

OPTIMALISASI SISTEM AQUAPONIK LELE UNTUK EFISIENSI AIR DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN KANGKUNG PADA URBAN FARMING***OPTIMISATION OF A CATFISH AQUAPONICS SYSTEM FOR WATER EFFICIENCY AND SPINACH PRODUCTIVITY IN URBAN FARMING***

¹Riyanti Dian Kinasih, ²Yuana Susan Kusuma, ³Cintiya Zahra Oktafiyanti

¹Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Jl.Ir.H.Soekarno

No.682,Surabaya, Jawa Timur , 08113060117, 60294, Indonesia

¹E-mail korespondensi: riyantidiansinasih@gmail.com

ABSTRAK

Sistem aquaponik merupakan teknologi budidaya terpadu yang menggabungkan pemeliharaan ikan dan tanaman dalam satu sistem sirkulasi air sehingga lebih hemat air dan ramah lingkungan. Penerapan sistem ini sesuai dengan konsep urban farming karena dapat diterapkan pada lahan terbatas di wilayah perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis optimalisasi sistem aquaponik lele berbasis ember terhadap efisiensi penggunaan air dan produktivitas tanaman kangkung pada urban farming. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan memanfaatkan ember plastik sebagai media budidaya lele dan penanaman kangkung pada bagian atas sistem. Parameter yang diamati meliputi penggunaan air, pertumbuhan tanaman kangkung, serta kondisi sistem aquaponik selama proses budidaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem aquaponik berbasis ember mampu mengurangi penggunaan air melalui pemanfaatan ulang air budidaya ikan sebagai sumber nutrisi alami sehingga pertumbuhan tanaman kangkung menjadi lebih optimal, ditandai dengan bertambahnya jumlah daun dan berkembangnya sistem perakaran selama masa pengamatan. Sistem ini juga dinilai praktis, ekonomis, dan mudah diterapkan pada lingkungan perkotaan dengan lahan terbatas. Dengan demikian, sistem aquaponik lele berbasis ember berpotensi menjadi solusi urban farming yang efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: aquaponik, efisiensi air, lele, kangkung, urban farming

ABSTRACT

Aquaponics is an integrated cultivation technology that combines fish farming and plant cultivation within a single water circulation system, making it more water efficient and environmentally friendly. This system is suitable for urban farming concepts because it can be applied in limited urban spaces. This study aims to analyze the optimization of a bucket-based catfish aquaponic system in improving water-use efficiency and the productivity of spinach plants. The research employed an experimental method using plastic buckets as the cultivation medium of the catfish and as the support system for spinach planting on the upper section of the aquaponic setup. The observed parameters included water usage, spinach growth, and the overall condition of the aquaponic system during the cultivation process. The results showed that the bucket-based aquaponic system was able to reduce water consumption through the reuse of fish-cultivation water. In addition, organic waste produced by catfish farming could be utilized as a natural nutrient source, resulting in improved spinach growth, as indicated by an increase in leaf number and root development during the observation period. The system was also considered practical, economical, and easy to implement in urban environments with limited land availability. Therefore, the bucket-based catfish aquaponic system has the potential to become an efficient, sustainable, and environmentally friendly solution for urban farming.

Keywords: *aquaponics, catfish, spinach, urban farming, water efficiency*

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi salah satu tantangan global seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, perubahan iklim, dan berkurangnya ketersediaan lahan produktif. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya kebutuhan pangan, khususnya di wilayah perkotaan yang mengalami pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur yang pesat. Alih fungsi lahan pertanian menjadi Kawasan pemukiman dan industri menyebabkan ruang untuk kegiatan budidaya semakin terbatas. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi pertanian yang mampu menghasilkan pangan secara efisien dengan memanfaatkan lahan dan sumber daya yang terbatas. Salah satu pendekatan yang berkembang saat ini adalah urban farming sebagai upaya memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri di lingkungan perkotaan.

Pertumbuhan penduduk di wilayah perkotaan menyebabkan meningkatnya kebutuhan pangan, sementara ketersediaan lahan pertanian semakin berkurang akibat alih fungsi lahan untuk permukiman dan pembangunan infrastruktur. Kondisi tersebut mendorong berkembangnya konsep urban farming sebagai upaya memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri pada lahan yang terbatas. Salah satu teknologi yang banyak dikembangkan dalam sistem pertanian perkotaan adalah aquaponik, yaitu sistem budidaya terpadu yang mengombinasikan pemeliharaan ikan dan tanaman dalam satu siklus yang saling menguntungkan. Sistem ini dinilai mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan air sehingga lebih sesuai diterapkan pada lingkungan perkotaan.

