



## Reaktivasi Akuaponik Untuk Ketahanan Pangan Berbasis Rumah Tangga Di Kelurahan Kandri Kecamatan Gunungpati Semarang

### *Aquaponics Reactivation For Food Sustainability Based On Household In Kandri Village, Gunungpati Sub-District, Semarang*

Anityas Dian Susanti<sup>1</sup>, Mutiawati Mandaka<sup>2</sup>, Sharfina Bella Pahleva Wahyono<sup>3</sup>,  
Gatoet Wardianto<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Universitas Pandanaran, Semarang

\*Korespondensi penulis : [mutia.mandaka@unpand.ac.id](mailto:mutia.mandaka@unpand.ac.id)

#### Article History:

Received: Februari 29, 2024

Revised: Maret 24, 2024

Accepted: Maret 31, 2024

**Keywords:** Aquaponics, Food Security, Thematic Villages, Kelurahan Kandri

**Abstract:** *Aquaponics, as a sustainable agriculture system that combines aquaculture and hydroponics, has become an attractive alternative to growing fish and plants in one container. One example of the implementation of this system is in Kandri Village, Gunungpati Subdistrict, Semarang City, where a thematic village is implementing this concept. The community service effort in the village aims to revive the existing aquaponic system and invite residents to participate in preserving this system so that it can be utilised as a local food source. The community service activities were conducted through a participatory method involving socialisation activities and educational approaches. The goal was to empower the community in terms of sustainability of the aquaponic system. Through this approach, it is expected that the community can understand and practice the basic concepts needed to maintain the sustainability of the system. The impact of this service activity is the return of aquaponic system activities in Kandri Village. This is an important step in maintaining local food security in the area. By reviving this system, the community can utilise the results as a sustainable and environmentally friendly source of additional food. Thus, this community service activity not only provides practical benefits in terms of food fulfilment, but also empowers the community to become more sustainable and environmentally friendly.*

#### Abstrak

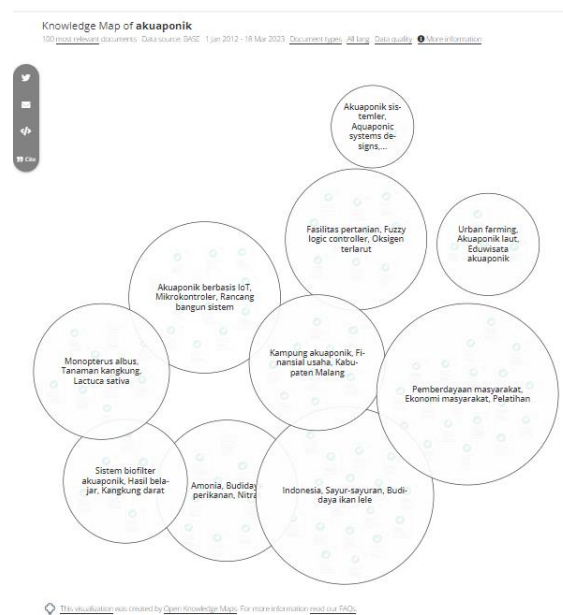
Akuaponik, sebagai sistem pertanian berkelanjutan yang menggabungkan akuakultur dan hidroponik, telah menjadi alternatif yang menarik dalam budidaya ikan dan tanaman dalam satu wadah. Salah satu contoh implementasi sistem ini terjadi di Kelurahan Kandri, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, di mana sebuah kampung tematik menerapkan konsep ini. Upaya pengabdian kepada masyarakat di kampung tersebut bertujuan untuk menghidupkan kembali sistem akuaponik yang telah ada serta mengajak warga untuk turut serta dalam melestarikan sistem ini agar dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan lokal. Kegiatan pengabdian tersebut dilakukan melalui metode partisipatif yang melibatkan aktifitas sosialisasi dan pendekatan edukatif. Tujuannya adalah untuk memberdayakan masyarakat dalam hal keberlanjutan sistem akuaponik. Melalui pendekatan ini, diharapkan masyarakat dapat memahami dan mempraktikkan konsep-konsep dasar yang diperlukan untuk menjaga keberlanjutan sistem tersebut. Dampak dari kegiatan pengabdian ini adalah kembalinya aktivitas sistem akuaponik di Kelurahan Kandri. Hal ini merupakan langkah penting dalam menjaga ketahanan pangan lokal di wilayah tersebut. Dengan menghidupkan kembali sistem ini, masyarakat dapat memanfaatkan hasilnya sebagai sumber pangan tambahan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan demikian, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini tidak hanya memberikan manfaat praktis dalam hal pemenuhan pangan, tetapi juga memberdayakan masyarakat untuk menjadi lebih berperan dalam menjaga lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam.

