

## PEMANFAATAN LAHAN SEMPIT MELALUI TEKNOLOGI *AQUAPONIC* UNTUK MASYARAKAT DI DESA PARANGARGO KECAMATAN WAGIR KABUPATEN MALANG

Yus Mochamad Cholily<sup>1</sup>, Machmud Effendy<sup>2</sup>, Riza Rahman Hakim<sup>3</sup>, Beti Istanti  
Suwandayani<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Muhammadiyah Malang,

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang,

<sup>3</sup>Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah  
Malang,

<sup>4</sup>Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Muhammadiyah Malang

\*e-mail: [beti@umm.ac.id](mailto:beti@umm.ac.id)

### Abstrak

Sektor perikanan Indonesia merupakan pasar yang potensial untuk dikembangkan. Hal ini beriringan juga dengan jumlah penduduk Indonesia yang cukup besar. Tetapi tingkat konsumsi ikan masyarakat Indonesia masih sangat rendah dibandingkan dengan konsumsi penduduk negara berkembang lainnya. Tujuan optimalisasi lahan terbatas di Desa Parangargo Kecamatan Wagir Kabupaten Malang melalui inovasi *aquaponik* adalah memberikan pandangan kepada masyarakat terkait teknologi dalam bertanam, pemberian edukasi pemanfaatan lahan pekarangan karena sistem ini bisa dilakukan dalam skala rumah tangga. Sistem teknologi *aquaponik* diupayakan sebagai jawaban atas adanya permasalahan semakin sulitnya budidaya ikan sehingga memaksimalkan lahan yang sempit. *Aquaponik* merupakan salah satu teknologi hemat lahan dan air yang dapat dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran. Hasil dari kegiatan ini yaitu menghasilkan produk ikan dan sayuran dalam satu proses budidaya. Selanjutnya kesadaran masyarakat dalam menerapkan sistem *aquaponik* tercapai, maka kemandirian pangan di tingkat keluarga akan dengan sendirinya terpenuhi.

**Kata Kunci:** Lahan Sempit; Masyarakat; Teknologi *Aquaponic*.

### Abstract

*The Indonesian fishery sector is a potential market for development. This goes hand in hand with the size of Indonesia's population. However, the level of fish consumption in Indonesia is still very low compared to the consumption of other developing countries. The purpose of optimizing limited land in Parangargo Village, Wagir District, Malang Regency through aquaponics innovation is to provide views to the community regarding technology in planting, provide education on the use of yard land because this system can be done on a household scale. Aquaponic technology systems are pursued as an answer to the problem of the increasingly difficult fish cultivation so as to maximize the sloping land. Aquaponics is a*

*land and water saving technology that can be combined with various vegetable crops. The result of this activity is to produce fish and vegetable products in one cultivation process. Furthermore, public awareness in implementing the aquaponics system is achieved, then food independence at the family level will automatically be fulfilled.*

*Keywords: Aquaponics Technology; Narrow Land; Public.*

## **A. Pendahuluan**

Sektor perikanan Indonesia merupakan pasar yang potensial untuk dikembangkan. Hal ini beriringan juga dengan jumlah penduduk Indonesia yang cukup besar. Tetapi tingkat konsumsi ikan masyarakat Indonesia masih sangat rendah dibandingkan dengan konsumsi penduduk negara berkembang lainnya (Irfayanti & Ningsih, 2021; Virgantari *et al.*, 2022). Sejalan dengan meningkatkan pertumbuhan perekonomian Indonesia, masyarakat mempunyai kesadaran akan pentingkan konsumsi ikan. Berdasarkan dari data menunjukkan bahwa Pulau Jawa menyerap konsumsi ikan terbesar dikarenakan jumlah penduduknya yang padat (Scabra *et al.*, 2021). Melihat potensi yang cukup besar, kebutuhan di Pulau Jawa ini akan terus berkembang. Di sisi lain rata-rata konsumsi sayur penduduk Indonesia juga masih rendah. Tingkat konsumsi rata-rata sayur penduduk Indonesia sebesar (37,94 kh/perkapita/tahun), nilai tersebut jauh standar angkat kecukupan gizi FAO yaitu 65,75 94kg/perkapita/tahun (Purwantini *et al.*, 2012). Sayuran adalah makanan rendah kalori dan tinggi serat. Serat dalam sayuran membuat Anda merasa kenyang lebih cepat setelah makan, dan rasa kenyang ini bertahan lebih lama daripada makanan berkalori tinggi (Clark & Slavin, 2013). Sayuran mengandung zat gizi mikro yang dibutuhkan tubuh, seperti mineral dan vitamin. Masalah gizi masyarakat merupakan salah satu prioritas kesehatan bangsa. Kekurangan sumber zat gizi mikro dalam jangka waktu tertentu juga diduga dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti obesitas, diabetes, dan hipertensi.