Aquaponik merupakan sistem budidaya yang mengintegrasikan kegiatan akuakultur dan hidroponik dalam satu siklus yang saling mendukung. Limbah metabolisme ikan yang mengandung amonia akan diubah oleh bakteri nitrifikasi menjadi senyawa yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman sebagai sumber nutrisi. Tanaman kemudian berperan dalam menyerap unsur hara tersebut sehingga kualitas air tetap terjaga sebelum dialirkan kembali ke kolam ikan. Sistem resirkulasi ini memungkinkan penggunaan air yang lebih hemat dibandingkan metode budidaya

konvensional karena air dapat digunakan berulang kali dalam satu sistem tertutup (Okomoda et al., 2023).

Ikan lele (*Clarias gariepinus*) merupakan komoditas yang banyak digunakan dalam sistem Budikdamber karena memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, pertumbuhan cepat, serta toleran terhadap perubahan kondisi lingkungan. Kangkung (*Ipomoea aquatica* F.) dipilih karena memiliki masa panen yang relatif singkat dan mampu memanfaatkan nutrisi yang berasal dari limbah budidaya ikan. Hasil penelitian Elsbaay et al. (2025) menunjukkan bahwa tanaman selada yang dibudidayakan pada sistem aquaponik memiliki pertumbuhan yang baik karena memperoleh pasokan unsur hara secara berkelanjutan dari air budidaya ikan. Kombinasi lele dan kangkung berpotensi menghasilkan sistem budidaya yang produktif sekaligus efisien dalam penggunaan sumber daya.

MATERI DAN METODE

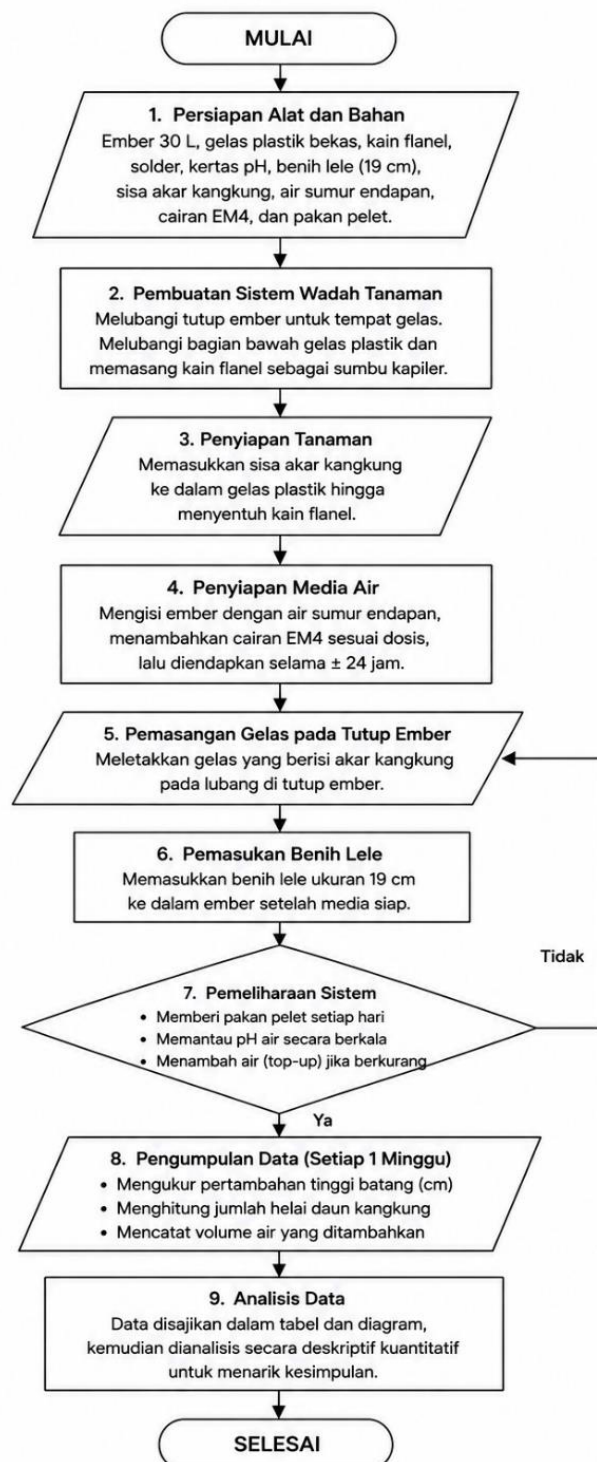
Penelitian eksperimen ini dilaksanakan mulai tanggal 3 Juni 2026 hingga saat ini dan masih berada dalam tahapan proses pemeliharaan serta pengamatan. Seluruh rangkaian kegiatan persiapan sistem, pemeliharaan, hingga pemantauan berkala dilakukan di area pekarangan rumah yang berlokasi di Surabaya, Jawa Timur. Lokasi ini dipilih secara sengaja sebagai bentuk representasi dari penerapan pertanian perkotaan (*urban farming*) pada skala rumah tangga. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif eksperimental dengan paradigma positivisme melalui pengujian variabel secara terukur. Unit analisis utama yang diamati meliputi satu kesatuan sistem aquaponik berbasis ember atau dikenal dengan istilah Budikdamber.

