



Application of solar power plants as aerator power source for biofloc aquaculture of Makaryo Nyoto Farmers Group

Purnawan¹, Nidia Lestari¹✉, Rokhana Dwi Bakti¹, Valensi Kautsar², Fajar Yulianto Prabowo¹, Made Andy Wira Utama¹, Icha Azzahra¹, Muhammad Al Ayyubi¹

¹ Universitas AKPRIND Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

² INSTIPER Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

✉ nidianina14@akprind.ac.id

<https://doi.org/10.31603/ce.12909>

Abstract

The agricultural and fisheries sectors in Wukirsari Village remain primary economic drivers. However, traditional fisheries management leads to inconsistent catfish and tilapia harvests and high feed costs, hindering Gapoktan Makaryo Nyoto from maximizing profits. The open-air location of the aquaculture development offers significant potential for utilizing sunlight to generate electricity. This study implements a Solar Power Plant (SPP) as a power source for aerators installed in biofloc ponds. The installation, operation procedures, maintenance, and repair of the SPP were socialized to Gapoktan Makaryo Nyoto members. The installed SPP successfully powered a 100W, 220V aerator, supplying oxygen to three biofloc ponds. Increased oxygen supply is expected to support fish growth. By the end of the program, Gapoktan Makaryo Nyoto members were proficient in operating and utilizing the SPP, leading to improved fish harvests and quality. Additionally, surplus power from the SPP was used for lighting the pond area.

Keywords: Solar power; Aerator; Biofloc

Penerapan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber daya aerator untuk bioflok perikanan Gapoktan Makaryo Nyoto

Abstrak

Sektor pertanian dan perikanan di Kalurahan Wukirsari masih menjadi sektor andalan. Untuk sektor perikanan, masih dikelola secara tradisional, sehingga jumlah hasil panen ikan lele dan nila masih tidak menentu, serta harga pakan yang mahal. Kondisi ini menyebabkan Gapoktan Makaryo Nyoto belum maksimal mendapatkan profit dari hasil perikanan. Lokasi pengembangan budidaya perikanan berada di alam terbuka, dimana intensitas cahaya matahari sangat bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) diterapkan pada perikanan ini, sebagai sumber daya untuk aerator yang dipasang pada bioflok. Instalasi, prosedur pengoperasian, perawatan serta perbaikan PLTS dilakukan dengan memberi sosialisasi kepada anggota Gapoktan Makaryo Nyoto. PLTS yang dipasang, berhasil menyalakan aerator 100 W, 220 V untuk menambah pasokan oksigen di tiga kolam bioflok. Pasokan oksigen yang banyak akan mendukung pertumbuhan ikan. Pada akhir program, Gapoktan Makaryo Nyoto telah dapat mengoperasikan dan memanfaatkan PLTS sehingga hasil panen ikan bisa meningkat dan kualitasnya lebih baik. Selain itu, sisa daya yang dihasilkan PLTS digunakan untuk penerang di area kolam.

Kata Kunci: Tenaga surya; Aerator; Bioflok

Contributions to
SDGs



Article History

Received: 27/12/24

Revised: 22/05/25

Accepted: 16/06/25

1. Pendahuluan

Kalurahan Wukirsari, terletak di Kepanewon Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, merupakan wilayah seluas 1.456 Ha dengan ketinggian 500 meter di atas permukaan laut, sekitar 6 Km dari puncak Gunung Merapi. Hampir separuh wilayahnya terdiri dari tanah pertanian subur dengan sistem irigasi teknis, dilalui oleh sungai-sungai besar berhulu di Gunung Merapi seperti Sungai Gendol, Sungai Opak, dan Sungai Kuning. Mengusung tema "Teknologi Berwawasan Lingkungan," berbagai program di Kalurahan Wukirsari akan difokuskan untuk mendukung sektor pertanian dan perikanan yang menjadi tulang punggung perekonomian lokal.

Salah satu entitas kunci di Kalurahan Wukirsari adalah Gabungan Kelompok Tani Makaryo Nyoto (Gapoktan Makaryo Nyoto), yang selama ini mengelola perikanan secara tradisional. Metode konvensional ini mengakibatkan hasil panen ikan lele dan nila yang tidak menentu, diperparah dengan tingginya harga pakan. Kondisi ini menghambat Gapoktan Makaryo Nyoto dalam mencapai profit maksimal dari usaha perikanan mereka.