Kabupaten Malang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur dengan potensi sektor pertanian dan perikanan budidaya yang sangat besar. Kabupaten Malang terletak di wilayah pesisir selatan pulau jawa berada pada 112° 17' 10,90' sampai 112° 57' 00' Bujur Timur 7° 44' 55,11' sampai 80° 26' 35,45' Lintang Selatan dan memiliki luas wilayah 3.534,86 km<sup>2</sup> (Latuconsina, 2017). Selain memiliki potensi perikanan, kabupaten Malang juga memiliki potensi untuk budidaya sayuran. Pengembangan keanekaragaman dan tingginya daya dukung lahan, sangat berpotensi dalam peningkatan sektor ekonomi bagi masyarakat Kabupaten Malang. Hal ini sejalan dengan dukungan pemerintah melalui program

pengembangan kawasan Mina Politan. Salah satu wilayah di Kabupaten Malang yang terus melakukan pengembangan dan perbaikan manajemen budidaya sayuran adalah Desa Parangargo Kecamatan Wagir Kabupaten Malang.

Secara geografis Desa Parangargo terletak pada posisi 7°21'-7°31' Lintang Selatan dan 110°10'-111°40' Bujur Timur. Topografi ketinggian desa ini adalah berupa daratan sedang yaitu sekitar 416 m di atas permukaan air laut. Berdasarkan data BPS kabupaten Malang tahun 2014, selama tahun 2014 curah hujan di Desa Parangargo rata-rata mencapai 2.400 mm. Curah hujan terbanyak terjadi pada bulan Desember hingga mencapai 405,04 mm yang merupakan curah hujan tertinggi selama kurun waktu 2000-2008. Luas lahan yang diperuntukkan untuk pemukiman adalah 97.282 Ha. Luas lahan yang diperuntukkan untuk Pertanian adalah 82,100 Ha. Luas lahan untuk ladang tegalan dan perkebunan adalah 25.350 Ha. Sedangkan luas lahan untuk fasilitas umum adalah sebagai berikut: untuk perkantoran 0,50 Ha, sekolah 2,520 Ha, olahraga 1,56 Ha, dan tempat pemakaman umum 2,1 Ha. Wilayah Desa Parangargo secara umum mempunyai ciri geologis berupa lahan tanah hitam yang sangat cocok sebagai lahan pertanian dan perkebunan. Secara prosentase kesuburan tanah Desa Parangargo terpetakan sebagai berikut: sangat subur 27 Ha, subur 196.64 Ha.

Seiring dengan perkembangan pembangunan pemukiman penduduk, lahan untuk budidaya ikan maupun berkebun semakin terbatas. Jumlah populasi penduduk meningkat dan permintaan kebutuhan nabati dan hewani juga turut meningkat. Metode pertanian tradisional yang diterapkan di desa tersebut membutuhkan ruang, waktu dan tenaga yang sangat besar. Akibatnya, kekhawatiran tentang sumber makanan yang aman dan berkelanjutan semakin meningkat, yang mengarah pada kebutuhan akan metode pertanian baru. Oleh karena itu, transfer teknologi di desa harus dilakukan untuk menjembatani perkembangan teknologi dan penguatan potensi masyarakat dan desa. Pemanfaatan lahan pertanian dengan sayuran organik yang ditanam secara akuaponik memiliki nilai estetika menghasilkan tanaman dan ikan yang aman dan ramah lingkungan untuk dikonsumsi, selain dapat memenuhi kebutuhan akan sayuran yang sehat (Kurniawan et al., 2020; Prihatiningsih *et al.*, 2020).

