

Penggunaan Sistem Hidroponik sebagai Alternatif Optimalisasi Budidaya Sayuran Organik: Studi Kasus Desa Tanjung Hutan

Zulgani¹, Dwi Hastuti^{2*}, Junaidi³, Parmadi⁴, Rafiqi⁵, Hardiani⁶

^{1,2,3,4,5,6}) Prodi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jambi

Diterima: 14-11-2023	Direvisi: 23-11-2023	Disetujui: 30-11-2023	Dipublikasi: 01-12-2023
----------------------	----------------------	-----------------------	-------------------------

Abstract

This article aims to introduce and promote hydroponics as an alternative for optimizing organic vegetable cultivation. The hydroponic use has several objectives, namely: 1) Achieving optimal growth and harvest results for organic vegetables, 2) Advocating hydroponics as an alternative method for cultivating organic vegetables with effective and environmentally friendly pest and disease control techniques, 3) Developing efficient water and energy management techniques, such as implementing water recycling systems and energy-saving technologies, 4) Establishing empowerment programs that provide knowledge and skills related to organic hydroponic cultivation, covering technical, managerial, and sustainability aspects. With the implementation of hydroponic empowerment, it is expected that the community in Tanjung Hutan Village can increase the availability of organic vegetables, reduce dependency on synthetic chemicals, and provide economic benefits through job opportunities and new enterprises. Furthermore, optimizing organic vegetable cultivation holds significant potential in meeting the demand for high-quality and sustainable organic food.

Keywords: empowerment, hydroponics, cultivation optimization

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mendorong pemberdayaan hidroponik sebagai alternatif optimalisasi budidaya sayuran organik. Pemberdayaan hidroponik yang telah dilakukan memiliki beberapa tujuan, yaitu: 1) Pertumbuhan dan hasil panen yang optimal untuk sayuran organik, 2) Mempromosikan hidroponik sebagai alternatif budidaya sayuran organik dengan teknik pengendalian hama dan penyakit yang efektif dan ramah lingkungan, 3) Pengembangan teknik pengelolaan air dan energi yang efisien, seperti penggunaan sistem daur ulang air dan teknologi penghematan energi, 4) Pengembangan program pemberdayaan yang menyediakan pengetahuan dan keterampilan tentang budidaya hidroponik organik, termasuk aspek teknis, manajemen, dan keberlanjutan. Dengan adanya pemberdayaan hidroponik, diharapkan masyarakat Desa Tanjung Hutan dapat meningkatkan ketersediaan sayuran organik, mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintesis, serta memberikan manfaat ekonomi melalui peluang kerja dan usaha baru. Selain itu, optimalisasi budidaya sayuran organik memiliki potensi besar dalam memenuhi kebutuhan pangan organik yang berkualitas tinggi dan berkelanjutan.

Kata kunci: pemberdayaan, hidroponik, optimalisasi budidaya

Pendahuluan

Budidaya sayuran organik semakin mendapatkan perhatian yang meningkat dari masyarakat global yang semakin sadar akan pentingnya makanan sehat dan berkelanjutan. Namun, tantangan dalam memproduksi sayuran organik dengan kualitas yang tinggi dan konsisten terus ada, terutama dalam hal pengendalian lingkungan dan penggunaan sumber daya yang efisien. Dalam upaya untuk mencapai tujuan ini, penggunaan sistem hidroponik sebagai

* Penulis korespondensi
Email: dwihastuti@unja.ac.id

alternatif dalam budidaya sayuran organik telah menjadi sorotan di berbagai negara. Studi kasus lintas negara telah dilakukan untuk mengeksplorasi potensi dan efektivitas penggunaan sistem hidroponik dalam meningkatkan budidaya sayuran organik. Melalui studi kasus ini, berbagai aspek seperti hasil panen, kualitas produk, efisiensi penggunaan air dan nutrisi, serta pengendalian hama dan penyakit dievaluasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang keberhasilan dan tantangan dalam menerapkan sistem hidroponik pada budidaya sayuran organik.