**Kata Kunci:** Akuaponik, Ketahanan pangan, Kampung tematik, Kelurahan Kandri.

\* Mutiawati Mandaka, [mutia.mandaka@unpand.ac.id](mailto:mutia.mandaka@unpand.ac.id)

## PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya populasi di daerah perkotaan, kebutuhan akan pangan juga meningkat secara sejajar, namun produksi pangan tidak mengikuti peningkatan tersebut. Hal ini disebabkan oleh menyusutnya lahan pertanian akibat pembangunan dan berkurangnya minat masyarakat terhadap pertanian. Dalam menghadapi fenomena ini, dimungkinkan untuk memanfaatkan lahan terbatas di rumah tangga guna memenuhi kebutuhan pangan keluarga. Ada banyak teknik yang dapat diterapkan dalam pemanfaatan lahan sempit, salah satunya adalah melalui metode akuaponik. Akuaponik adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan akuakultur dengan hidroponik, memberikan kemungkinan untuk membudidayakan ikan dan tanaman dalam satu wadah yang berinteraksi secara simbiotik (Kusnadi, 2022). Penelitian sebelumnya telah banyak mengulas tentang akuaponik. Melalui pencarian menggunakan *openknowledgemaps* dengan kata kunci "akuaponik" dari tahun 2012 hingga 2023, tergambarlah peta riset sebagai berikut:



**Gambar 1. Peta penelitian “akuaponik” dari tahun 2012-2023**

Sumber: *openknowledgemaps*

Akuaponik telah menjadi perbincangan penting dalam konteks kemandirian dan ketahanan pangan, yang dibahas selama pandemi COVID-19 (Setiyaningsih et al., 2020). Hal ini juga menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan di beberapa lokasi seperti Mangkangkulon Semarang (Suru et al., 2021), Kabupaten Kampar (Sinaga et al., 2023), Labuhbaru (Putri et al., 2021), dan Balikpapan (Apriani et al., 2022). Menurut Syajar (2020), ada beberapa jenis tanaman yang cocok untuk ditanam dalam sistem akuaponik di dalam

ruangan, seperti bayam merah, kangkung, terong, timun, selada, cabai, tomat, dan melon. Pentingnya kualitas air dalam sistem akuaponik juga telah ditekankan oleh beberapa penelitian (Farida et al., 2017). Begitu pula dengan pengendalian kadar oksigen dalam budidaya akuaponik (Riolly Cahyantara & Cordova, 2017), serta sistem kontrol dan pemantauan (Rahayu et al., 2018), yang telah menjadi topik penelitian terdahulu. Bahkan, untuk meningkatkan efektivitasnya, telah dirancang fasilitas-fasilitas wisata akuaponik di Denpasar (Aldo & Asri, 2018) dan Surabaya (Fernando & Irwan, 2021; Jennifer & Mintorogo, 2019; Kusumo & Widigdo, 2018) guna mendukung keberlanjutan praktik akuaponik. Sosialisasi dan pelatihan juga telah membahas peran akuaponik dalam mendukung ketahanan pangan, seperti di Kabupaten Pandeglang (Khastini et al., 2019), melalui media sosial (Imaddudin et al., 2021), serta pemasaran hasilnya secara digital di Desa Bontominasa, Kecamatan Bulukumpa (Bahri et al., 2022). Namun, belum ada penelitian yang secara khusus membahas reaktivasi akuaponik sebagai upaya meningkatkan ketahanan pangan berbasis rumah tangga.

Di Kota Semarang, terdapat sebuah kampung tematik yang terkenal sebagai destinasi wisata edukasi, yaitu Kampung Tematik Akuaponik Kandri, yang terletak di Kelurahan Kandri, Gunung Pati Kota Semarang. Sebelumnya, kampung di Kelurahan Kandri tersebut telah memiliki sistem akuaponik, namun dalam beberapa waktu terakhir, sistem tersebut tidak berfungsi dengan baik karena berbagai kendala yang ada. Untuk meningkatkan efektivitas dan melakukan sosialisasi tentang sistem akuaponik sebagai langkah untuk menjaga ketahanan pangan berbasis rumah tangga di Kelurahan Kandri, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang, dalam proyek pengabdian kepada masyarakat kali ini bertujuan untuk membantu mengaktifkan kembali sistem akuaponik yang sudah ada di Kampung Tematik Akuaponik Kandri agar dapat dimanfaatkan oleh warga Kelurahan Kandri.