Aquaponik merupakan sstem budidaya produksi pangan yang merupakan kombinasi dari akualutur dan hidroponik. Budidaya aquaponik merupakan budidaya yang dirancang secara konseptual berdasarkan sistem daur ulang ekologi yang sangat baik (Körner *et al.*, 2015; Kyaw & Ng, 2017). Melalui sistem ini tanaman tidak perlu disirami setiap hari secara manual, tetapi air di dalam kolam akan didorong ke atas menggunakan bantuan pompa

sehingga dapat menyirami tanaman. Jenis tanaman yang cocok digunakan yaitu sayuran daun dan sayuran buah. Beberapa keuntungan menggunakan sistem akuaponik yaitu tidak memerlukan tanah, dapat tumbuh di lokasi manapun dan membutuhkan ruang yang relative sedikit, perubahan musim tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sedikit dana tau tanpa herbisida dan pestisida, tanaman tetap terlindungi dari berbagai penyakit (Greenfeld *et al.*, 2019; Khaoula *et al.*, 2021). Tujuan optimalisasi lahan terbatas di Desa Parangargo Kecamatan Wagir Kabupaten Malang melalui inovasi aquaponik adalah memberikan pandangan kepada masyarakat terkait teknologi dalam bertanam, pemberian edukasi pemanfaatan lahan pekarangan karena sistem ini bisa dilakukan dalam skala rumah tangga. Jika kesadaran masyarakat dalam menerapkan sistem aquaponik tercapai, maka kemandirian pangan di tingkat keluarga akan dengan sendirinya terepenuhi.

## **B. Masalah**

Permasalahan yang utama dihadapi oleh mitra dari segi pemanfaatan lahan yang belum optimal, budidaya *aquaponics* yang belum diterapkan dalam sitem budidaya ikan dengan media kolam terpal bundar.

## **C. Metode Pelaksanaan**

Metode dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan di lokasi mitra yaitu di Desa Parangargo Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. Kegiatan ini diikuti oleh seluruh tim dan mitra masyarakat desa tersebut. Pemilihan lokasi di desa mitra dikarenakan pada desa tersebut sudah terdapat kolam lele menggunakan kolam terpal bundar. Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh tim dari Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Fakultas Teknik dan Fakultas Pertanian Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang dengan beberapa tahapan kegiatan sebagai berikut. Pertama, tahapan persiapan dilakukan dengan koordinasi tim bersama mitra terkait lokasi pembuatan aquaponik pada kolam lele yang tersedia di lokasi mitra. Selanjutnya dilakukan penyusunan rencana dan jadwal kegiatan, serta survei alat dan bahan.

Kedua, tahapan pelaksanaan yaitu dengan penyediaan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem aquaponik. Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan masyarakat mitra dalam pembuatan aquaponik dan dilaksanakan di lokasi mitra. Selanjutnya kegiatan dalam tahap pelaksanaan ini adalah perawatan ikan dan sayuran. Sedangkan tahap ketiga yaitu

monitoring. Tahap ini dilakukan dengan monitoring harian dan mingguan pada budidaya aquaponik untuk mengontrol keadaan ikan lele dan tanaman sayuran. Sehingga jika terdapat permasalahan dalam budidaya sayuran langsung mendapatkan solusi agar tidak mengganggu hasil panen.

#### **D. Pembahasan**

Kondisi topografi Kecamatan Wagir ini merupakan daerah datar dan perbukitan. Letaknya sendiri adalah 474 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Virgantari *et al.*, 2022). Sebagai daerah topografi yang seperti itu, Kecamatan Wagir sebagian wilayahnya adalah perbukitan (Setijawan *et al.*, 2020). Sehingga daerah ini memiliki keadaan yang sejuk dan banyak terdapat pemandangan indah yang dapat disaksikan. Kecamatan wagir memiliki banyak kekayaan alam yang dapat dimanfaatkan, namun masih belum sepenuhnya dapat dimanfaatkan dengan baik. Kecamatan wagir memiliki daerah yang sangat luas dibuktikan dengan menjadi kecamatan terluas urutan 17 dari 33 kecamatan yang ada di Kabupaten Malang. Memiliki luas wilayah sekitar 2,53% atau sekitar 72,43 km<sup>2</sup>, Kecamatan Wagir memiliki banyak potensi dan menjadi daerah strategis.

Pesatnya perkembangan wilayah Kecamatan Wagir berdampak pada berkurangnya lahan pertanian yang ada. Seiring dengan pesatnya perkembangan ekonomi dan pemukiman di perkotaan, transformasi fungsi lahan di perkotaan juga mengalami kemajuan. Yang dulunya lahan pertanian sekarang menjadi pemukiman. Seiring dengan semakin berkurangnya ketersediaan lahan yang dapat digunakan di perkotaan, maka penggunaan lahan pertanian menjadi salah satu pilihan yang dapat dipilih untuk mendukung pembangunan pertanian di perkotaan (Nurjismi, 2021). Pemanfaatan galangan kapal sangat erat kaitannya dengan upaya mewujudkan ketahanan pangan di masyarakat, mulai dari skala terkecil yaitu skala rumah tangga. Salah satu metode yang tersedia saat menggunakan kebun adalah teknik pemuliaan tanaman dengan metode akuaponik.