Perkembangan hidroponik telah banyak diadopsi oleh negara-negara barat (Umapriya et al., 2019). Selain itu, negara-negara terkemuka dalam teknologi hidroponik adalah Belanda, Australia, Prancis, Inggris, Israel, Kanada, dan Amerika Serikat (Sharma et al., 2018). Hidroponik adalah teknik budidaya tanaman (buah, sayur, dan bunga) dengan memanfaatkan air dan tanaman tanpa tanah sebagai media tanam, dimana sistem hidroponik yang dikembangkan hingga saat ini (Alshrouf, 2017; Ampim, dkk., 2022; Emberger, 2016; Idham, dkk., 2022; Kumari, dkk., 2018; Modu, dkk., 2020; Salvi & Karwe, 2014; Szekely & Jijakli, 2022; Umapriya, dkk., 2019; Velazquez-Gonzalez, dkk., 2022; Xavier, dkk., 2019) sehingga hidroponik dianggap dapat memecahkan beberapa tantangan dalam pendekatan pertanian (Ampim, dkk., 2022; Gruda & Fernández, 2022; Velazquez-Gonzalez, dkk., 2022). Hal ini termasuk permasalahan lahan pertanian yang terus berkurang dan berdampak pada masalah bercocok tanam (Lucas Alipio, dkk., 2022; Wiyono, dkk., 2021). Hidroponik tidak membutuhkan jumlah lahan subur yang sama dengan pertanian tradisional (Dhananjani & Pakeerathan, 2023; Monsees, dkk., 2019; Sharma, dkk., 2018) dan membuat lingkungan bebas dari pencemaran (Arcas-Pilz et al., 2022; Dhananjani & Pakeerathan, 2023; Farhangi et al., 2023; Lucas Alipio et al., 2022).

Dengan memperoleh wawasan dari studi kasus lintas negara, diharapkan kita dapat melihat peluang dan tantangan dalam menerapkan sistem hidroponik dalam budidaya sayuran organik di berbagai konteks global. Hal ini akan membantu para petani, peneliti, dan pemangku kepentingan terkait untuk mengembangkan strategi dan inovasi yang lebih baik guna memperbaiki produksi sayuran organik secara berkelanjutan dan efisien di masa depan.

Budidaya sayuran organik telah menjadi fokus utama dalam upaya memenuhi kebutuhan makanan sehat dan berkelanjutan di seluruh dunia. Di Desa Tanjung Hutan, Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia, sistem hidroponik telah digunakan sebagai alternatif untuk mengoptimalkan budidaya sayuran organik. Studi kasus ini akan mengeksplorasi penggunaan sistem hidroponik di desa tersebut dan menganalisis manfaat serta tantangan yang terkait dengan penerapannya. Implementasi sayuran hidroponik ini dikembangkan dengan cara menyemai benih pada media tanam yang disebut rockwool yang dibasahi air. Kemudian, setelah benih berkecambah dalam waktu seminggu, sayuran dipindahkan ke dalam pipa hidroponik yang telah diisi air dan nutrisi (Cifuentes-Torres et al., 2021; Idham et al., 2022; Sánchez et al., 2021; Shaik et al., 2022). Hidroponik memiliki potensi dan keuntungan finansial sebagai alternatif dalam skala home industry (Bumgarner & Hochmuth, 2019; Kholis et al., 2022).

Banyaknya peralatan yang digunakan dalam sistem pertanian hidroponik menimbulkan kendala utama bagi pelaku usaha, yaitu memerlukan pengalaman dan keahlian yang tinggi. Hidroponik menuntut perhatian ekstra terhadap nutrisi, pertumbuhan tanaman, dan risiko serangan hama dan penyakit (Alshrouf, 2017; Cifuentes-Torres et al., 2021; Ferguson et al.,

2014; Pelayo Lind et al., 2021; Salvi & Karwe, 2014; Uvidia et al., 2023; Weber, 2016). Oleh karena itu, pendampingan desa sangat diperlukan sebagai implementasi hasil penyuluhan dan pelatihan (Ariana, 2018; Faizal Rachman & Suprina, 2019; Fitriani, 2019; Holik et al., 2020; Husna Nadhifah et al., 2021; Komarudin et al., 1999; Pratiwi & Cahyono, 2020; Sitimulyo et al., 2017). Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dengan memberikan pendampingan pembelajaran dan pelatihan budidaya sayuran (Arief, 2022).