## **LANDASAN TEORI**

### **Akuaponik**

Akuaponik adalah suatu sistem di mana pemeliharaan hewan air digabungkan dengan pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik, menciptakan lingkungan yang saling mendukung dan menguntungkan (Kusnadi, 2022). Menurut Masduki (2017), dalam praktek akuakultur konvensional, limbah dari hewan yang dipelihara dapat mengakumulasi di dalam air dan meningkatkan tingkat toksisitasnya jika tidak dibuang. Namun, dalam akuaponik, limbah dari hewan disalurkan ke tanaman sehingga dapat diuraikan menjadi Nitrat dan Nitrit melalui Siklus Nitrogen, dan kemudian digunakan oleh tanaman sebagai sumber nutrisi. Air kemudian kembali disirkulasikan ke dalam sistem akuakultur.

Berikut 12 kriteria standar produksi akuaponik menurut ICERT (2022), antara lain:

1. Sistem Desain Dan Komponen Akuaponik
2. Bahan Untuk Sistem Komponen Utama Akuaponik Dan Media Pertumbuhan/Penyangga Akar
3. Sumber Air
4. Monitoring
5. Input Untuk Pengaturan Ph
6. Penggunaan Air Dan Pembuangan Air Limbah
7. Manajemen Produksi Tanaman
8. Manajemen Perikanan
9. Lokasi Dan Area Penyangga
10. Energi
11. Penanganan, Pengangkutan, Penyimpanan dan Pengemasan
12. Persyaratan Manajemen
13. Dokumentasi dan Ketelusuran Produk
14. Penggunaan Tanda Kesesuaian.

### **Ketahanan Pangan**

Pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup umat manusia. Jika kebutuhan pangan manusia terganggu, dapat mengganggu kualitas serta kesejahteraan bagi masyarakat. Menurut Undang-Undang No 18 Tahun 2012 tentang pangan, ketahanan pangan merupakan kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan.

Menurut Chairani, et.al (2020) dalam mewujudkan ketahanan pangan yang berkelanjutan, terdapat beberapa tantangan ataupun hambatan yang akan di hadapi, antara lain:

1. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi.
2. Luas lahan pertanian yang semakin berkurang dari waktu ke waktu.
3. Pemenuhan komoditas pangan strategis yang masih bergantung dari ekspor.

Sedangkan menurut Suryana (2014) sistem ketahanan pangan terdiri dari tiga subsistem, yaitu ketersediaan, keterjangkauan dan pemanfaatan pangan serta berbagai parameter yang dapat dipakai untuk mengukur kinerja ketahanan pangan.

## METODE

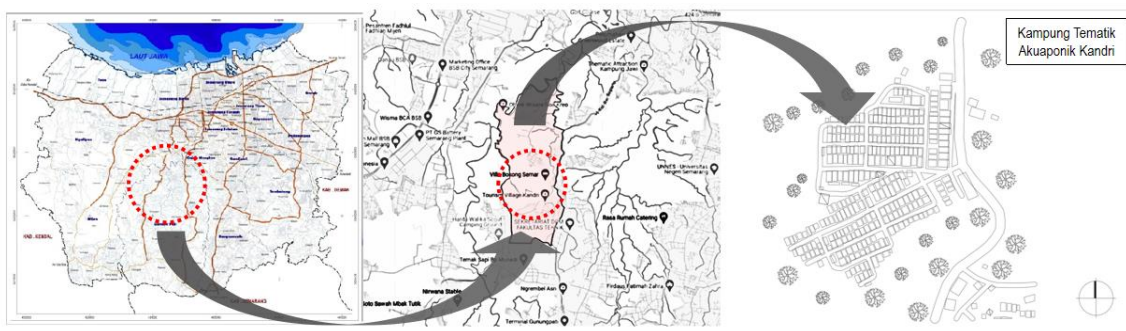
Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam merekativasi akuaponik di Kelurahan Kandri menggunakan metode partisipatif dan pendekatan secara edukatif yang dilaksanakan pada bulan Januari – Februari 2024 di Kelurahan Kandri, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang. Metode partisipatif merupakan salah satu metode observasi yang melibatkan pengamat dalam berpartisipasi dalam aktivitas yang dilakukan oleh sumber data (Sugiyono, 2013). Selain dengan pendekatan partisipatif, metode lain yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan secara edukatif yaitu berupa sosialisasi yang bertujuan untuk mengedukasi warga terkait manfaat dan pelestarian akuaponik serta pemanfaatan siklus pengairan akuaponik dengan melakukan ternak ikan.

