

OPTIMALISASI AKUAPONIK MENGGUNAKAN SISTEM PANEL SURYA

AQUAPONICS OPTIMIZATION USING A SOLAR PANEL SYSTEM

Fathjri Ramadhan¹, Riris Roiska^{1*}

¹Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Kawasan Jl. Jambi – Muara Bulian KM 15 Mendalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

Received: 23 Maret 2026/Accepted: 31 Maret 2026

*Corresponding author: ririsroiska@unja.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem akuaponik melalui integrasi energi terbarukan berupa panel surya guna mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penelitian dilaksanakan di Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Desa Tangkit Baru, Jambi selama dua bulan, dengan tahapan meliputi persiapan, instalasi sistem energi surya, pembuatan sistem akuaponik, integrasi sistem, serta operasional dan pemantauan. Sistem akuaponik yang dibangun mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu siklus resirkulasi, sementara energi listrik untuk operasional pompa dan aerator disuplai oleh tiga panel surya berkapasitas total 300 WP yang terhubung dengan baterai 150 Ah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dalam mendukung pertumbuhan ikan dan tanaman, namun kapasitas energi yang tersedia belum mampu memenuhi kebutuhan listrik secara kontinu selama 24 jam. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas sistem energi untuk mencapai operasional yang optimal dan berkelanjutan.

Kata Kunci: akuaponik, energi surya, ketahanan pangan, sistem resirkulasi, energi terbarukan

ABSTRACT

This study aims to optimize an aquaponics system through the integration of renewable energy in the form of solar panels to support sustainable and environmentally friendly food security. The research was conducted at a Fish Farmer Group (POKDAKAN) in Tangkit Baru Village, Jambi, over a two-month period. The stages included preparation, installation of the solar energy system, construction of the aquaponics system, system integration, and operational monitoring. The aquaponics system integrates fish and plant cultivation within a recirculating system, while electrical energy for operating pumps and aerators is supplied by three solar panels with a total capacity of 300 WP connected to a 150 Ah battery. The results indicate that the system operates effectively in supporting fish and plant growth; however, the available energy capacity is not sufficient to meet continuous electricity demands for 24 hours. Therefore, an increase in energy system capacity is required to achieve optimal and sustainable operation.

Keywords: aquaponics, solar energy, food security, recirculating system, renewable energy

PENDAHULUAN

Provinsi Jambi dengan jumlah penduduk sekitar 3,6 juta jiwa menghadapi tantangan dalam pemenuhan kebutuhan pangan seiring dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,2–1,3% per tahun (BPS Provinsi Jambi, 2025). Peningkatan jumlah penduduk tersebut berdampak pada meningkatnya kebutuhan pangan, tidak hanya dalam bentuk karbohidrat sebagai pangan pokok, tetapi juga protein hewani, khususnya ikan. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2020) menunjukkan bahwa konsumsi ikan nasional mengalami peningkatan dari 41,11 kg/kapita pada tahun 2015 menjadi 54,49 kg/kapita pada tahun 2019. Hal ini mencerminkan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemenuhan gizi berbasis protein ikan, sehingga menuntut ketersediaan produksi perikanan yang berkelanjutan.

Namun demikian, upaya peningkatan produksi pangan dihadapkan pada berbagai kendala, seperti keterbatasan lahan akibat alih fungsi lahan menjadi permukiman, industri, dan infrastruktur, serta penurunan kualitas tanah akibat penggunaan bahan kimia secara berlebihan (Putri et al., 2016). Selain itu, perubahan iklim yang ditandai dengan ketidakpastian pola curah hujan, banjir, dan kekeringan turut memengaruhi stabilitas produksi di sektor pertanian dan perikanan. Kondisi ini menuntut adanya inovasi sistem produksi pangan yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Di sisi lain, sektor energi yang masih didominasi oleh energi fosil turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca, dengan kontribusi sekitar 34% dari total emisi nasional (Liyantono et al., 2023). Hal ini mendorong perlunya pemanfaatan energi terbarukan sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim, sejalan dengan komitmen Indonesia dalam menurunkan emisi karbon sebesar 29–41% pada tahun 2030 serta mencapai target net zero emission pada tahun 2060 (UN Climate Change, 2015).