Sistem hidroponik telah menjadi metode standar untuk penelitian biologi tanaman dan digunakan secara komersial dalam produksi beberapa tanaman, termasuk selada dan tomat. Dalam komunitas penelitian tanaman, berbagai sistem hidroponik dirancang untuk mempelajari respon tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik. Protokol hidroponik yang kami sajikan dapat dengan mudah diimplementasikan di laboratorium yang berminat untuk melanjutkan studi tentang nutrisi mineral tanaman. Protokol ini merinci sistem hidroponik dan persiapan bahan tanaman untuk eksperimen yang sukses. Sebagian besar bahan yang dijelaskan dapat ditemukan di luar perusahaan pemasok ilmiah, membuat pengaturan eksperimen hidroponik menjadi lebih terjangkau dan nyaman.

Desa Tanjung Hutan, dengan potensi sumber daya alam dan lahan yang terbatas, menghadapi kendala dalam memproduksi sayuran organik berkualitas tinggi. Namun, dengan menggunakan sistem hidroponik, desa ini berhasil mencapai hasil yang mengesankan dalam budidaya sayuran organik secara efisien. Studi kasus ini akan menggambarkan pendekatan yang diambil oleh petani di Desa Tanjung Hutan dalam menerapkan sistem hidroponik. Mereka menggunakan teknik rakit apung sebagai metode utama budidaya dan mengatur nutrisi dengan cermat sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, teknologi canggih seperti penggunaan sensor kelembaban tanah dan pengaturan otomatis nutrisi juga telah diterapkan untuk memastikan lingkungan tumbuh yang optimal.

Melalui penggunaan sistem hidroponik, petani di Desa Tanjung Hutan telah mencapai hasil panen yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional. Mereka juga melaporkan peningkatan kualitas sayuran organik yang dihasilkan, termasuk tekstur, rasa, dan nilai gizi yang lebih baik. Penggunaan air dan nutrisi dalam sistem hidroponik ini jauh lebih efisien dibandingkan dengan pertanian konvensional, sehingga mengurangi dampak lingkungan negatif. Melalui studi kasus ini, kita memperoleh pemahaman tentang dampak positif penggunaan sistem hidroponik sebagai alternatif budidaya sayuran organik di Desa Tanjung Hutan. Pengetahuan ini memberikan wawasan berharga bagi petani, peneliti, dan pemangku kepentingan di Provinsi Kepulauan Riau serta daerah lainnya untuk menerapkan metode hidroponik guna meningkatkan produksi sayuran organik secara berkelanjutan dan efisien.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa partisipasi aktif masyarakat sekitar Danau Tangkas dalam penerapan "Penggunaan Sistem Hidroponik Sebagai Alternatif Optimalisasi Budidaya Sayuran Organik: Studi Kasus Desa Tanjung Hutan" memiliki potensi besar dalam pemberdayaan masyarakat.

Metode Pengabdian

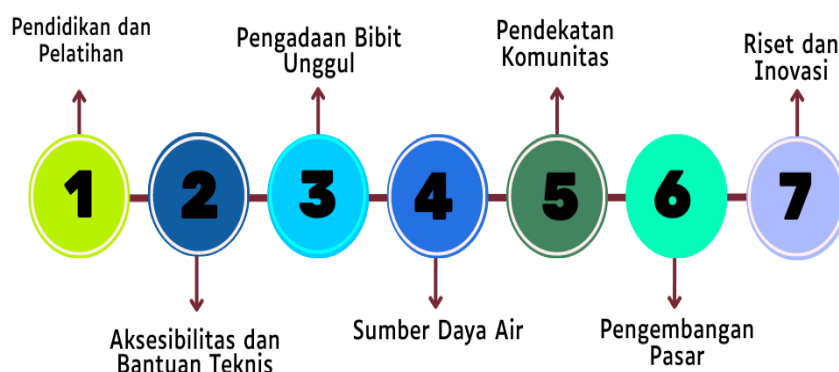
Metode dan peserta

Metode pelaksanaan skema pengabdian internasional Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis UNJA tahun 2023 dimulai dengan tahap observasi, yang terdiri dari tiga langkah utama, yaitu persiapan, observasi, dan evaluasi. Dalam tahap persiapan, dilakukan focus group discussion (FGD) bersama warga dan observasi lapangan. Metode pelaksanaan dilanjutkan dengan pembentukan kelompok, pendekatan persuasif atau ajakan, observasi potensi desa, dan evaluasi kegiatan melalui pemetaan potensi. Metode evaluasi dilaksanakan melalui diskusi dengan mitra. Hasil kegiatan ini menunjukkan peningkatan pemahaman dan kompetensi warga yang bergerak ke arah yang lebih baik (Aly et al., 2020).

