan *Kompas Regional*, digunakan untuk mengetahui kondisi sosial ekonomi petani ikan di Tulungagung. Ditemukan kasus bahwa banyak kolam ikan di daerah tersebut mengalami kesulitan menjaga kualitas air dan meningkatnya biaya operasional pembersihan kolam.
  - b) Kajian literatur akademik dan penelitian -penelitian terdahulu, terhadap jurnal-jurnal yang membahas proses sedimentasi, kualitas air, dan pembentukan gas berbahaya seperti amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Sumber yang digunakan mencakup jurnal terindeks Scopus dan Sinta seperti *Aquacultural Engineering*, *Jurnal Akuakultur Indonesia*, dan *Indonesian Journal of Fisheries Science*. Sehingga hasil studi ini ditetapkan fokus usaha pencegahan akumulasi lumpur tinggi di kolam, tingkat kematian ikan >20% per siklus, serta bau amoniak kuat di area budidaya.
2. Tahapan 2 – Survey Mitra di Desa Sumberejo Wetan, Kecamatan Ngunut  
Tahapan ini berhasil melakukan konfirmasi hasil kajian literatur dan mengumpulkan **data primer teknis** di lapangan .
3. Tahapan 3 – Focus Group Discussion (FGD) dengan Mitra Petani Ikan Gurami  
FGD diselenggarakan di obyek salah satu kolam anggota kelompok petani ikan. FGD *on the spot* di lokasi kolam dengan diikuti 6 orang perwakilan petani dan 4 orang anggota tim pengabdian sehingga dihasilkan beberapa hasil antara lain ; topik studi kasus dan urgensi perbaikan drainase, topik konsep kerja sistem MHSP menggunakan video simulasi dan diagram aliran air, topik ketersediaan daya listrik, biaya investasi, dan kemudahan operasional dan penetapan kesepakatan kerjasama antara tim pelaksana dengan kelompok tani berupa dukungan penuh dari masyarakat dan pemilihan satu kolam sebagai pilot project.



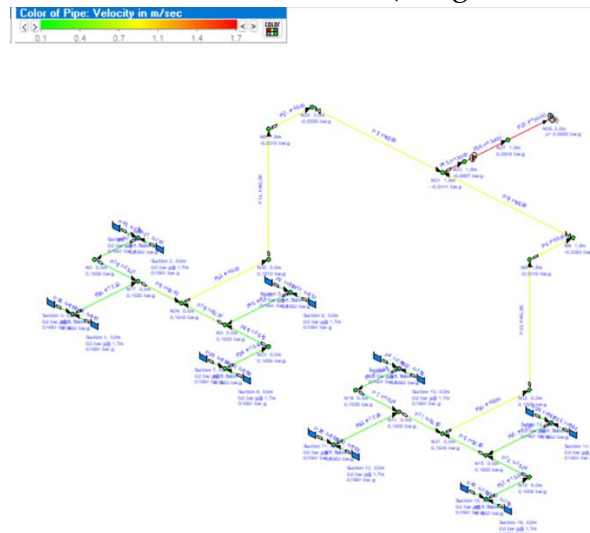
Gambar 1 Focus Group Discussion (FGD) dengan Mitra Petani Ikan Gurami

4. Tahapan 4 – Review Desain Sistem Drainase Kolam Ikan

Tahapan ini mereview design eksisting drainase dan melakukan modifikasi system perpipaan drainase dengan perangkat AutoCAD 2D dengan menggandeng mahasiswa Teknik Perpipaan (TP) dan Teknik Rekayasa Energi Berkelanjutan (TREB) sehingga didapatkan final desain berupa gambar isometric dengan desain 16 lubang hisap (diameter 1,5 inch) adalah hasil terbaik secara simulasi.

5. Tahapan 5 – Simulasi dan Pemodelan Aliran Sistem Perpipaan MHSP

Pemodelan hidrodinamika dengan perangkat lunak sehingga didapatkan pola aliran di dasar kolam dengan dan tanpa sistem MHSP. Sehingga didapatkan simulasi parameter masukan simulasi ; spesifikasi pompa 130 liter/menit dengan head 9 meter, perpipaan 16 lubang. Desain system perpipaan pada pompa dengan multi suction memberikan efisiensi lebih baik(Song et al., 2024).



Gambar 2 Simulasi dan Pemodelan Aliran Sistem Perpipaan MHSP

6. Tahapan 6 – Perancangan Detail Desain Drawing Sistem Perpipaan

Hasil simulasi kemudian diterjemahkan menjadi gambar kerja teknik (engineering drawing) lengkap dengan spesifikasi material. Desain mencakup Pipa utama: PVC Ø 1.5 inch dan lubang isap PVC Ø 1,5-inch total 16 lubang, centrifugal pump 1 HP, head 9 m, debit 130 liter/menit, gate valve manual untuk setiap cabang. Gambar kerja didesain dengan format ukuran A3 dengan detail isometrik, potongan lengkap dengan *Bill of Material (BoM)*.