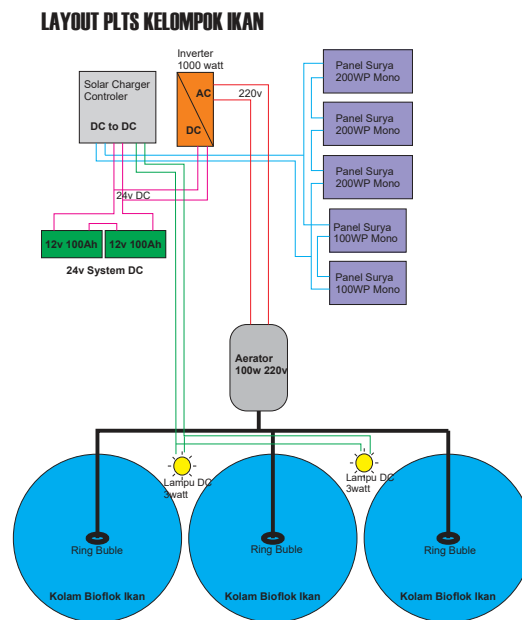
Untuk mengatasi tantangan ini, teknik bioflok hadir sebagai solusi inovatif. Teknik ini memanfaatkan bakteri untuk mengolah amonia ikan menjadi gumpalan mikroorganisme yang berfungsi sebagai sumber pakan alternatif bagi ikan ([Ammar et al., 2023](#)). Penerapan bioflok dalam budidaya ikan nila telah terbukti meningkatkan kualitas ikan, menjaga kualitas air, mempercepat pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, serta membuka potensi kesejahteraan baru bagi pembudidaya ([Puspitasari et al., 2020](#)). Sistem kolam bioflok memerlukan aerator sebagai suplai oksigen, yang dalam program ini akan didukung oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi, sekaligus untuk penerangan di sekitar kolam.

Teknologi bioflok telah diterapkan secara luas dan efektif dalam berbagai konteks akuakultur. [Crab et al. \(2012\)](#) menjelaskan bahwa bioflok adalah teknik yang meningkatkan kualitas air dalam akuakultur dengan menyeimbangkan rasio karbon dan nitrogen dalam sistem, sekaligus menghasilkan pakan berprotein in situ. Teknologi ini telah terbukti mampu mencapai produktivitas yang lebih tinggi, mengurangi dampak lingkungan, menurunkan rasio konversi pakan, serta meminimalkan biaya produksi ([Khanjani et al., 2022](#); [Khanjani & Sharifinia, 2020](#); [Raza et al., 2024](#); [Yu et al., 2023](#); [Zafar & Rana, 2022](#)).

Berdasarkan berbagai studi dan implementasi yang telah dilakukan, program pengabdian ini merupakan langkah strategis yang sangat relevan dengan kebutuhan lokal Kalurahan Wukirsari. Program ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan produksi dan efisiensi operasional, tetapi juga mendorong kemandirian energi, mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, serta berkontribusi nyata pada pembangunan berkelanjutan di sektor pertanian dan perikanan pedesaan. Dengan demikian, program ini tidak hanya penting secara kontekstual tetapi juga berpotensi menjadi model inovasi teknologi tepat guna yang dapat direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik serupa.

2. Metode

Dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini, penulis menggunakan dua metode. Pertama adalah penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). IPTEK yang diterapkan berupa PLTS untuk menggerakkan aerator. Komponen utama PLTS meliputi panel surya, inverter, dan baterai listrik yang diterapkan sebagai IPTEK, menggunakan tiga buah panel surya 200WP Mono, dan dua buah panel surya 100WP Mono. Daya yang dihasilkan untuk menghidupkan aerator 100w, 220v. Aerator ini digunakan untuk menyuplai oksigen 3 kolam bioflok ikan. Layout PLTS kelompok ikan Makaryo Nyoto ditunjukkan pada [Gambar 1](#). Metode kedua adalah sosialisasi pengoperasian dan perawatan PLTS kepada Gapoktan Makaryo Nyoto pada hari sabtu tanggal 05 Oktober 2024 dengan jumlah peserta berjumlah 25 orang.