Secara keseluruhan, metode penyuluhan dalam pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif dengan melibatkan demonstrasi dan praktik (Satrya et al., 2019). Pendekatan ini mengadopsi teknik yang sejalan, dengan merinci: 1) Pembangunan komunitas, 2) Persuasif/ajakan, 3) Edukatif, 4) Partisipatif, dan 5) Normatif.



Gambar 1. Metode penyuluhan pengabdian



Gambar 2. Pemberdayaan hidroponik

Pelaksanaan pengabdian

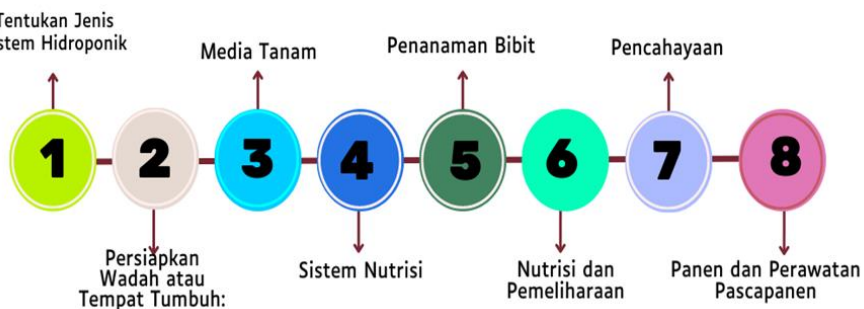
Pembangunan wilayah pedesaan bertujuan untuk meningkatkan taraf kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat melalui pengembangan kawasan potensial (Suyitman et al., 2019). Pengembangan kawasan lokal diharapkan dapat meningkatkan daya saing (Nugroho & Rusydiana, 2018). Pemberdayaan hidroponik diharapkan dapat meningkatkan produksi hasil pertanian (Hadi, 2015). Potensi sektor pertanian menjadi tantangan pasca pandemi karena banyaknya permintaan dan menjawab permasalahan keterbatasan lahan saat ini. Pelaksanaan Pengabdian Internasional ini melibatkan dosen, tim ahli pembuatan hidroponik, dan mahasiswa dalam kurun waktu kegiatan 8 (delapan) bulan.

Pada pelaksanaan tahap ke-2 (dua) pengabdian skema PPM Fakultas Ekonomi dan Bisnis UNJA Tahun 2023 terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: 1) Survei lokasi penyuluhan PPM pengabdian, 2) Negosiasi mitra atau kerjasama mitra, 3) Pendataan kelompok, 4) Penetapan izin lapangan, dan 5) Monitoring dan evaluasi kegiatan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dipetakan sebagai langkah-langkah dalam implementasi, yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Langkah implementasi

Selanjutnya, perlunya penguatan ekonomi masyarakat Desa Tanjung Hutan yang berkelanjutan dengan penerapan hidroponik dan disertai dengan adanya pendampingan berupa sentuhan teknologi serta pembinaan lanjutan agar proses produksi menjadi lebih efisien dan tepat guna. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk membuat sistem tanaman hidroponik:



Gambar 4. Membuat sistem tanaman hidroponik

Hasil dan Pembahasan

Hasil pemberdayaan sistem hidroponik sebagai alternatif optimalisasi budidaya sayuran organik memberikan dampak positif dalam berbagai aspek, membawa perubahan signifikan pada praktik budidaya konvensional. Berikut adalah beberapa hasil yang diperoleh dari implementasi sistem hidroponik:

1. **Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air:** Sistem hidroponik mengubah cara pengelolaan air dalam budidaya sayuran. Dengan menyuntikkan nutrisi langsung ke akar tanaman, sistem ini meminimalkan kebutuhan air secara keseluruhan. Efisiensi ini menjadikan sistem hidroponik sebagai solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam penggunaan sumber daya air.
2. **Pengendalian Nutrisi yang Lebih Baik:** Nutrisi tanaman dalam hidroponik dapat dikontrol dengan lebih presisi. Hal ini memungkinkan penyesuaian nutrisi sesuai kebutuhan tanaman, menghasilkan pertumbuhan dan kualitas sayuran organik yang optimal. Pengendalian yang baik juga mengurangi ketergantungan pada pestisida dan pupuk kimia, mendukung pertanian organik yang lebih bersih dan sehat.
3. **Pengurangan Penggunaan Lahan:** Sistem hidroponik memungkinkan budidaya sayuran organik di ruang yang terbatas. Dengan memanfaatkan rak atau sistem tumpangsari, lebih banyak tanaman dapat ditanam dalam area yang lebih kecil dibandingkan dengan metode konvensional di tanah. Penggunaan lahan yang efisien ini menjadi solusi relevan untuk pertanian perkotaan yang terbatas.
4. **Pengendalian Hama dan Penyakit:** Lingkungan terkendali dalam sistem hidroponik, bersamaan dengan penggunaan media tanam steril, mengurangi risiko serangan hama dan penyakit. Pembudidayaan tanaman terpisah satu sama lain juga membantu meminimalkan penyebaran penyakit antartanaman, menciptakan lingkungan yang lebih sehat.
5. **Peningkatan Produktivitas dan Hasil Panen:** Nutrisi yang langsung tersedia dan lingkungan terkendali dalam hidroponik mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan produktif. Dengan pengaturan yang baik, sistem hidroponik dapat menghasilkan panen yang lebih tinggi, memberikan peluang ekonomi yang lebih baik bagi para petani dan produsen sayuran organik.
6. **Pengurangan Dampak Lingkungan:** Melalui pengurangan penggunaan pestisida dan pupuk kimia, serta optimalisasi penggunaan air dan lahan, sistem hidroponik memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan. Dengan demikian, dampak negatif seperti erosi tanah dan pencemaran air dapat diredam, mendukung keberlanjutan sumber daya alam.

Dengan memahami dan menerapkan sistem hidroponik sebagai alternatif budidaya sayuran organik, diharapkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam produksi sayuran organik dapat terus meningkat. Pemberdayaan melalui inovasi budidaya semacam ini menjadi kunci dalam mencapai pertanian yang berkelanjutan di masa depan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan pengabdian yang dilakukan dalam pemberdayaan sistem hidroponik sebagai alternatif optimalisasi budidaya sayuran organik, diperoleh kesimpulan bahwa sistem hidroponik memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi penggunaan

sumber daya, dan kualitas sayuran organik. Temuan utama dari pengabdian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pengabdian masyarakat berhasil dalam menyebarkan pengetahuan tentang sistem hidroponik kepada petani dan masyarakat terkait. Hal ini signifikan meningkatkan pemahaman mereka tentang keuntungan dan praktik budidaya hidroponik. Informasi yang disampaikan membuka wawasan baru dan memberikan landasan bagi adopsi sistem hidroponik secara lebih luas.
2. Pembangunan unit atau area demonstrasi hidroponik memberikan contoh praktik budidaya yang efektif. Langkah ini membantu petani dalam memahami konsep dan teknik budidaya hidroponik secara langsung. Demonstrasi ini juga berperan sebagai model inspiratif yang dapat diikuti oleh petani dalam menerapkan sistem hidroponik di lahan mereka sendiri.
3. Bantuan teknis yang diberikan kepada petani atau kelompok tani dalam menerapkan sistem hidroponik terbukti efektif. Ini membantu mereka dalam mengatasi tantangan yang muncul dan secara signifikan meningkatkan keterampilan mereka dalam mengelola budidaya hidroponik. Dukungan teknis ini menjadi kunci dalam menjamin kesuksesan implementasi.
4. Kolaborasi yang terjalin antara petani, peneliti, pemerintah daerah, dan pihak terkait lainnya memperkuat pengembangan sistem hidroponik. Jaringan ini memfasilitasi pertukaran pengetahuan, pengalaman, dan sumber daya. Kolaborasi semacam ini mendukung pengembangan lebih lanjut dan memperkuat ekosistem pertanian lokal.