## HASIL

Kelurahan Kandri merupakan kelurahan yang terletak di Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah dengan luas wilayah  $\pm 319.640$  Ha dengan peruntukan wilayah sebagai tanah sawah  $\pm 97.622$  Ha, sebagai tanah pekarangan/bangunan dengan luas  $\pm 221.368$  Ha, dan sisanya dimanfaatkan sebagai tanah keperluan fasilitas umum dengan luas  $\pm 650$  Ha.

Kelurahan Kandri memiliki batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Barat : Kelurahan Jatirejo
- Sebelah Utara : Kelurahan Sadeng
- Sebelah Timur : Kelurahan Nongkosawit & Pongangan
- Sebelah Selatan : Kelurahan Cepoko



**Gambar 1. Lokasi Kampung Tematik Akuaponik Kandri**

Sumber: Diolah Penulis dari *google maps*, 2024

Sebagai sebuah kampung tematik akuaponik, Kampung Kandri sebelumnya telah memiliki sistem akuaponik. Namun, ada beberapa hambatan yang menghambat kinerja sistem tersebut, seperti perawatan yang kurang untuk media tumbuh, hasil yang belum optimal, dan

kesadaran masyarakat di Kelurahan Kandri yang masih terbatas.

Dalam rangka pengabdian kepada masyarakat, tujuan utamanya adalah memberikan solusi terhadap beberapa masalah terkait sistem akuaponik di Kampung Kandri. Salah satunya adalah dengan berpartisipasi dalam mereaktivasi sistem tersebut dan memberikan sosialisasi kepada warga.

Kegiatan reaktivasi sistem akuaponik di Kelurahan Kandri dilakukan mulai tanggal 4 Februari 2024 hingga selesai, dengan fokus lokasi di RT 9 RW 4. Salah satu masalah utama yang menyebabkan sistem akuaponik tidak berfungsi secara maksimal di Kelurahan Kandri adalah masalah pada pompa air. Oleh karena itu, beberapa peralatan diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut, termasuk:

1. Mesin pompa air
2. Bibit tumbuhan (mint, sawi, cabai, kangkung, dll)
3. Arang sekam
4. Benih ikan (nila, lele, ikan mas, dll)
5. Pipa peralon
6. Tong plastik

Langkah awal yang diambil adalah membersihkan semua bagian dari sistem akuaponik yang telah tidak aktif selama waktu yang cukup lama. Setelah itu, dilakukan penataan ulang pada seluruh instalasi akuaponik, termasuk rak tanaman, kolam ikan, mesin pompa air, sistem penyaringan, tangki penampungan air, dan jaringan pipa yang menghubungkan semua komponen. Khusus untuk mesin pompa air, mesin yang lama diganti dengan yang baru karena mengalami beberapa masalah teknis.



**Gambar 2. Penataan Ulang Instalasi Akuaponik**

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024



**Gambar 3. Membersihkan Kolam Akuaponik**

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024

Pentingnya sistem sirkulasi air dan proses penyaringan dalam akuaponik tidak bisa diabaikan karena ini akan memengaruhi kualitas air yang bersih dan mendukung pertumbuhan tanaman di atasnya. Setelah instalasi terpasang dengan baik, langkah berikutnya adalah menanam bibit tanaman seperti mint, kangkung, sawi, cabai, dan lainnya dalam gelas-gelas plastik sebagai tempat penanamannya. Setiap bibit tanaman kemudian diletakkan secara berurutan di dalam gelas plastik yang sudah diisi dengan arang sekam dan media tanam lainnya.