Alat yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi ember plastik kapasitas 30 liter, gelas plastik bekas (Aqua), Kain flanel, solder, dan kertas pH. Sementara itu, bahan yang diperlukan terdiri dari benih lele (*Clarias gariepinus*) berukuran 19 cm dan biji kangkung (*Ipomoea aquatica* f.). Air sumur yang telah diendapkan, cairan EM4 (*Effective microorganisms 4*), serta pakan komersial jenis pelet juga disiapkan sebagai bahan pendukung. Proses pelaksanaan penelitian secara sistematis dilapangan dirancang mengikuti kerangka kerja logis (*logical framework*) yang terstruktur. Seluruh tahapan tersebut diatur sedemikian rupa agar variabel pengamatan dapat dikontrol dengan baik selama eksperimen langsung.

Tahap awal pelaksanaan dimulai dengan melubangi bagian penutup ember plastik berkapasitas 30 liter menggunakan solder untuk tempat gelas plastik. Gelas plastik bekas kemudian dilubangi pada bagian bawahnya dan dipasang kain flanel yang berfungsi sebagai sumbu kapiler. Biji kangkung diletakkan di dalam gelas plastik tersebut untuk memicu pertumbuhan tunas baru secara vegetatif. Sebagai median budidaya, ember diisi air yang telah dicampur cairan EM4 untuk mengaktifkan bakteri pengurai lalu diendapkan sebelum lele ditebar. Benih ikan lele berukuran 19 cm dimasukkan ke dalam ember setelah seluruh sistem wadah tanaman dan media air siap.

Selama masa pemeliharaan yang masih berjalan hingga sekarang, ikan lele diberi pakan pelet secara teratur setiap hari. Biji kangkung mendapatkan pasokan nutrisi dari air kolam yang diserap oleh kain flanel melalui daya kapilaritas. Sistem resirkulasi tertutup ini dirancang sedemikian rupa agar air di dalam ember tidak perlu diganti secara total. Penggantian air hanya dilakukan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan alami. Pemantauan keasaman ini dilakukan secara berkala menggunakan kertas pH guna menjaga kondisi lingkungan hidup lele tetap optimal.

Teknik pengumpulan data pertumbuhan biji kangkung dilakukan secara berkala setiap satu minggu sekali selama masa pemeliharaan berlangsung. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan tanaman kangkung dan kondisi sistem aquaponik selama proses budidaya. Tingkat efisiensi air dihitung dengan mencatat total volume air yang ditambahkan ke dalam ember selama masa pengamatan. Seluruh data yang telah dikumpulkan secara utuh dan sistematis kemudian disajikan ke dalam bentuk serta diagram. Data tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif guna menjelaskan hubungan pemanfaatan limbah lele terhadap produktivitas kangkung.



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengamati perkembangan pertumbuhan kangkung (*Ipomoea aquatica* F.) yang ditanam dalam sistem aquaponik berbasis ember (Budikdamber) secara berkala. Pengamatan dilakukan pada tiga titik waktu, yaitu tanggal 12 Juni 2026, 17 Juni 2026, dan 21 Juni 2026. Data hasil pengamatan disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Pertumbuhan Kangkung pada Sistem Aquaponik Budikdamber

Tanggal Pengamatan	Kondisi Kangkung	Jumlah Daun	Panjang Akar (cm)	pH Air	Gambar
12 Juni 2026	Masih berupa biji; belum berkecambah	0	-	7,0	 (Dokumentasi pribadi, 2026)
17 Juni 2026	Mulai berkecambah; tumbuh sedikit dengan daun pertama muncul	1 helai	2-3 cm	7,2	 (Dokumentasi pribadi, 2026)
21 Juni 2026	Tumbuh panjang; batang tegak, daun melebar, akar putih panjang	2 helai	9 cm	7,4	 (Dokumentasi pribadi, 2026)

Sumber: Data primer (2026)

Berdasarkan Tabel 1, pada tanggal 12 Juni 2026 kangkung masih berada pada fase biji dan belum menunjukkan tanda-tanda perkecambahan. Kondisi ini merupakan hal yang wajar karena benih kangkung umumnya memerlukan waktu 3–5 hari untuk berkecambah setelah diletakkan dalam media yang lembab (Okomoda et al., 2023). Proses imbibisi air oleh benih menjadi tahap awal yang menentukan keberhasilan perkecambahan, di mana kain flanel pada sistem Budikdamber berperan sebagai medium penghantar air secara kapiler dari kolam lele ke gelas tanam.