Gambar 1. Layout PLTS Kelompok Ikan Makaryo Nyoto

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penerapan PLTS sebagai sumber daya aerator pada bioflok relevan dengan kegiatan terdahulu, di mana dengan adanya bioflok dapat menekan kebutuhan pakan ikan. Seperti [Ogello et al. \(2021\)](#) telah menerapkan teknologi bioflok pada peternakan ikan di Kenya, dan membuktikan teknologi ini mampu mengurangi biaya pakan sekitar 30% dan memastikan profitabilitas yang lebih tinggi. Selain itu, [Bossier & Ekasari \(2017\)](#) menyatakan bahwa teknologi bioflok memberikan manfaat dalam meningkatkan produksi akuakultur yang dapat berkontribusi pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Dengan penerapan sistem bioflok, keuntungan Gapoktan Makrya Nyoto meningkat dari Rp 1.880.000 menjadi Rp 18.600.000. Peningkatan ini sejalan dengan temuan [Goswami & Dangi \(2022\)](#) dan [Pinho et al. \(2023\)](#) yang membuat sistem bioflok pintar berbasis IoT, menegaskan efisiensi biaya dan keandalan sistem tersebut.

Instalasi panel surya dilakukan sesuai dengan jumlah dan spesifikasi yang tertera pada tata letak PLTS, melibatkan aktif anggota Gapoktan untuk meningkatkan pengetahuan mereka. Proses instalasi panel surya ditunjukkan pada [Gambar 2](#), dengan panel surya

yang telah terpasang terlihat pada [Gambar 3](#). Komponen utama sistem PLTS, meliputi power inverter, baterai, dan MCB, disajikan pada [Gambar 4](#). Energi listrik yang dihasilkan dari PLTS ini kemudian dialirkan untuk mengoperasikan aerator ([Gambar 5](#)), yang vital untuk menyediakan oksigen yang cukup bagi budidaya ikan nila dan lele, dengan kadar oksigen disesuaikan berdasarkan jumlah, ukuran, dan metabolisme ikan.



[Gambar 2. Instalasi Panel Surya](#)



[Gambar 3. Panel surya terpasang](#)



[Gambar 4. Komponen sistem panel surya \(power inverter, baterai, dan MCB\)](#)

Sosialisasi mengenai prosedur pengoperasian, perawatan, dan perbaikan PLTS telah diselenggarakan kepada anggota Gapoktan Makaryo Nyoto pada Sabtu, 05 Oktober 2024, dengan Ketua Tim, Bapak Purnawan, sebagai narasumber. Sosialisasi ini

mendapatkan respons positif dari peserta, yang aktif memberikan ide dan masukan. Diskusi tersebut mengarah pada kesepakatan bersama mengenai jadwal pelaksanaan dan keberlanjutan program, seperti yang terekam pada [Gambar 6](#). Melalui keterlibatan aktif anggota Gapoktan sejak perencanaan hingga instalasi, program penerapan IPTEK ini berhasil meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang PLTS, termasuk pengoperasian, perawatan dasar, dan prosedur pemindahan daya ke PLN saat kondisi cuaca buruk atau baterai PLTS tidak terisi penuh.



Gambar 5. Aerator untuk bioflok



Gambar 6. Sosialisasi kepada Kelompok Ikan Makaryo Nyoto

Penerapan teknologi bioflok yang didukung oleh PLTS ini telah terbukti memberikan manfaat substansial bagi sektor perikanan. Berbagai penelitian mendukung efektivitas dan keuntungan penggunaan energi surya pada sistem bioflok. [Setiawan & Pramono](#)

(2023) menemukan bahwa PLTS menguntungkan untuk perikanan bioflok jika terjadi kenaikan tarif listrik minimal 8% per tahun. Sunaryono et al. (2023) juga menunjukkan bahwa *solar cell* efektif sebagai sumber energi alternatif untuk menggerakkan aliran air dan meningkatkan kadar oksigen dalam sistem bioflok. Nurhadi et al. (2023) memanfaatkan *solar cell* untuk sistem pemanas air otomatis pada budidaya ikan bioflok. Bahkan, Cala-Delgado et al. (2024) mengemukakan bahwa sistem energi surya mampu meningkatkan kelayakan ekonomi produksi akuakultur bioflok ikan nila merah di Kolombia, menjadikannya pilihan yang menguntungkan meskipun investasi awal tinggi. Berbagai studi ini secara konsisten membuktikan bahwa sistem bioflok menjadi lebih efektif dan menguntungkan ketika didukung oleh energi alternatif tenaga surya (Amirillah et al., 2023; Budiyanto et al., 2022; Novianto et al., 2022; A. B. Setiawan et al., 2024; Ujianti et al., 2024).