**Gambar 4. Bibit Tanaman untuk Akuaponik**

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024

Setelah selesai memasang sistem akuaponik dan melakukan pembibitan tanaman, langkah berikutnya adalah menyiapkan air kolam dengan menaburkan urea dan diamkan selama sekitar tujuh hari. Tujuannya adalah untuk menciptakan pakan alami dan ekosistem bagi ikan yang berada dalam kolam tersebut. Setelah itu, dilakukan pemindahan ikan ke dalam kolam dan

bibit tanaman yang telah disiapkan dipindahkan ke rak tanaman yang telah dipersiapkan dari pipa peralon. Setelah semua langkah tersebut diselesaikan, sistem akuaponik di Kelurahan Kandri siap digunakan. Namun, perlu diingat bahwa sistem ini membutuhkan pemeliharaan yang baik agar dapat menghasilkan ikan dan tanaman yang berkualitas. Pengontrolan sirkulasi air dan sistem penyaringan juga perlu dilakukan secara teratur untuk memastikan kinerjanya berjalan lancar.



**Gambar 5. Proses Pembibitan Tanaman di Media Tanam**

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024



**Gambar 6. Sistem Akuaponik di Kelurahan Kandri**

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024





**Gambar 7. Sosialisasi Akuaponik di Kelurahan Kandri**

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024

Sebagai penutup dari sosialisasi akuaponik di Kelurahan Kandri, diharapkan informasi dan pelatihan yang telah disampaikan dapat memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat. Komitmen untuk terus mendukung dan memfasilitasi penggunaan sistem akuaponik sebagai salah satu solusi dalam menjaga ketahanan pangan berbasis rumah tangga di lingkungan Kelurahan Kandri. Dengan kolaborasi dan partisipasi aktif dari seluruh warga, diharapkan bahwa sistem akuaponik akan menjadi salah satu aset yang berharga dalam meningkatkan kesejahteraan dan keberlanjutan lingkungan di Kelurahan Kandri.

## **KESIMPULAN**

### **Simpulan**

Melalui proyek Pengabdian kepada Masyarakat di Kelurahan Kandri, terutama di Kampung Tematik Akuaponik Kandri, telah ditemukan beberapa solusi terhadap masalah yang terjadi dalam sistem akuaponik yang tidak berjalan dengan baik. Solusi-solusi tersebut meliputi penataan ulang sistem akuaponik yang sudah ada, penggantian pompa, pembibitan ulang tanaman, dan penambahan bibit ikan untuk budidaya. Dengan penerapan sistem akuaponik yang merupakan pilihan yang tepat untuk memanfaatkan lahan sempit, khususnya di lingkungan perkotaan, masyarakat dapat meraih manfaat ganda dari praktik ini, yaitu budidaya ikan dan tanaman secara bersamaan.

### **Rekomendasi**

Berikut adalah beberapa saran atau rekomendasi terkait penelitian akuaponik di Kelurahan Kandri: untuk penelitian selanjutnya melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitas dan keberlanjutan sistem akuaponik di Kelurahan Kandri. Penelitian ini dapat mencakup aspek-aspek seperti produktivitas tanaman dan ikan, kualitas air, efisiensi

sumber daya, dan dampaknya terhadap ekonomi dan lingkungan. Menerapkan sistem monitoring dan evaluasi berkelanjutan untuk memantau kinerja sistem akuaponik dari waktu ke waktu. Hal ini penting untuk mengidentifikasi potensi masalah dan melakukan perbaikan yang diperlukan secara tepat waktu. Mendorong pengembangan kebijakan lokal yang mendukung pertanian akuaponik di Kelurahan Kandri, seperti insentif pajak atau bantuan teknis bagi warga yang tertarik untuk menerapkan sistem ini. Dengan menerapkan saran-saran tersebut, diharapkan penelitian akuaponik di Kelurahan Kandri dapat menjadi contoh yang sukses dalam memanfaatkan sumber daya lokal untuk meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan.

### **PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS**

Kami mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Pandanaran, Lurah Kandri, tim pelaksana, mitra, relawan, dan masyarakat Kandri atas dukungan dalam program "Reaktivasi Akuaponik untuk Ketahanan Pangan Berbasis Rumah Tangga". Kontribusi semua pihak telah sukses membangun kemandirian pangan.