Melalui langkah-langkah tersebut, pemberdayaan sistem hidroponik terbukti memberikan dampak positif pada tingkat pemahaman masyarakat, implementasi teknis, dan sinergi antarstakeholder. Implementasi yang efektif dari sistem hidroponik bukan hanya meningkatkan budidaya sayuran organik, tetapi juga memberdayakan masyarakat untuk mengadopsi praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut pemberdayaan sistem hidroponik sebagai alternatif optimalisasi budidaya sayuran organik:

1. Melanjutkan pelatihan dan pendampingan kepada petani dalam menerapkan sistem hidroponik. Ini dapat mencakup aspek teknis, manajerial, dan pemasaran agar petani dapat mengoptimalkan potensi sistem hidroponik secara menyeluruh.
2. Mendorong kolaborasi yang lebih luas antara petani, peneliti, pemerintah daerah, dan lembaga terkait lainnya. Kolaborasi ini dapat mencakup pertukaran pengetahuan, pengalaman, dan sumber daya, serta penelitian bersama untuk terus meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem hidroponik.
3. Mendorong pemerintah daerah untuk mengembangkan kebijakan dan regulasi yang mendukung penggunaan sistem hidroponik dalam budidaya sayuran organik. Ini termasuk insentif, bantuan teknis, dan fasilitas pendukung lainnya untuk mendorong adopsi sistem hidroponik.
4. Mendorong penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan teknologi hidroponik yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan terjangkau. Inovasi dalam hal media tanam, nutrisi, pengendalian hama dan penyakit, serta penggunaan energi dapat terus ditingkatkan untuk meningkatkan keberlanjutan dan efektivitas sistem hidroponik.
5. Menyebarkan informasi dan pengetahuan tentang sistem hidroponik kepada petani, masyarakat, dan pemangku kepentingan terkait lainnya melalui berbagai media dan platform komunikasi. Ini termasuk penyuluhan, pelatihan, publikasi, dan kegiatan

penyadaran untuk meningkatkan kesadaran tentang manfaat dan praktik budidaya hidroponik.

Daftar Pustaka

- Alshrouf, A. (2017). Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared with Conventional Farming. *American Scientific Research Journal for Engineering*, 27(1), 247–255. <http://asrjetsjournal.org/>
- Aly, M. N., Suharto, B., Nurhidayati, S. E., Nuruddin, N., & Triwastuti, R. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Program Pendampingan Desa Wisata Di Desa Beji Jong Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*. <https://doi.org/10.20473/jlm.v4i2.2020.390-399>
- Ampim, P. A. Y., Obeng, E., & Olvera-Gonzalez, E. (2022). Indoor Vegetable Production: An Alternative Approach to Increasing Cultivation. *Plants*, 11(21), 1–28. <https://doi.org/10.3390/plants11212843>
- Arcas-Pilz, V., Parada, F., Rufi-Salis, M., Stringari, G., González, R., Villalba, G., & Gabarrell, X. (2022). Extended use and optimization of struvite in hydroponic cultivation systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106130>
- Arief, H. (2022). Urban Farming Micro-Entrepreneur and Digital Marketing. *ICCD (International Conference on Community Development)*, 4(1), 54–58.
- Bumgarner, N., & Hochmuth, R. (2019). An Introduction to Small-Scale Soilless and Hydroponic Vegetable Production. *Assistant Professor and Extension Specialist, Department of Plant Sciences, University of Tennessee*, 1(7), 1–6.
- Cifuentes-Torres, L., Mendoza-Espinosa, L. G., Correa-Reyes, G., & Daesslé, L. W. (2021). Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities. *Water and Environment Journal*, 35(1), 166–180. <https://doi.org/10.1111/wej.12617>
- Dhananjani, B. A., & Pakeerathan, K. (2023). Organic Nutrient Solutions for Hydroponic Spinach (*Basella alba*) Production in Urban Agriculture. *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 18(1), 01–13. <https://doi.org/10.4038/jas.v18i1.10095>
- Emberger, G. (2016). How A Simplified Integrated Fish ! Do = Culture Hydroponics Sys tem It. *The American Biology Teacher*, 53(4), 233–235.
- Faizal Rachman, A., & Suprina, R. (2019). Pendampingan Desa Cipasung Menuju Desa Wisata. *Jurnal Pemberdayaan Pariwisata*, 1(1), 9–20. <http://jurnalpariwisata.stpttrisakti.ac.id/index.php/JPP/article/view/1323>
- Farhangi, H., Mozafari, V., Roosta, H. R., Shirani, H., & Farhangi, M. (2023). Optimizing growth conditions in vertical farming: enhancing lettuce and basil cultivation through the application of the Taguchi method. *Scientific Reports*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33855-z>
- Ferguson, S. D., Saliga, R. P., & Omaye, S. T. (2014). Investigating the Effects of Hydroponic Media on Quality of Greenhouse Grown Leafy Greens. *Int. J. Agr.*
- Gruda, N. S., & Fernández, J. A. (2022). Optimising Soilless Culture Systems and Alternative Growing Media to Current Used Materials. *Horticulturae*, 8(4), 10–13. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8040292>
- Hadi, P. (2015). Reformasi Kebijakan Penciptaan Nilai Tambah Produk Pertanian Indonesia. *Manajemen dan Kinerja Pembangunan Pertanian*.
- Holik, A., Khirzin, M. H., & Aji, A. A. (2020). PKM Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif di Kelurahan Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi. *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 1–4. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v5i2.1517>