Penerapan teknologi bioflok tidak hanya terbatas di Indonesia. Di Bangladesh, Shamsuddin et al. (2022) melaporkan bahwa investasi dalam Teknologi Bioflok menunjukkan Internal Rate of Return (IRR) dan indeks analisis SWOT yang jauh lebih unggul. Suárez-Puerto et al. (2021) mengevaluasi penerapannya pada ikan nila dan menemukan bahwa sistem bioflok lebih rentan terhadap pengaruh musim hujan dibandingkan sistem air hijau. Binalshikh-Abubkr & Mohd Hanafiah (2022) mengevaluasi pengaruh suplementasi bioflok kering terhadap kualitas air, performa pertumbuhan, dan komposisi proksimat ikan nila merah hibrida di Selangor, Malaysia. Terakhir, Kumari et al. (2021) menggunakan sistem bioflok berbasis *zero water discharge* pada berbagai salinitas dengan air tanah salin daratan untuk produksi ikan nila merah di India.

4. Kesimpulan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dipasang untuk Bioflok Perikanan Gapoktan Makaryo Nyoto dapat beroperasi sesuai fungsinya. Aerator dapat menyala sehingga dapat menyuplai oksigen yang dibutuhkan pada bioflok, begitu juga dengan lampu penerang kolam. Dengan adanya PLTS, telah meringankan biaya penggunaan listrik dalam budidaya ikan nila dan lele. Anggota yang bertugas dalam mengoperasikan PLTS juga sudah bisa memindahkan daya ke PLN saat cuaca buruk di daerah kolam.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih Universitas AKPRIND Indonesia yang telah mendukung sarana dan prasaran pelaksanaan program.

Kontribusi Penulis

Pelaksana kegiatan: P, NL, RDB, VK, MAWU, IA, MAY; Penyiapan artikel: P, NL, FYP; Analisis dampak pengabdian: P, NL, VK; Penyajian hasil pengabdian: FYP; Revisi artikel: NL, RDB

Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan finansial atau non-finansial yang terkait dengan artikel ini.

Pendanaan

Kegiatan dan publikasi artikel dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui skema Pemberdayaan Desa Binaan (PDB) tahun 2024.

Daftar Pustaka

- Amirillah, R., Sulistyowati, R., Sujono, H. A., & Pambudi, W. A. (2023). Rancang Bangun Sistem Pompa Aerator Tenaga Surya untuk Suplai Oksigen Kolam Lele Metode Algoritma Incremental Conductance. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan XI*, 31–38.
- Ammar, M. N., Rifai, M., & Achmadiyah, M. N. (2023). Kontrol penghematan daya aerator berdasarkan konsentrasi oksigen pada budidaya ikan nila bioflok. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(3). <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i3.4401>
- Binalshikh-Abubkr, T., & Mohd Hanafiah, M. (2022). Effect of Supplementation of Dried Bioflocs Produced by Freeze-Drying and Oven-Drying Methods on Water Quality, Growth Performance and Proximate Composition of Red Hybrid Tilapia. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/jmse10010061>
- Bossier, P., & Ekasari, J. (2017). Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals. *Microbial Biotechnology*, 10(5). <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12836>
- Budiyanto, H., Setiawan, A. B., & Tutuko, P. (2022). Community empowerment through biofloc catfish fishery with photovoltaic electrical energy in Sutojayan Village, Malang. *Community Empowerment*, 7(9), 1614–1621. <https://doi.org/10.31603/ce.7618>
- Cala-Delgado, D. L., Ismael da Costa, J., & Garcia, F. (2024). Economic Analysis of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) Production Under Different Solar Energy Alternatives in a Commercial Biofloc System in Colombia †. *Fishes*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/fishes9120505>
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357, 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- Goswami, S., & Dangi, A. (2022). Implementation of automatic lighting and heating system for poultry farm using Arduino. *The Pharma Innovation*, 11(7S), 1778–1781. <https://doi.org/10.22271/tpi.2022.v11.i7Sw.13986>
- Khanjani, M. H., & Sharifinia, M. (2020). Biofloc technology as a promising tool to improve aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*, 12(3). <https://doi.org/10.1111/raq.12412>