7. Tahapan 7 – *Purchasing Order (PO)*

Tahapan ini dilakukan proses pembelian material untuk desain system perpipaan dengan biaya pengadaan per unit sistem MHSP: Rp 3.000.000, mencakup seluruh pipa, pompa, dan aksesoris pendukung.

8. Tahapan 8 – *Piping Fabrication and Pump Installation*

Tahap fabrikasi dan instalasi system dilakukan oleh mitra pengabdian Masyarakat mengacu pada gambar desain Teknik yang sudah dianalisis oleh time PPNS.

9. Tahapan 9 – Commissioning Test dan Pengujian Efektivitas Sistem

Tahapan Uji commissioning dilakukan untuk memastikan seluruh komponen berfungsi normal dan sistem aliran bekerja sesuai rancangan dimana pengujian dilakukan dalam kondisi kolam berisi ikan untuk mengetahui pola hisapan lumpur kotoran ikan apakah terhisap oleh system perpipaan. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui konsumsi Listrik untuk system pompa yang mampu direduksi menjadi 50% jam operasional dibandingkan kondisi sebelumnya dengan tingkat pembersihan sedimentasi kotoran ikan lebih bersih dibandingkan desain awal system karena pipa suction sistem MHSP didesain di dasar kolam.

10. Tahapan 11 – Analisis Data Hasil Pengujian

Analisis dilakukan dalam metode analisis teknis untuk mengukur operasional system yang jalan dan Analisis Ekonomi dan Sosial yg mengukur penghematan biaya pembersihan kolam 50% per siklus, waktu pembersihan berkurang dari 2-3 x per tahun menjadi 0.

11. Tahapan 12 – Kesimpulan dan Pembuatan Laporan

Tahapan akhir program pengabdian masyarakat ini adalah kepuasan mitra meningkat dan pengetahuan teknologi petani ikan meningkat dengan dengan bukti rencana adopsi sistem MHSP pada lokasi kolam-kolam yang lain untuk menjadi percontohan bagi desain system drainase kolam ikan petani yg lain.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi hidrodinamika system MHSP dengan software menunjukkan peningkatan kecepatan fluida dasar kolam dari 0,04 m/s menjadi 0,108 m/s. Hasil ini melebihi batas minimum 0,038 m/s untuk mencegah sedimentasi kotoran ikan gurami pada dasar kolam(Durand, 1953)(Jaiswal et al., 2022)(Sakurai et al., 2007)(Yang et al., 2020). Distribusi kecepatan yang homogen menurunkan zona mati (dead zone) sebesar 85%, memungkinkan sedimen bergerak menuju titik hisap utama. Efisiensi energi meningkat hingga 50% dengan waktu operasional pompa berkurang dari 4 jam menjadi 2 jam per hari, menghasilkan penghematan listrik sebesar 0,8 kWh/hari per kolam. Dari sisi efisiensi air, sistem ini mengurangi kebutuhan pengurasan hingga 24 m<sup>3</sup>/hari.





Gambar 3 Prototipe desain perpipaan MHSP pada kolam ukuran 10 x13 meter

Dari aspek sosial ekonomi, sistem MHSP menurunkan frekuensi pembersihan kolam dari tiga kali menjadi satu kali per tahun hanya pada saat panen ikan sehingga mampu menekan biaya operasional sebesar 50%. Petani ikan menunjukkan peningkatan pengetahuan teknis dan adopsi teknologi sebesar 80% setelah sosialisasi. Secara ekologis, teknologi ini mempertahankan keberadaan mikroorganisme penting dalam proses bioremediasi alami. Kelebihan utama MHSP terletak pada kesederhanaan desain, kemudahan replikasi, serta kontribusi terhadap konservasi sumber daya air dan energi yang mencapai 50% dari kondisi eksisting. Kelemahannya terletak pada kebutuhan pemeliharaan rutin untuk mencegah sumbatan lubang hisap.



Gambar 4 Tim pengabdian Masyarakat dan Prototipe desain MHSP

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem *Multi-Hole Suction Pipe (MHSP)* terbukti efektif dan berhasil mencapai tujuan program secara teknis, ekonomis, dan sosial. Secara teknis, sistem MHSP mampu meningkatkan efisiensi proses pembersihan lumpur sedimentasi kotoran ikan dan serta memperbaiki sirkulasi air pada dasar kolam, sehingga kualitas air meningkat signifikan dan kadar amoniak menurun akibat rendahnya persentase massa sedimentasi kotoran ikan. Dari aspek ekonomi,

penerapan teknologi ini memberikan dampak positif melalui penurunan biaya operasional, khususnya pada konsumsi energi Listrik, penggunaan air tanah mencapai 50% dan kebutuhan tenaga kerja mencapai 100%. Aspek social pada kegiatan ini turut meningkatkan kapasitas pengetahuan teknis masyarakat serta memperkuat kepercayaan terhadap penerapan teknologi tepat guna dalam budidaya perikanan air tawar khususnya system drainase MHSP. Secara keseluruhan, program ini menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan aspek teknis dan sosial-ekonomi sebagai wujud nyata kontribusi perguruan tinggi dalam mendukung pengembangan sektor perikanan berkelanjutan.