Salah satu pendekatan yang berpotensi menjawab permasalahan tersebut adalah sistem akuaponik, yaitu integrasi antara budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem resirkulasi. Sistem ini memanfaatkan limbah metabolisme ikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman berperan sebagai biofilter yang menjaga kualitas air tetap optimal (Endut et al., 2010). Akuaponik

memiliki keunggulan dalam efisiensi penggunaan air hingga 90% serta dapat diterapkan pada lahan terbatas (Ni'mih, 2024). Selain itu, sistem ini relatif ramah lingkungan karena meminimalkan penggunaan bahan kimia dan limbah (Rakocy, 2012), serta mampu menghasilkan dua komoditas sekaligus, yaitu ikan dan tanaman (Bangkit et al., 2017).

Meskipun demikian, keberlanjutan sistem akuaponik masih memerlukan dukungan dari aspek energi, khususnya dalam pengoperasian pompa dan sistem sirkulasi air. Oleh karena itu, integrasi energi terbarukan, seperti energi surya, menjadi solusi yang potensial untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem. Pemanfaatan energi surya tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, tetapi juga mendukung sistem produksi pangan yang lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai penerapan sistem akuaponik berbasis energi surya menjadi penting untuk dikembangkan sebagai solusi dalam meningkatkan ketahanan pangan yang efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan, khususnya di Provinsi Jambi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Tempat dilaksanakannya magang yaitu di Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) usaha mandiri di Desa Tangkit Baru, Jambi dan dilakukan selama dua bulan tepatnya pada tanggal, 14 Juli – 19 September 2025.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terapan dengan pendekatan rekayasa sistem untuk merancang dan mengimplementasikan sistem akuaponik berbasis energi surya. Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi persiapan, instalasi sistem energi, pembangunan sistem akuaponik, integrasi sistem, serta tahap operasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Lahan

Persiapan lahan merupakan tahap awal dalam pembangunan sistem akuaponik yang meliputi pengukuran, pembersihan area dari vegetasi atau hambatan fisik, serta penataan lokasi untuk

pemasangan rangka, kolam, dan jaringan pipa. Tahap ini penting untuk mendukung kemudahan instalasi, keamanan operasional, serta efektivitas sirkulasi air dan pengendalian lingkungan. Dengan demikian, persiapan lahan menjadi fondasi dalam mewujudkan sistem akuaponik yang efisien dan berkelanjutan (Marliza et al., 2023).



Gambar1. Pembersihan Lahan

Pembuatan Kerangka Kolam Terpal Akuaponik

Pembuatan kerangka kolam terpal ini adalah hal yang paling penting dalam memastikan struktur kolam kuat dan tahan lama. Proses ini diawali dengan menentukan ukuran kolam sesuai kebutuhan budidaya dan luas lahan yang tersedia. Menurut (Boimau et al., 2024) kerangka kolam terpal merupakan komponen struktural utama dalam sistem akuaponik yang berfungsi sebagai penopang wadah pemeliharaan ikan. Kerangka ini berperan menjaga bentuk kolam agar stabil, menahan tekanan air, serta memastikan kolam terpal dapat digunakan dalam jangka waktu panjang tanpa mengalami kebocoran atau deformasi.



Gambar2. Pembuatan rangka kolam

Kerangka dibuat dengan membentuk struktur persegi dengan ukuran 2X2X1 sesuai desain kolam. Setiap sudut kerangka harus diperkuat menggunakan paku agar lebih stabil dan kokoh. Kerangka kolam yang baik akan mendukung kestabilan kualitas air dan kenyamanan ikan. Struktur yang tidak stabil dapat menyebabkan perubahan volume air secara tiba-tiba, kebocoran, atau gangguan pada sirkulasi air menuju unit tanaman. Oleh karena itu, kerangka kolam terpal tidak

hanya berfungsi sebagai penopang fisik, tetapi juga berperan tidak langsung dalam menjaga keseimbangan biologis sistem akuaponik (Santoso et al (2023)

Pemasangan Terpal kolam Akuaponik

Pemasangan terpal adalah suatu tahapan penting setelah melakukan pembuatan kerangka. Proses ini diawali dengan memastikan kerangka kolam dalam kondisi kokoh dan stabil. Terpal yang akan digunakan dipersiapkan dengan ukuran kerangka yaitu 2m x 2m x 1m. Terpal perlu diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada lubang atau kerusakan yang dapat menyebabkan kebocoran.