Salah satu metode budidaya yang saat ini sedang dikembangkan adalah sistem akuaponik (Rahmanto *et al.*, 2021). Sistem akuaponik umumnya digunakan ketika mengeksploitasi lahan kecil. Pesatnya perkembangan kawasan perkotaan berdampak pada berkurangnya areal pertanian, pembangunan ekonomi dan permukiman perkotaan, sehingga menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan (Thomaier *et al.*, 2015). Area yang dulunya digunakan untuk pertanian sekarang menjadi pemukiman. Teknik aquaponik ini dapat

meminimalisir limbah nitrogen dari sisa metabolisme ikan melalui integrasi sistem produksi tanaman sayuran secara hidroponik ke dalam sistem akuakultur. Melalui teknik ini menjadikan adanya kombinasi antara tanaman dan budidaya ikan dalam satu wadah/tempat (Lennard & Goddek, 2019).

Budidaya tanaman melalui aquaponik yang dilakukan di Desa Wagir oleh tim pengabdian dari Universitas Muhammadiyah Malang menggunakan sistem NFT (*Non-Fungible Token*). Sistem NFT merupakan sistem aquaponik dengan mengalir media tanam dengan lapisan tipis air. Sistem ini juga tidak menggunakan media tanam. Akar tanaman dibiarkan menyentuh dasar tempat berdirinya tanaman lalu dialiri air. Air yang mengalir tidak boleh tergenang, harus selalu mengalir cepat membentuk lapisan tipis.

Penggunaan sistem *aquaponic* terdapat bagian terpenting untuk menjaga kadar oksigen dalam air yaitu aerator. Tanpa adanya aerasi yang baik, tanaman dan ikan akan rentan mengalami kematian. Alur air yang digunakan dalam *aquaponics* adalah air kolam yang disaring oleh media tanam dan tanaman yang tumbuh di atasnya. Tetapi sisa makanan dan kotoran yang menumpuk di dasar kolam juga harus dibersihkan. Hal ini juga harus dilakukan terutama pada kolam yang berukuran kecil.

Pada penerapan budidaya tanaman melalui *aquaponic* ini masyarakat terlibat aktif dalam proses pembuatan, penanaman dan proses pengelolaan budidaya ini. Dalam proses pembuatan masyarakat dididikasi alat dan bahan yang biasa digunakan dalam sistem *aquaponics*. Hal ini bertujuan agar dalam berjalannya budidaya ini masyarakat dapat mendesiminasikan produk secara tepat. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan tersebut, sebagai berikut.

#### 1. Bibit Ikan

Penggunaan bibit ikan ini sebagai sumber protein hewani yang sisa makanan atau kotorannya akan dimanfaatkan oleh tanaman. Ikan adalah kunci dari sistem *akuaponik*. Ikan menyediakan tanaman dengan hampir semua nutrisi. Ada banyak jenis ikan yang dapat digunakan dalam sistem akuaponik. Jenis ikan ini tergantung pada iklim setempat dan spesies yang tersedia di pasar.

#### 2. Bibit Tanaman

Bibit tanaman pada sistem *akuaponik* tidak berbeda jauh dari bibit tanaman yang digunakan dalam sistem *hidroponik*. Sistem ini menggunakan bibit yang terlebih dahulu disemai pada suatu wadah dan dipindahkan ke perangkat atau sistem *akuaponik* setelah bibit

tanaman tumbuh dan memiliki akar serta daun sejati. Dalam memilih bibit tanaman perlu diperhatikan.

### 3. Media Tanam dan Wadah Tanam

Penggunaan sistem *aquaponics* ini dibutuhkan perangkat yang tersusun dengan baik. Tanaman biasanya ditanam di atas kolam dan wadah penampung air. Pot jaring atau botol atau toples air mineral berlubang juga dapat menggantikan wadah tanaman umum dalam sistem *aquaponik*. Wadah tanaman nantinya akan dibangun di atas kolam ikan dan ditempatkan di pipa PVC berlubang. Media tanam yang dapat digunakan untuk menopang tanaman dalam metode *aquaponik* sama dengan media *hidroponik* seperti *rockwool*, *gravel*, dan *hydroton*.