### Ucapan terima kasih

Tim mengucapkan banyak terima kasih kepada Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) yang mendanai program ini dan kepada warga Desa Sumberejo Wetan, kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung yang telah menjadi mitra pengembangan system MHSP dan mengadopsi desain untuk system drainase kolam perikanan air tawar.

### Daftar Pustaka

- (WHO), W. H. O. (2021). *Water quality and health review of turbidity: Information for regulators and water suppliers*. WHO Press.
- Budiardi, T., Albrettico, R., Ginting, N., & Hadiroseyani, Y. (2011). Produksi benih gurami *Osphronemus goramy* Lac. dengan tingkat pergantian air berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(2), 144–153.
- Durand, R. (1953). *Basic relationships of the transportation of solids in pipes – Experimental research*. International Association for Hydraulic Structures Research.
- Jaiswal, A., Ahmad, Z., & Mishra, S. K. (2022). Removal of sediment through hydro-suction revisited: An extensive review. *Water Practice and Technology*, 17(6), 1305–1316. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.088>
- Kurniawan, D., & Setyowati, R. (2021). Teknologi aerasi dan biofiltrasi untuk peningkatan kualitas air kolam ikan air tawar. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(3), 229–238.
- Pio, A. (2023). Analisis Sistem Drainase terhadap Kelangsungan Hidup Benih Gurami. *Jurnal Ilmiah Perikanan STP Mataram*, 9(1), 12–19. <https://ejournal.stp-mataram.ac.id>



Penerapan Multi-Hole Suction Pipe (MHSP) untuk Desain Pompa Drainase Pembersih Sedimentasi Kotoran Kolam Ikan Konsumsi: Solusi Efektif Meningkatkan Produktivitas Budidaya Gurami di Desa Sumberejo Wetan, Kec Ngunut, Kab Tulungagung

Rahmawati, A., & Mulyono, T. (2023). Dampak amonia terhadap mortalitas ikan air tawar dan strategi pengendaliannya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 22(1), 11–21. <https://doi.org/10.19027/jai.22.1.11-21>

Rukmana, T., & Hidayat, E. (2023). Hubungan Rasio Amonia dan DO terhadap Pertumbuhan Ikan Gurami. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 11(1), 59–66. <https://journal.ipb.ac.id>

Sakurai, T., Hakoishi, N., Kashiwai, J., Izumiya, T., & Kubo, Y. (2007). Development of sediment discharge facility by suction pipe. *Proceedings of the 4th International Symposium on Modern Technology of Dams*, 141–147.

Song, Y., Wu, D., Gu, Y., Ren, Y., Wu, Z., & Mou, J. (2024). Multi-objective optimal design of double-suction centrifugal pump impeller. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 38(8), 4175–4186. <https://doi.org/10.1007/s12206-024-08115-7>

*Sustainable Development Goals | United Nations Development Programme*. (n.d.). Retrieved October 11, 2025, from <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

Sutiani, L., Bachtiar, Y., & Saleh, A. (2020). Analisis Model Budidaya Ikan Air Tawar Berdominansi Ikan Gurame ( *Osphronemus Gouramy* ) di Desa Sukawening, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(2), 207–214.

Tajima, Y., Nakashima, Y., & Tatayama, H. (2005). Development and applications of multi-hole suction pipe for sediment removal in water treatment systems. *Hydraulic Engineering Journal*, 49(2), 115–123.

Tulungagung, B. P. S. K. (2024). *Statistik perikanan air tawar Kabupaten Tulungagung 2023*. <https://tulungagungkab.bps.go.id>

Usman, Z., Kurniaji, A., & Saridu, S. A. (2022). Produksi juvenil ikan gurame menggunakan teknologi recirculating aquaculture system (RAS). *Budidaya Perairan*, 10(2), 263–271. <https://doi.org/10.29303/jbp.v10i2.452>

Wibisono, A., & Nugroho, P. (2019). Model konservasi energi pada pompa drainase sistem bertekanan. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 12(1), 45–53.

Yang, P., Wang, G., & Zhong, L. (2020). Suction removal of cohesionless sediment: Experimental and numerical analysis. *Energies*, 13(20), 5291. <https://doi.org/10.3390/en13205291>