- Idham, A., Khairul Kamal, F., Sri Utami, A., Muthiah, A., Siddiq, H., & Ahlal Fikri, R. (2022). Utilization of Empty Land for Farming Using the Hydroponic Plant Method. *Spectrum*, 1(01), 11–18. <https://doi.org/10.54482/spectrum.v1i01.98>
- Kholis, A., Maipita, I., Fitrawaty, Herkules, Sagala, G. H., & Prayogo, R. R. (2022). Feasibility Study of Hydroponics as a Home Industry. *Proceedings of the 2nd International Conference of Strategic Issues on Economics, Business and, Education (ICoSIEBE 2021)*, 204(ICoSIEBE 2021), 109–112. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220104.016>
- Komarudin, Alfisa, W., & Setyaningrum, E. (1999). Pembangunan Perkotaan Berwawasan Lingkungan. *Direktorat Jenderal Cipta Karya*, 53(9), 1–458. https://simantu.pu.go.id/personal/img-post/superman/post/20181129101319_F_KMS_Book_20180723025129.pdf
- Kumari, S., Pradhan, P., Yadav, R., & Kumar, S. (2018). Hydroponic techniques: A soilless cultivation in agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(SP1), 1886–1891.
- Lucas Alipio, A., Justine Serevo, A. G., Gail Tality, D. B., & Antoinette Rosete, M. L. (2022). Cost-Benefit Analysis of Soilless Cultivation System in Tagaytay City, Philippines. *International Journal of Social and Management Studies*, 3(2), 140–156. <https://www.ijosmas.org/index.php/ijosmas/article/view/137>
- Modu, F., Adam, A., Aliyu, F., Mab, A., & Musa, M. (2020). A survey of smart hydroponic systems. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 5(1), 233–248. <https://doi.org/10.25046/aj050130>
- Mokhtar, A., El-Ssawy, W., He, H., Al-Anasari, N., Sammen, S. S., Gyasi-Agyei, Y., & Abuarab, M. (2022). Using Machine Learning Models to Predict Hydroponically Grown Lettuce Yield. *Frontiers in Plant Science*, 13(March), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.706042>
- Monsees, H., Suhl, J., Paul, M., Kloas, W., Dannehl, D., & Würtz, S. (2019). Lettuce (*Lactuca sativa*, variety Salanova) production in decoupled aquaponic systems: Same yield and similar quality as in conventional hydroponic systems but drastically reduced greenhouse gas emissions by saving inorganic fertilizer. *PLoS ONE*, 14(6), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218368>
- Nugroho, T., & Rusydiana, A. S. (2018). Mengembangkan Agroindustri Jawa Timur: Pendekatan Metode Analytic Network Procces. *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan*. <https://doi.org/10.20473/jiet.v3i1.8025>
- Ojola, J. ., & Jarrel, W. . (2021). Author (s): J . C . OJALA and W . M . Jarrell Published by : Springer Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/42933752>. *Plant and Soi*, 57(2), 297–303.
- Pelayo Lind, O., Hultberg, M., Bergstrand, K. J., Larsson-Jönsson, H., Caspersen, S., & Asp, H. (2021). Biogas Digestate in Vegetable Hydroponic Production: pH Dynamics and pH Management by Controlled Nitrification. *Waste and Biomass Valorization*, 12(1), 123–133. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-00965-y>
- Pratiwi, S. L., & Cahyono, H. (2020). View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. *Pengaruh Penggunaan Pasta Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Untuk Substitusi Tepung Terigu Dengan Penambahan Tepung Angkak Dalam Pembuatan Mie Kering*, 1(2), 274–282.
- Salvi, A. P. D., & Karwe, P. M. V. (2014). *Sustainable and safer indoor farming of produce using new technologies: challenges and opportunities*. May, 1–31. <https://iufost.org/news/urban-food-production-new-sib>
- Sánchez, S. A., Morales, A. D., Castillas, J. C., Martínez, C. A., & Meza, A. Z. (2021). Proposal for an automated greenhouse to optimize the growth of hydroponic vegetables with high nutritional content in the context of smart cities. *IOP Conference Series: Materials*