Pada tanggal 17 Juni 2026, tanaman kangkung telah menunjukkan perkembangan yang signifikan, ditandai dengan munculnya tunas dan 1 helai daun pertama. Pertumbuhan awal ini sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara nitrogen dalam bentuk nitrat yang berasal dari hasil ekskresi ikan lele dan proses nitrifikasi oleh bakteri. Elsbaay et al. (2025) menyatakan bahwa tanaman yang dibudidayakan dalam sistem aquaponik mendapatkan pasokan nitrogen secara kontinu dari aktivitas metabolisme ikan, sehingga pertumbuhan vegetatif berlangsung lebih cepat dibandingkan budidaya konvensional. Hal ini konsisten dengan temuan dalam penelitian ini di mana kangkung mulai tumbuh hanya dalam kurun waktu lima hari sejak penanaman.

Pengamatan pada tanggal 21 Juni 2026 menunjukkan pertumbuhan yang semakin pesat, dengan batang kangkung yang telah memanjang secara vertikal dan daun yang bertambah menjadi 2 helai. Ciri paling menonjol pada fase ini adalah terbentuknya akar yang panjang dengan ukuran rata-rata ± 9 cm berwarna putih bersih, yang merupakan indikator bahwa sistem perakaran berkembang dengan sehat dan mampu menyerap nutrisi secara optimal. Panjang akar sebesar 9 cm dalam waktu sembilan hari setelah tanam mengindikasikan laju pertumbuhan akar yang cukup cepat, yaitu sekitar 1 cm per hari, yang dimungkinkan oleh ketersediaan nutrisi terlarut secara kontinu dari air budidaya lele. Warna putih pada akar menunjukkan bahwa akar dalam kondisi sehat dan tidak mengalami cekaman lingkungan seperti kekurangan oksigen maupun keracunan amonia (Okomoda et al., 2023). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kualitas air dalam sistem Budikdamber terjaga dengan baik berkat aktivitas bakteri nitrifikasi dan pemanfaatan EM4 sebagai starter mikroba.

Secara keseluruhan, hasil pengamatan ini sejalan dengan prinsip dasar aquaponik yang dikemukakan oleh Okomoda et al. (2023), bahwa sistem resirkulasi air dalam aquaponik memungkinkan tanaman memperoleh nutrisi yang cukup tanpa memerlukan pupuk tambahan. Temuan ini juga mendukung konsep urban farming berbasis Budikdamber sebagai solusi ketahanan pangan yang efisien dan berkelanjutan di lahan terbatas. Implikasi teoritis dari penelitian ini memperkuat bahwa simbioisme antara lele dan kangkung dalam satu sistem tertutup terbukti mampu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang optimal dalam waktu relatif singkat.

Salah satu parameter kualitas air yang turut diamati dalam penelitian ini adalah derajat keasaman (pH) air dalam ember budidaya yang telah diisi oleh aktivitas lele. Nilai pH air merupakan tolok ukur penting dalam sistem aquaponik karena memengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman sekaligus menjaga keseimbangan fisiologis ikan. Secara kimiawi, pH didefinisikan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$pH = -\log[H^+] = \log\left(\frac{1}{[H^+]}\right)$$

di mana $[H^+]$ adalah konsentrasi ion hidrogen dalam satuan mol/liter. Nilai pH berkisar antara 0–14, dengan pH 7 dinyatakan netral, di bawah 7 bersifat asam, dan

di atas 7 bersifat basa. Berdasarkan pengamatan dengan kertas pH, nilai pH air dalam ember pada tanggal 12 Juni 2026 tercatat sebesar 7,0; meningkat menjadi 7,2 pada tanggal 17 Juni 2026; dan 7,4 pada tanggal 21 Juni 2026. Tren kenaikan pH yang bertahap ini disebabkan oleh proses nitrifikasi yang mengonsumsi ion H^+ sehingga larutan menjadi sedikit lebih basa seiring berjalannya waktu. Kisaran pH 7,0–7,4 yang tercatat dalam penelitian ini berada pada rentang optimal untuk sistem aquaponik, di mana Somerville et al. (2014) merekomendasikan kisaran pH 6,5–7,5 sebagai kondisi yang sesuai bagi kelangsungan hidup ikan lele, aktivitas bakteri nitrifikasi, dan penyerapan hara secara maksimal oleh tanaman kangkung.