Gambar3. Pemasangan terpal

Terpal dibentangkan secara hati-hati di atas kerangka. Posisi terpal harus disesuaikan sehingga menutupi seluruh permukaan kolam dengan rapi. Bagian tepi terpal ditebuk ke luar dan diikat pada kerangka menggunakan tali atau kawat pengikat agar tidak bergeser. Pastikan terpal tidak terlalu kencang atau terlalu longgar, karena hal ini dapat menyebabkan kerusakan saat kolam diisi air. Menurut (Nawawi et al., 2018) Pemasangan terpal kolam aquaponik diawali dengan persiapan dasar kolam yang diratakan dan dibersihkan dari batu, akar, serta benda tajam, dan pada beberapa praktik dilapisi bahan bantalan untuk melindungi terpal. Terpal kemudian dibentangkan secara simetris mengikuti bentuk kerangka kolam agar tekanan air terdistribusi merata, lalu bagian tepinya diikat dan diperkuat pada rangka karena menerima tekanan terbesar saat kolam diisi. Selanjutnya, lipatan pada sudut kolam diatur agar tidak terlalu tajam guna mengurangi risiko robekan. Tahap akhir dilakukan uji kebocoran dengan pengisian air secara bertahap sebelum kolam digunakan dalam sistem aquaponik.

Pengisian Air Pada kolam Aquaponik

Air diisi secara perlahan untuk memastikan terpal dapat menyesuaikan bentuk kolam tanpa menimbulkan tekanan berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan. Pengisian dilakukan hingga mencapai ketinggian dari kapasitas kolam.

Hal ini bertujuan untuk memberikan ruang bagi ikan agar dapat bergerak bebas serta mempermudah proses pengelolaan air, seperti aerasi dan penggantian air. Menurut (Ramadhan et al (2024) Air diisi secara bertahap hingga mencapai tinggi air 70–80 cm tergantung desain kolam. Pengisian bertahap penting untuk mengurangi kejutan terhadap pemadatan air dan tekanan pada kerangka kolam.



Gambar 4. Pengisian air kolam

Pemasangan Kerangka Aquaponik

Pemasangan sistem akuaponik dimulai dengan penggunaan pipa PVC berukuran 3 inci yang dilubangi untuk menanam benih sayur. Pipa PVC tersebut dibor dengan jarak antar lubang sekitar 15 cm. Setiap lonjor pipa PVC yang panjangnya sekitar 2 meter akan memiliki 12 lubang sebagai tempat penanaman benih sayur. Setelah pipa dilubangi, pipa-pipa tersebut ditata secara rapi dan ditempatkan dalam posisi yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pipa-pipa ini kemudian dihubungkan dengan pompa air yang berasal dari kolam tempat ikan nila dibudidayakan.



Gambar5. Pemasangan pipa akuaponik

Penyemaian Bibit Tanaman

Penyemaian benih sayur dilakukan dengan menggunakan tray atau baki penyemaian. Proses penyemaian ini dilakukan selama satu minggu, di mana benih ditanam dalam media tanam yang disebut rockwool. Rockwool merupakan salah satu media tanam inert yang sering digunakan sebagai media semai atau media tumbuh dalam sistem hidroponik maupun aquaponik. Struktur seratnya yang bersifat porous dengan kapasitas menahan air tinggi

memungkinkan akar tanaman memperoleh air, oksigen, dan nutrisi secara cukup, sehingga membantu pertumbuhan awal tanaman secara optimal.

Setiap benih disebar di dalam tray yang telah diisi dengan rockwool, dan 21 tray tersebut ditempatkan di area yang mendapatkan pencahayaan yang cukup, tetapi tidak langsung terpapar sinar matahari yang terlalu panas. Selama satu minggu, benih akan mulai berkecambah, dengan akar yang mulai menembus media rockwool dan tunas yang mulai muncul.



Gambar6. Nyemai bibit

Setelah masa penyemaian selesai, biasanya sekitar satu minggu, benih yang telah tumbuh menjadi bibit yang cukup kuat akan dipindahkan ke sistem tanam utama, seperti pipa dalam sistem akuaponik atau ke tanah langsung, tergantung pada metode yang digunakan. Rockwool sebagai media tanam memberikan keuntungan dalam hal perawatan yang mudah dan memastikan bibit memiliki kondisi awal yang baik sebelum dipindahkan. Waktu pemindahan semai pada sistem aquaponik idealnya dilakukan saat bibit berumur 7–14 hari setelah semai atau telah memiliki 2–4 daun sejati. Penentuan waktu yang tepat akan meningkatkan keberhasilan adaptasi tanaman, mempercepat pertumbuhan, serta mendukung stabilitas sistem aquaponik secara keseluruhan (Dewanti et al., 2020).

