

Peningkatan Keberdayaan Ekonomi Melalui Pengelolaan Limbah Organik dan Pertanian Terpadu di Lahan Terbatas

Dora Dayu Rahma Turista^{1*}, Zenia Lutfi Kurniawati², Gisky Andria Putra³,
Yaskinul Anwar⁴, Indah Rahmawati⁵, Rosinta⁶, Muhammad Abid Rabbani⁷,
Volta Kellik Setiawan⁸

doraturistaofficial@gmail.com^{1*}, zenia.lutfi@fkip.unmul.ac.id², gisky.andria@gmail.com³,
yaskinul.anwar@fkip.unmul.ac.id⁴, indahrahmawati672@gmail.com⁵,
shintarosinta0703@gmail.com⁶, abidrabbani565@gmail.com⁷,
voltakelliksetiawan@gmail.com⁸

^{1,2,5,6,8}Program Studi Pendidikan Biologi

^{3,7}Program Studi Agribisnis

⁴Program Studi Pendidikan Geografi

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Universitas Mulawarman

Received: 22 09 2024. Revised: 19 10 2024. Accepted: 24 10 2024.

Abstract : Agricultural practices on limited land using organic waste management byproducts pose a significant challenge, especially in Lempake Village, North Samarinda. Bank Ramli Bukit Benanga in RT 037 Bukit Benanga Housing has successfully converted organic waste into eco enzyme, compost, and maggot, though these products have not been optimally utilized or marketed. This Community Partnership Program aims to empower the community by enhancing skills in integrated agriculture on limited land and facilitating the marketing of organic products from constrained spaces. Through training and mentoring in aerofarming, tabulampot, and budikdamber techniques, the program aims to utilize eco enzyme, compost, and maggot more effectively in plant and fish cultivation. It also equips partners with packaging design skills and strategies for online and offline marketing. The program results include increased independent food production, enhanced partner income through organic product marketing, and improved environmental quality around Bukit Benanga Housing. Additionally, the program supports the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly in poverty reduction, welfare improvement, and sustainable production and consumption patterns.

Keywords : Organic waste, Integrated farming, Aerofarming, Budikdamber, Product marketing.

Abstrak : Praktik pertanian di lahan terbatas dengan memanfaatkan limbah organik menjadi tantangan tersendiri, khususnya di Desa Lempake, Samarinda Utara. Bank Ramli Bukit Benanga di RT 037 Perumahan Bukit Benanga telah berhasil mengolah limbah organik menjadi eco enzyme, kompos, dan maggot, meskipun produk tersebut belum dimanfaatkan dan dipasarkan secara optimal. Program Kemitraan Masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan masyarakat dengan meningkatkan keterampilan dalam pertanian terpadu di lahan terbatas dan memfasilitasi pemasaran produk organik dari lahan terbatas. Melalui pelatihan dan pendampingan teknik *aerofarming*, tabulampot, dan budikdamber, program ini bertujuan

untuk memanfaatkan *eco enzyme*, kompos, dan maggot secara lebih efektif dalam budidaya tanaman dan ikan. Program ini juga membekali mitra dengan keterampilan desain kemasan dan strategi pemasaran online dan offline. Hasil program ini antara lain peningkatan produksi pangan mandiri, peningkatan pendapatan mitra melalui pemasaran produk organik, dan peningkatan kualitas lingkungan di sekitar Perumahan Bukit Benanga. Selain itu, program ini mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam penanggulangan kemiskinan, peningkatan kesejahteraan, serta pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan.

Kata kunci : Limbah organik, Pertanian terpadu, *Aerofarming*, Budikdamber, Pemasaran produk.

ANALISIS SITUASI

Bank Ramli Bukit Benanga didirikan pada tahun 2023 dengan 10 anggota pengurus dan beroperasi di bawah pengawasan Desa Lempake. Bank ini membeli sampah anorganik dari pelanggan dan juga mengolah sampah rumah tangga organik, seperti buah, sayur, dan sisa makanan, menjadi *eco-enzyme*, kompos, dan pakan maggot. Sampah anorganik dijual kepada pengepul, sementara produk *eco-enzyme*, kompos, dan belatung kurang dimanfaatkan. *Eco-enzyme* terkadang menggantikan deterjen, kompos menyuburkan tanaman hias, dan budidaya maggot sempat dihentikan karena tidak terserap dengan baik. *Eco-enzyme*, kompos, dan maggot memiliki potensi dalam pertanian terpadu. Aplikasi *eco-enzyme* yang tepat secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen selada (Ronny Nangoi et al., 2022) dan mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (Terry Pakki et al., 2021). Pupuk organik cair bermanfaat bagi bayam, dengan mempertimbangkan kesehatan tanaman (Suryadi & Supriyo, 2021), dan berdampak signifikan terhadap tinggi tanaman tomat, jumlah buah, dan berat buah (Sunarti Pantang & Ardan, 2021).