- Khanjani, M. H., Sharifinia, M., & Hajirezaee, S. (2022). Recent progress towards the application of biofloc technology for tilapia farming. *Aquaculture*, 552. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738021>
- Kumari, S., Harikrishna, V., Surasani, V. K. R., Balange, A. K., & Babitha Rani, A. M. (2021). Growth, biochemical indices and carcass quality of red tilapia reared in zero water discharge based biofloc system in various salinities using inland saline ground water. *Aquaculture*, 540. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736730>
- Novianto, S., Supriyadi, S., Adji, A. A., & Ammar, M. F. (2022). Pembuatan Aerator Dengan Menggunakan Tenaga Surya Untuk Pemeliharaan Ikan Pada Kolam Berdimensi Kecil. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, 4(1). <https://doi.org/10.25105/jamin.v4i1.9652>
- Nurhadi, Wiharya, C., & Agustriyana, L. (2023). Design and testing the automatic water heating systems powered solar cell for bio floc fish pond. *AIP Conference Proceedings*, 2531. <https://doi.org/10.1063/5.0135395>
- Ogello, E. O., Outa, N. O., Obiero, K. O., Kyule, D. N., & Munguti, J. M. (2021). The prospects of biofloc technology (BFT) for sustainable aquaculture development. *Scientific African*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01053>
- Pinho, S. M., de Lima, J. P., Tarigan, N. B., David, L. H., Portella, M. C., & Keesman, K. J. (2023). Modelling FLOCponics systems: Towards improved water and nitrogen use efficiency in biofloc-based fish culture. *Biosystems Engineering*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.03.022>
- Puspitasari, A., Isyanto, A. Y., & Aziz, S. (2020). Penerapan Teknologi Bioflok Pada Budidaya Ikan Nila Di Desa Cibuniasih Kabupaten Tasikmalaya. *Abdimas Galuh*, 2(2). <https://doi.org/10.25157/ag.v2i2.4101>
- Raza, B., Zheng, Z., & Yang, W. (2024). A Review on Biofloc System Technology, History, Types, and Future Economical Perceptions in Aquaculture. *Animals*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/ani14101489>
- Setiawan, A. B., Fauzy, M. R., Rozaq, A., Alfayid, A., & Office, I. H. (2024). Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Aerator Budidaya Ikan Lele. *Abdimas Galuh*, 6(2), 1316–1324. <https://doi.org/10.25157/ag.v6i2.14962>
- Setiawan, H., & Pramono, W. B. (2023). Evaluation of Off-Grid Solar Power Plant Implementation on Biofloc Fishery System. 2023 13th International Conference on Power, Energy and Electrical Engineering (CPEEE). <https://doi.org/10.1109/CPEEE56777.2023.10217414>
- Shamsuddin, M., Hossain, M. B., Rahman, M., Kawla, M. S., Shufol, M. B. A., Rashid, M. M., Asadujjaman, M., & Rakib, M. R. J. (2022). Application of Biofloc Technology for the culture of *Heteropneustes fossilis* (Bloch) in Bangladesh: stocking density, floc volume, growth performance, and profitability. *Aquaculture International*, 30(2). <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00849-z>
- Suárez-Puerto, B., Delgadillo-Díaz, M., Sánchez-Solís, M. J., & Gullian-Klanian, M. (2021). Analysis of the cost-effectiveness and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in biofloc and green water technologies during two seasons. *Aquaculture*, 538. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736534>
- Sunaryono, S., Mufti, N., Aripriharta, A., Taufiq, A., Najmi, I., & Chusna, N. M. (2023). Implementation of Smart Biofloc Pond with Solar Cell Powered to Increase the Income Generating of Darul Hikmah Al Hasani Foundation. *Khidmatuna: Journal of Research and Community Service*, 2(1), 60–69. <https://doi.org/10.58330/khidmatuna.v2i2.378>

- Ujianti, R. M. D., Nada, N. Q., Budirahardjo, S., Nugroho, M. F., Wibowo, S., Rahmaningtyas, M. F., Hidayah, N., Wicaksono, Y. N., & Kamadi, A. (2024). Empowering communities through IoT-enabled fish cultivation in Kembangarum Subdistrict, Semarang City. *Community Empowerment*, 9(10), 1495–1501. <https://doi.org/10.31603/ce.12337>
- Yu, Y. Bin, Choi, J. H., Lee, J. H., Jo, A. H., Lee, K. M., & Kim, J. H. (2023). Biofloc Technology in Fish Aquaculture: A Review. *Antioxidants*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/antiox12020398>
- Zafar, M. A., & Rana, M. M. (2022). Biofloc technology: an eco-friendly “green approach” to boost up aquaculture production. *Aquaculture International*, 30(1), 51–72. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00781-8>



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