Pemasangan Panel Surya

Pemasangan sistem pembangkit listrik tenaga surya dilakukan untuk menyediakan sumber energi mandiri yang stabil dan ramah lingkungan. Sistem menggunakan tiga panel surya berkapasitas 100 WP yang dipasang pada sudut kemiringan optimal ($\pm 10^\circ - 15^\circ$) guna memaksimalkan penyerapan radiasi matahari (Ayu et al., 2022). Energi yang dihasilkan dialirkan ke *solar charge controller* untuk mengatur proses pengisian, kemudian disimpan dalam baterai berkapasitas 150 Ah sebagai cadangan daya saat kondisi minim sinar matahari.



Gambar7. Pemasangan panel surya

Untuk mendukung operasional pompa air, sistem dilengkapi inverter yang mengubah

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa bahwa penggunaan panel surya berkapasitas 300 WP yang dikombinasikan dengan baterai 150 Ah belum mampu memenuhi kebutuhan energi pompa air dan lampu secara kontinu selama 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, I. F., Azis, A., & Perawati, P. (2023). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk pompa irigasi sawah di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Surya Energy*, 8(1). <https://doi.org/10.32502/jse.v8i1.6093>
- Ayu, F., Sugiono, F., Diah, L. P., Eriko, D., & Karuniawan, A. (2022). Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap potensi pemanfaatan PLTS rooftop di bengkel teknik mesin Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Rekayasa Energi*, 1(1), 1–8.
- Bangkit, I., Sugandhy, R., & Indriani, P. D. (2017). Aplikasi budidaya ikan integratif dengan sistem akuaponik dalam pemanfaatan pelataran rumah sebagai upaya peningkatan pendapatan masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1, 145–149.
- Boimau, I., Tasekeb, D., Tanaem, F., Toto, C., Johannes, W., & Moeda, A. (2024). Budidaya ikan dan sayur menggunakan sistem akuaponik. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1).
- Badan Pusat Statistik. (2025). Laju pertumbuhan penduduk. <https://www.bps.go.id>
- Dewanti, P., Restanto, D. P., Soepardjono, S., & Sugiharto, B. (2020). Budidaya terpadu ikan dan sayuran melalui

arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Secara prinsip, panel surya mengonversi energi cahaya menjadi listrik DC yang selanjutnya dapat digunakan oleh peralatan listrik melalui inverter (Alam et al., 2023). Berdasarkan konfigurasi tersebut, penggunaan tiga panel surya 100 WP dan baterai 150 Ah dinilai mampu memenuhi kebutuhan energi sistem akuaponik, khususnya untuk pengoperasian pompa air secara optimal.

metode akuaponik di Desa Serut Kecamatan Panti Kabupaten Jember. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*.

- Endut, A., Jusoh, A., Ali, N., Nik, W. W., & Hassan, A. (2010). A study on the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculating aquaponic system. *Bioresource Technology*, 101, 1511–1517.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2020). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 57/PERMEN-KP/2020 tentang rencana strategis KKP 2020–2024.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 01-6483.4-2000: Produksi benih ikan patin siam (Pangasius hypophthalmus)*. Jakarta: BSN.
- Liyantono, et al. (2023). *Status lingkungan hidup Indonesia 2022*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Marliza, H., Hayat, N., Yunaspi, D., & Nur, R. H. (2023). Akuaponik pasang surut untuk kemandirian pangan di panti asuhan. *Journal of Human and Education*, 3, 649–655.
- Ni'mih, D. S. N. (2024). Pertumbuhan dan produksi pakcoy pada sistem akuaponik dengan perlakuan warna lampu LED. Universitas Brawijaya.
- Putri, I. D., Martanto, R., & Junarto, R. (2024). Pengaruh alih fungsi lahan terhadap ketahanan pangan dan keberlanjutan pertanian. *Widya Bhumi*, 4(2), 192–211.
- Rakocy, J. E. (2012). *Aquaponics—integrating fish and plant culture*.
- Ramadhan, G., Hsb, F. M. A., Herian, M. F. A., Kesuma, I. J., Ramadhan, R. M., Sembiring, K. R., Atmaja, P., & Lubis, H. M. L. (2024). Penerapan sistem akuaponik sebagai solusi pangan berkelanjutan. *Jurnal Salingka Abdimas*, 4, 118–129.

- Santoso, L., Elisdiana, Y., Setyawan, A., & Hasani, Q. (2023). Penggunaan kolam terpal geomembrane pada budidaya ikan lele. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 2, 135–142.
- United Nations. (2015). *Paris Agreement (Perjanjian Paris)*.