Sayuran saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pangan keluarga, sehingga diperlukan sumber protein hewani. Maggot yang kaya protein sangat baik untuk pakan ternak. Pemberian pakan ikan gabus dengan perbandingan pelet dan maggot 1:3 menghasilkan panjang tubuh, berat, dan tingkat kelangsungan hidup yang optimal (Fitriani et al., 2023). Keahlian dalam mengolah sampah organik menjadi *eco-enzyme*, kompos, dan maggot sangat penting dalam menjaga lingkungan. Meskipun memiliki kemampuan produksi, mitra tidak memiliki pengetahuan dan fasilitas untuk pemanfaatan dan pemasaran yang tepat. Selain itu kondisi topografi dan keterbatasan lahan pemukiman juga menjadi menghambat. Namun, area pinggir jalan dan ruang di sekitar rumah warga dapat dimanfaatkan untuk pertanian terpadu dan budidaya ikan di lahan terbatas. Program Kemitraan ini berfokus pada ekonomi hijau dengan

memanfaatkan olahan limbah organik untuk pertanian terpadu di lahan terbatas, yang bertujuan untuk meningkatkan pemberdayaan mitra dalam produksi. Mitra akan belajar memproduksi produk pertanian organik terpadu di lahan terbatas.

Program ini juga bertujuan untuk meningkatkan *soft skill* mitra, seperti komunikasi, kerjasama, pengetahuan tentang aerofarming, tabulampot, dan budikdamber, serta hard skill dalam memproduksi produk pertanian organik terpadu di lahan terbatas. Dengan adanya program kemitraan masyarakat ini diharapkan dapat menjadikan area sekitar bank Ramli Bukit Benanga, khususnya di perumahan Bukit Benangan RT. 037 menjadi pioner untuk menjadi area mandiri secara pangan, sehingga mampu meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan mitra serta meningkatkan kesehatan masyarakat sekitar karena mengkonsumsi makanan dari hasil pertanian organik. Melalui program ini kualitas lingkungan juga akan terjaga karena menggunakan bahan-bahan yang aman dan menghijaukan area sekitar mitra yang sebelumnya gersang tidak terawat.

SOLUSI DAN TARGET

Solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan ini di antaranya adalah: 1) Menyediakan peralatan untuk melakukan *aerofarming*. 2) Memberikan pelatihan dan pendampingan tentang cara melakukan *aerofarming*. 3) Menyediakan peralatan untuk melakukan tabulampot. 4) Memberikan pelatihan dan pendampingan tentang cara melakukan tabulampot. 5) Menyediakan peralatan untuk melakukan budikdamber. 6) Memberikan pelatihan dan pendampingan tentang cara melakukan budikdamber.

Tabel 1. Target yang diharapkan dari Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Solusi	Target Luaran	Target Capaian	Indikator Capaian
1	Menyediakan peralatan untuk melakukan aerofarming	Tersedia peralatan untuk melakukan aerofarming	Tercapai	Mitra memiliki peralatan untuk melakukan aerofarming
2	Memberikan pelatihan dan pendampingan tentang cara melakukan aerofarming	Mitra mampu melakukan pertanian dengan teknik aerofarming	Tercapai	Mitra mampu menghasilkan produk pertanian dari hasil aerofarming
3	Menyediakan peralatan untuk melakukan tabulampot	Tersedia peralatan untuk melakukan tabulampot	Tercapai	Mitra memiliki peralatan untuk melakukan tabulampot
4	Memberikan pelatihan	Mitra mampu	Tercapai	Mitra mampu

	dan pendampingan tentang cara melakukan tabulampot	melakukan pertanian dengan teknik tabulampot		menghasilkan produk pertanian dari hasil tabulampot
5	Menyediakan peralatan untuk melakukan budikdamber	Tersedia peralatan untuk pertanian dengan sistem budikdamber	Tercapai	Mitra memiliki peralatan untuk melakukan budikdamber
6	Memberikan pelatihan dan pendampingan tentang cara melakukan budikdamber	Mitra mampu melakukan pertanian dengan sistem budikdamber	Tercapai	Mitra mampu menghasilkan produk pertanian dari hasil budikdamber

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilaksanakan selama tiga bulan (Juli-September 2024), bertujuan untuk mengatasi permasalahan produksi dan pemasaran yang dihadapi oleh mitra. Meskipun mitra dapat menghasilkan produk olahan limbah organik seperti eco enzyme, kompos, dan maggot, mereka mengalami kendala dalam hal pemasaran. Implementasi teknik pertanian terpadu dengan menggunakan produk-produk tersebut menjadi solusi yang ditawarkan. Pendekatan pemecahan masalah dalam Program Kemitraan Masyarakat ini meliputi sosialisasi, pelatihan, pendampingan dan evaluasi. Sosialisasi dilakukan secara langsung, tatap muka di lokasi mitra. Hal ini bertujuan untuk menginformasikan kepada mitra tentang program Pengabdian Masyarakat yang akan datang. Tim menguraikan langkah-langkah program dan memberikan gambaran umum tentang manfaatnya. Selain itu, juga dilakukan kesepakatan waktu untuk kegiatan selanjutnya.