- Science and Engineering*, 1154(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1154/1/012012>
- Satrya, I. D. G., Kaihatu, T. S., & Pranata, L. (2019). Upaya Pembinaan Masyarakat Dalam Rangka Pengembangan Desa Ekowisata Di Dusun Mendo, Desa Panglungan, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang. *Jurnal Terapan Abdimas*. <https://doi.org/10.25273/jta.v4i1.3826>
- Shaik, A., Singh, H., Singh, S., Montague, T., & Sanchez, J. (2022). Liquid Organic Fertilizer Effects on Growth and Biomass of Lettuce Grown in a Soilless Production System. *HortScience*, 57(3), 447–452. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16334-21>
- Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4), 364. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>
- Sitimulyo, D., Piyungan, K., Bantul dalam Pembentukan Kelompok Pengelola Sampah Mandiri Ambar Teguh Sulistiyani, K., Wulandari, Y., Jurusan Manajemen dan Kebijakan Publik, D., Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, F., Gadjah Mada, U., & Jurusan Manajemen dan Kebijakan Publik, M. (2017). Proses Pemberdayaan Masyarakat. *Ambar Teguh Sulistiyani, Yulia Wulandari*, 2(2), 146–162.
- Sreedhar, G., & Manoj Kumar, G. (2011). Vertical Farming Using Information and Communication technologies. *Infosys*.
- Sundar, P., Jyothi, K., & Sundar, C. (2021). Indoor Hydroponics: A Potential Solution to Reuse Domestic Rinse Water. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 18(2), 373–383. <https://doi.org/10.13005/bbra/2924>
- Suyitman, S., Warly, L., & Hellyward, J. (2019). Pengelolaan Peternakan Sapi Potong Ramah Lingkungan. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*.
- Szekely, I., & Jijakli, M. H. (2022). Bioponics as a Promising Approach to Sustainable Agriculture: A Review of the Main Methods for Producing Organic Nutrient Solution for Hydroponics. *Water (Switzerland)*, 14(23). <https://doi.org/10.3390/w14233975>
- Tunio, M. H., Gao, J., Shaikh, S. A., Lakhari, I. A., Qureshi, W. A., Solangi, K. A., & Chandio, F. A. (2020). Potato production in aeroponics: An emerging food growing system in sustainable agriculture for food security. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(1), 118–132. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000100118>
- Umapriya, M., Subikshaa, M., V, I. S., & Jayaprabakaran, M. (2019). Hydroponics for the Cultivation of Medicinal Herbs. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4S2), 655–659. <https://doi.org/10.35940/ijrte.d1138.1284s219>



© 2023 oleh penulis. Pemegang Lisensi Studium JPM, Indonesia. Artikel ini merupakan artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Lisensi Atribusi Creative Commons (CC BY-SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)