### 4. Wadah Pemeliharaan Ikan

Wadah atau tempat pemeliharaan ikan atau kolam ikan adalah hal yang penting dalam sistem *aquaponics*. Kolam ikan ini digunakan untuk menampung ikan sekaligus air yang digunakan untuk mengalirkan air ke tanaman. Kolam ikan dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan atau kondisi lingkungan dan luas lahan. Kola mini juga akan mempengaruhi panjang pipa PVC atau tempat/wadah tanaman yang akan digunakan untuk budidaya tanaman.

### 5. Suplemen Ikan dan Kolam

Meskipun penggunaan sistem *aquaponik* ini memerlukan pupuk atau nutrisi seperti pada sistem atau metode tanam *hidroponik*, suplemen ikan dapat diberikan untuk menambah nutrisinya dan juga untuk meningkatkan kualitas air pada kolam agar pertumbuhan ikan maksimal.

### 6. Aerator dan Pompa

Pompa jet diperlukan untuk menghilangkan air dan nutrisi terlarut dari kolam ikan. Air yang dipompakan ke pipa di bagian atas kolam melewati pipa dan menyentuh akar tanaman, menyuburkan tanaman, dan menyaring kotoran di dalam air sehingga bisa dikembalikan ke kolam dalam keadaan bersih. meningkatkan kadar oksigen dalam air yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Aerator adalah sebuah alat penghasil gelembung udara yang fungsi utamanya adalah menghasilkan tambahan oksigen. Prinsip kerja alat ini adalah membuat permukaan air sebanyak mungkin bersentuhan dengan udara. Tujuannya agar oksigen dalam air itu cukup dan gas serta zat yang biasanya menimbulkan bau busuk dapat terusir dari air.

### 7. Timer

Pengatur waktu untuk mengatur siklus air pada tanaman dan tambak, petani biasanya membutuhkan pengatur waktu ini untuk mengontrol kapan air mengalir dan di saring untuk memberikan nutrisi pada tanaman.

Alat dan bahan tersebut biasa digunakan dalam budidaya tanaman dengan sistem *aquaponics*. Sistem ini sangat mudah dirakit, dengan alat dan bahan yang mudah diperoleh. Sistem ini memadukan budidaya ikan dengan tanaman dan memiliki banyak kelebihan yang ditawarkan. Sebelum memulai proses penanaman atau budidaya mitra perlu dibekali implementasi budidaya dengan Sistem *aquaponics* dengan tepat. Berikut tahapan dalam budidaya tanaman dengan dengan sistem *aquaponics* sederhana.

Pertama, menentukan lahan yang akan digunakan dalam sistem *aquaponics*. Penentuan luas lahan yang digunakan mempengaruhi jumlah ikan yang akan dibudidaya, jumlah tanaman dan volume air yang nantinya diperlukan dalam menjalankan sistem ini. Dalam implementasi di Desa Parangargo Kecamatan Wagir ini menggunakan kolam terpal bundar dengan diameter 2 meter. Kedua, menentukan jenis ikan, pemilihan jenis ikan akan mempengaruhi pada jumlah ikan tersebut. Jumlah ikan yang ada pada wadah penampung juga akan sekaligus berdampak pada nutrisi atau pakan ikan yang digunakan. Beberapa jenis ikan yang biasa dibudidaya antara lain ikan lele. Ketiga yaitu menentukan wadah penampung ikan, Kondisi di desa mitra, wadah penampung ikan menggunakan kolam terpal bundar dengan diameter 2 meter. Kolam tersebut juga mendapat cukup sinar matahari. Sehingga sangat cocok untuk dilakukan budidaya *aquaponics*. Selanjutnya yang keempat, menentukan jenis dan jumlah tanaman yang akan dibudidaya. *Aquaponic* tidak memanfaatkan air tanah untuk mendapatkan nutrisi. Zat gizi yang diperlukan oleh tanaman didapatkan di air, yang dialirkan dari kolam menuju akar tanaman.

### E. Kesimpulan

Rata-rata konsumsi sayur penduduk Indonesia juga masih rendah. Kabupaten Malang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur dengan potensi sektor pertanian dan perikanan budidaya yang sangat besar. Selain memiliki potensi perikanan, kabupaten Malang juga memiliki potensi untuk budidaya sayuran. Pengembangan keanekaragaman dan tingginya daya dukung lahan, sangat berpotensi dalam peningkatan sektor ekonomi bagi masyarakat Kabupaten Malang. Seiring dengan perkembangan pembangunan pemukiman