Pelatihan Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini memberikan pelatihan yang dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar, yaitu pelatihan melakukan pertanian organik di lahan terbatas dan pelatihan budidaya ikan di lahan terbatas. 1) Pelatihan pertanian organik di lahan terbatas. Pelatihan ini menggunakan metode presentasi dan diskusi. Materi yang disampaikan meliputi teknik bercocok tanam di lahan terbatas, meliputi aerofarming dan tabulampot (tanaman dan buah dalam pot). Dalam Pengabdian Masyarakat ini, konsep aerofarming menggunakan pertanian vertikal (vertikultur) dengan sayuran yang ditanam di dalam pipa. Untuk tabulampot, digunakan wadah sampah anorganik seperti galon bekas dan karung dari bank Ramli Bukit Benanga. Tanaman yang ditanam dengan sistem tabulampot meliputi sayuran dan umbi-umbian. 2) Pelatihan budidaya ikan di lahan terbatas. Pelatihan ini menggunakan metode presentasi dan diskusi. Teknologi Budikdamber yang memadukan budidaya ikan dengan budidaya buah dan sayur di lahan terbatas menggunakan model

akuaponik mini (Ipanna Enggar Susetya & Zulham Apandy Harahap, 2016). Metode ini menghasilkan ikan dan sayur organik yang bebas bahan kimia dan pestisida, sehingga aman dikonsumsi manusia (Harianti et al., 2023).

Pendampingan dilakukan secara luring dan daring. Pendampingan luring melibatkan kunjungan lapangan mingguan, sedangkan pendampingan daring difasilitasi melalui grup *WhatsApp*. Selama kunjungan lapangan, tim menilai status program, kemajuan, dan keterlibatan peserta, mengidentifikasi kendala, dan mengevaluasi keberhasilan mitra dalam implementasi. Tim menanyakan tentang kemajuan dan tantangan yang dihadapi oleh mitra dan menyediakan lembar untuk mendokumentasikan kemajuan. Kriteria evaluasi meliputi keberhasilan program, peningkatan keterampilan mitra, dan potensi peningkatan ekonomi melalui peluang bisnis yang dihasilkan oleh program kemitraan.

HASIL DAN LUARAN

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) mencakup serangkaian pelatihan yang bertujuan untuk memanfaatkan limbah organik menjadi produk bernilai tambah, serta penerapan pertanian di lahan terbatas. Berikut adalah rincian kegiatan dan hasil yang diperoleh. *Focus Group Discussion* (FGD) yang dilaksanakan di Bank Ramli Bukit Benanga, Desa Lempake, bertujuan untuk mengkoordinasikan inisiatif strategis antara tim Universitas Mulawarman dan Bank Ramli Bukit Benanga. Keterlibatan masyarakat sangat penting dalam menjelaskan manfaat program dan mengidentifikasi pelatihan yang dibutuhkan. FGD menghasilkan kesepakatan mengenai metodologi pelatihan dan pendampingan untuk program PKM. Adapun dokumentasi kegiatan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Focus Group Discussion* dalam Rangka Kordinasi Awal dengan Mitra

Pelatihan Penyemaian untuk *Aerofarming* dan Tabulampot. Pelatihan pembibitan sangat penting untuk menerapkan sistem *aerofarming* dan tabulampot secara efektif di area pemukiman yang terbatas. Bibit yang dibudidayakan dengan baik menunjukkan peningkatan

adaptasi dan hasil panen yang berkelanjutan (Chaudhry & Mishra, 2019). Prosesnya meliputi pemilihan benih berkualitas tinggi, penyiapan media yang kaya nutrisi, dan pengelolaan kelembapan dan sinar matahari selama perkecambahan. Pembibitan menggunakan cocopeat yang dicampur dengan arang sekam, yang kaya akan nutrisi penting, untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman (R. et al., 2014). Peserta pelatihan memantau perkembangan bibit secara ketat, dengan fokus pada pertumbuhan akar, batang, dan daun. Pengelolaan air yang efisien mencegah irigasi berlebihan dan kekurangan air, dengan sistem irigasi canggih yang memastikan distribusi air yang optimal dan limbah yang minimal (Reinders, 2011). Adapun dokumentasi kegiatan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pelatihan Penyemaian Untuk Pertanian di Lahan Terbatas