### **DAFTAR REFERENSI**

- Aldo, Y., & Asri, A. (2018). *Fasilitas Eduwisata Akuaponik di Denpasar*. VI(1), 665–672.
- Apriani, D. W., Dewi, T. R., Putri, A. P., & Inri, M. (2022). *Pemanfaatan Lahan Pekarangan Sempit Dengan Teknologi Akuaponik Pada Masyarakat Balikpapan*. 2(3), 194–202.
- Bahri, A., Ashar, J. R., Husain, T. K., Hamdillah, A., & Farhanah, A. (2022). *PELATIHAN AKUAPONIK DAN MINIPADI SERTA PEMASARAN DIGITAL DI DESA BONTOMINASA KECAMATAN BULUKUMPA*. 3(3).
- Chaireni, et al. (2020). Ketahanan Pangan Berkelanjutan. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 2(23), 32.
- Farida, N. F., Abdullah, S. H., & Priyati, A. (2017). Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 5(2), 385–394.
- Fernando, M., & Irwan, I. (2021). *Fasilitas Wisata Edukasi Akuaponik di Surabaya*. IX(1), 161–168.
- ICERT. (2022). *Standar Sistem Produksi Akuaponik*. PT ICERT AGRITAMA INTERNASIONAL.
- Imaddudin, M., Nailufa, L. E., Diana, A. R., Indah, N., Fitriana, I., Laila, A. N., & Alaudin, M. (2021). *Sosialisasi potensi akuaponik dengan memanfaatkan pekarangan rumah melalui media sosial*. 04(05), 486–494.

- Jennifer, & Mintonogo, D. (2019). *Fasilitas Wisata Akuaponik Laut di Kenjeran*. VII(1), 201–208.
- Khastini, R. O., Munandar, A., Biologi, J. P., Sultan, U., Tirtayasa, A., Perikanan, J., Pertanian, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2019). PELATIHAN TEKNOLOGI AKUAPONIK SEBAGAI SOLUSI PENDUKUNG KETAHANAN PANGAN DESA BABADSARI, KABUPATEN PANDEGLANG, BANTEN. *Jurnal Pengabdian Dinamika*, 1(6), 40–50.
- Kusnadi, et. al. (2022). PENERAPAN AKUAPONIK UNTUK MENJAGA KETAHANAN PANGAN DI DESA CIOMAS KABUPATEN BOGOR. *Indonesian Collaboration Journal of Community Services*, 2(2), 80–85.
- Kusumo, D. R., & Widigdo, W. (2018). *FASILITAS URBAN FARMING AKUAPONIK DI SURABAYA*. VI(1), 745–752.
- Masduki, A. (2017). Hidroponik sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Sempit di Dusun Randubelang, Bangunharjo, Sewon, Bantul. *Jurnal Pemberdayaan*, 1(2), 185–190.
- Putri, D. M., Tihanum, D., Dwindi, D. A., & Anika, H. J. (2021). *Akuaponik sebagai sarana pemberdayaan masyarakat labuhbaru barat dalam konsep urban farming*. 17(2), 269–278.
- Rahayu, N., Utami, W. S., Razabi, M. M., & Uno, A. (2018). *RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN PEMANTAUAN AQUAPONIC BERBASIS IoT PADA KELURAHAN KUTAJAYA*. 4(2), 192–201.
- Riolly Cahyantara, A., & Cordova, H. (2017). Rancang Bangun Sistem Pengendali Kadar Oksigen Terlarut dengan Algoritma Fuzzy Logic Controller pada Budidaya Akuaponik. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 1–5.
- Setiyaningsih, D., Bahar, H., Aulia, R., Al-mas, A., & Selatan, K. T. (2020). *STRATEGI DALAM MEMPERKUAT KETAHANAN PANGAN DI TENGAH PANDEMI COVID-19*.
- Sinaga, E. E., Purba, D. A., & Yuliana, N. (2023). PENGUATAN KETAHANAN PANGAN MELALUI BUDIDAYA AKUAPONIK DI DESA RIMBO PANJANG KABUPATEN KAMPAR. *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1).
- Sugiyono, P. D. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Suru, M. A., Ulwiyah, Saadah, U., Rahmatika, S. D., & Rusmadi. (2021). Akuaponik untuk kemandirian dan ketahanan pangan di Pesantren Al Ishlah Mangkangkulon Semarang. *Indonesian Journal of Community Service*, 1(3), 606–613.
- Suryana, A. (2014). Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penangannya. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 32(2), 123–135.
- Syajar, T. (2020). *Media Tanam Akuaponik Dalam Ruang*. 9(1).