penduduk, lahan untuk budidaya ikan maupun berkebun semakin terbatas. Jumlah populasi penduduk meningkat dan permintaan kebutuhan nabati dan hewani juga turut meningkat. Metode pertanian tradisional yang diterapkan di desa tersebut membutuhkan ruang, waktu dan tenaga yang sangat besar. Aquaponik merupakan sstem budidaya produksi pangan yang merupakan kombinasi dari akualutur dan hidroponik. Budidaya tanaman melalui aquaponik yang dilakukan di Desa Wagir oleh tim pengabdian dari Universitas Muhammadiyah Malang menggunakan sistem NFT (*Non-Fungible Token*). Sistem NFT merupakan sistem aquaponik dengan mengaliri media tanam dengan lapisan tipis air. Sistem ini juga tidak menggunakan media tanam. Akar tanaman dibiarkan menyentuk dasar tempat berdirinya tanaman lalu dialiri air. Air yang mengalir tidak boleh tergenang, harus selalu mengalir cepat membentuk lapisan tipis. Pada penerapan budidaya tanaman melalui aquaponic ini masyarakat terlibat aktif dalam proses pembuatan, penanaman dan proses pengelolaan budidaya ini. Dalam proses pembuatan masyarakat diedukasi alat dan bahan yang biasa digunakan dalam sistem aquaponics. Hal ini bertujuan agar dalam berjalannya budidaya ini masyarakat dapat mendesiminasikan produk secara tepat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Clark, M. J., & Slavin, J. L. (2013). The effect of fiber on satiety and food intake: a systematic review. *Journal of the American College of Nutrition*, 32(3), 200–211.
- Greenfeld, A., Becker, N., McIlwain, J., Fotedar, R., & Bornman, J. F. (2019). Economically viable aquaponics? Identifying the gap between potential and current uncertainties. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 848–862.
- Irfayanti, D., & Ningsih, P. W. (2021). Kemandirian Pangan dengan Pembuatan Budikdamber (Budidaya Ikan dalam Ember) di Kecamatan Telanaipura Kota Jambi. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 1(4), 350–355.
- Khaoula, T., Abdelouahid, R. A., Ezzahoui, I., & Marzak, A. (2021). Architecture design of monitoring and controlling of IoT-based aquaponics system powered by solar energy. *Procedia Computer Science*, 191, 493–498.
- Körner, O., Gutzmann, E., & Kledal, P. R. (2015). A dynamic model simulating the symbiotic effects in aquaponic systems. *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses-GreenSys2015 1170*, 309–316.
- Kurniawan, H., Nursandi, J., & Widyawati, D. K. (2020). Upaya meningkatkan Pendidikan masyarakat melalui budikdamber dengan aquaponik di lahan sempit. *Sarwahita*, 17(02), 112–126.

- Kyaw, T. Y., & Ng, A. K. (2017). Smart aquaponics system for urban farming. *Energy Procedia*, 143, 342–347.
- Latuconsina, Z. M. Y. (2017). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia Kabupaten Malang berbasis pendekatan perwilayahan dan regresi panel. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah Dan Perdesaan)*, 1(2), 202–216.
- Lennard, W., & Goddek, S. (2019). Aquaponics: the basics. *Aquaponics Food Production Systems*, 113–143.
- Nurjasmi, R. (2021). Potensi Pengembangan Pertanian Perkotaan oleh Lanjut Usia untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(1), 11–28.
- Prihatiningsih, N., Minarni, E. W., & Nurtiati, N. (2020). Sayuran Organik Sistem Vertikultur Aquaponik Sebagai Pemanfaatan Lahan Pekarangan. *Dimas Budi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Setia Budi*, 4(1), 11–19.
- Purwantini, T. B., Saptana, S., & Suharyono, S. (2012). *Program kawasan rumah pangan lestari (KRPL) di Kabupaten Pacitan: analisis dampak dan antisipasi ke depan*.
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1–6.
- Scabra, A. R., Wahyudi, R., & Rozi, F. (2021). Introduksi Teknologi Budikdamber Di Desa Gondang Kabupaten Lombok Utara. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 1(2), 171–179.
- Setijawan, A., Purwanto, H., & Muslikah, S. (2020). Potensi Penggunaan Air Permukaan Dalam Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Pandanrejo Kecamatan Wagir. *Prosiding SEMSINA*, 1–8.
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U. B., & Sawicka, M. (2015). Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 43–54.
- Virgantari, F., Koeshendrajana, S., Arthatiani, F. Y., Faridhan, Y. E., & Wihartiko, F. D. (2022). Pemetaan Tingkat Konsumsi Ikan Rumah Tangga di Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 17(1), 97–104.