Selama masa pemeliharaan, ikan lele diberi pakan pelet komersial sebanyak tiga kali sehari secara teratur. Frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari ini diterapkan untuk memastikan ketersediaan nutrisi yang optimal bagi ikan sekaligus menjaga konsistensi produksi limbah organik yang menjadi sumber nitrogen bagi tanaman kangkung. Rakocy et al. (2006) menyatakan bahwa frekuensi pemberian pakan yang konsisten dalam sistem aquaponik berpengaruh langsung terhadap kestabilan kadar amonia dan nitrat dalam air, yang pada gilirannya menentukan ketersediaan hara bagi tanaman. Dengan demikian, pemberian pakan tiga kali sehari pada penelitian ini berkontribusi pada pertumbuhan kangkung yang progresif sebagaimana terlihat pada data pengamatan.

Penggantian air dalam ember budidaya dilakukan satu kali setiap minggu guna menjaga kualitas air tetap pada kondisi yang sesuai bagi kelangsungan hidup lele dan pertumbuhan kangkung. Frekuensi penggantian air satu minggu sekali ini dipilih agar akumulasi limbah metabolisme tidak melebihi ambang batas toleransi ikan, sekaligus memberi waktu yang cukup bagi bakteri nitrifikasi untuk mengurai amonia menjadi nitrat yang berguna bagi tanaman. Somerville et al. (2014) menjelaskan bahwa pengelolaan kualitas air secara berkala merupakan aspek kritis dalam sistem aquaponik skala kecil untuk mencegah toksisitas amonia yang dapat menghambat pertumbuhan ikan maupun tanaman. Melalui kombinasi pemberian pakan tiga kali sehari dan penggantian air mingguan, sistem Budikdamber dalam penelitian ini berhasil mempertahankan keseimbangan ekologis yang mendukung pertumbuhan optimal kedua organisme.

Tabel 2. Jadwal Pemeliharaan Sistem Aquaponik Budikdamber

Kegiatan Pemeliharaan	Frekuensi	Keterangan
Pemberian pakan lele	3 kali sehari	Pagi, siang, dan sore pelet komersial
Penggantian air ember	1 kali per minggu	Menjaga kualitas air dan mengurangi akumulasi amonia
Pemantauan pH air	Berkala (setiap penggantian air)	Menggunakan kertas pH

Sumber: Data primer (2026)

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa sistem aquaponik berbasis ember (Budikdamber) efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea*

aquatica F.) secara progresif. Pada tanggal 12 Juni 2026, kangkung masih berada pada fase biji dan belum berkecambah. Lima hari kemudian, tepatnya pada 17 Juni 2026, tanaman telah menunjukkan perkecambahan dengan munculnya 2–3 helai daun pertama sebagai tanda dimulainya fase vegetatif. Pada pengamatan terakhir tanggal 21 Juni 2026, kangkung telah tumbuh memanjang dengan 5–7 helai daun dan akar yang panjang berwarna putih sebagai indikator kesehatan tanaman yang optimal. Keberhasilan pertumbuhan kangkung dalam sistem ini tidak terlepas dari peran air budidaya lele yang kaya nutrisi hasil metabolisme ikan sebagai sumber hara alami bagi tanaman. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada penerapan Budikdamber skala rumah tangga di lingkungan urban Surabaya dengan memanfaatkan bahan-bahan sederhana yang ekonomis, sehingga dapat menjadi model pertanian perkotaan yang praktis, hemat air, dan berkelanjutan bagi masyarakat perkotaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah bekerja sama dan berkontribusi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini, baik berupa saran, masukan ilmiah, maupun bantuan teknis dalam proses penyusunan artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertanian perkotaan dan aquaponik yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Elsbaay, A., Abdel-Hamid, M., & Hassan, R. (2025). Growth performance and nutrient uptake of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in aquaponic systems with Nile tilapia under different stocking densities. *Aquacultural Engineering*, 108, 102451.
- Okomoda, V. T., Oladimeji, S. A., Hassan, A., Simon, B. E., Ataguba, G. A., & Iber, B. T. (2023). Aquaponics: nutrient recycling and ecological balance in integrated fish-plant systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1127300.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics—integrating fish and plant culture. *SRAC Publication*, 454, 1–16.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). *Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.