Setelah mengikuti program pelatihan, para peserta menunjukkan kemahiran dalam menanam benih dengan menggunakan media tanam organik yang diperkaya nutrisi. Selain itu, mereka juga meningkatkan pemahaman mereka tentang pengelolaan air, kebutuhan sinar matahari, dan teknik penyemaian, sehingga mendukung program pertanian terpadu di lahan terbatas. Budidaya benih yang sehat menjadi dasar pertumbuhan optimal dalam sistem aerofarming dan tabulampot, yang berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan lokal dan kualitas lingkungan di daerah pemukiman.

Pelatihan Pemindahan Bibit Semai ke Sistem Tower Aerofarming. Program pelatihan ini mengoptimalkan pemanfaatan lahan terbatas di Perumahan Bukit Benanga dengan memberikan pelatihan kepada peserta tentang penanaman bibit tanaman ke menara pertanian udara. Budidaya tanaman secara vertikal dengan metode pertanian udara menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, sehingga cocok untuk daerah pemukiman dengan keterbatasan lahan (Armanda et al., 2019). Pendekatan ini meningkatkan produktivitas, mengurangi konsumsi air, dan dapat meningkatkan kapasitas produksi pangan hingga 140 kg/m² melalui irigasi tetes yang dapat disesuaikan (Armanda et al., 2019; Despommier, 2011). Peserta memperoleh keterampilan untuk memindahkan bibit dari media ke netpot dengan hati-

hati, menjaga integritas akar agar pertumbuhannya optimal (Ahmed et al., 2024). Mereka juga menerima instruksi tentang pengelolaan sistem irigasi pertanian udara, yang menyalurkan air dan nutrisi langsung ke akar, mengurangi genangan air dan penyakit yang berhubungan dengan kelembaban. Penyesuaian volume air untuk setiap tanaman sangat penting, terutama untuk sayuran yang sensitif terhadap air. Dokumentasi kegiatan dan sistem pengairan aerofarming disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kegiatan Pelatihan dan Sistem Pengairan *Tower Aerofarming*

Setelah menyelesaikan program pelatihan, para peserta menunjukkan kemampuan untuk mengoperasikan sistem menara pertanian udara secara mandiri dan meningkatkan pemantauan pertumbuhan tanaman. Teknologi ini menunjukkan potensi untuk menambah hasil panen dan memberikan keuntungan lingkungan melalui penggabungan ruang hijau di area pemukiman (Ehrlich, 2020). Pemanfaatan berkelanjutan diharapkan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat pada sumber sayuran eksternal dan meningkatkan ketahanan pangan lokal melalui produksi sayuran organik berkualitas tinggi.

Sistem budikdamber memfasilitasi instruksi peserta dalam akuaponik, memanfaatkan limbah lele (*Clarias gariepinus*) untuk memberi makan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dalam ember, sehingga cocok untuk daerah dengan ketersediaan lahan terbatas. Peserta memperoleh pengetahuan dalam mengelola parameter kualitas air, karena kepadatan stok yang tinggi berpotensi menyebabkan penurunan kualitas air (Nadiro et al., 2023). Akuaponik menunjukkan kemampuan beradaptasi dan efisiensi di daerah yang kekurangan air, dengan kangkung menunjukkan ketahanan pada berbagai tingkat salinitas (Kimera et al., 2023). Sistem ini menggunakan kembali limbah ikan sebagai nutrisi tanaman, sehingga mengurangi pembuangan air yang kaya nutrisi dan meningkatkan efisiensi penggunaan air (Cerozi et al., 2022).

Pelepasan dan pemantauan bibit ikan berfungsi untuk mendidik peserta tentang budidaya ikan dan tanaman terpadu. Bakteri nitrifikasi memfasilitasi konversi limbah ikan menjadi nutrisi tanaman, yang menghasilkan pengurangan kadar amonia hingga 40-50% dalam

jangka waktu tiga hari (Afnur et al., 2023). Manajemen pemberian pakan ikan yang tepat sangat penting untuk pertumbuhan dan hasil yang optimal, karena pemberian pakan yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan kadar amonia dan biaya produksi sekaligus mengorbankan kualitas air (Gunawan & Ahmadi, 2024). Peserta memperoleh pengetahuan tentang praktik budidaya ikan yang hemat sumber daya di daerah dengan ketersediaan lahan terbatas, mengelola ikan lele dengan sukses, dan menjaga kualitas air melalui penggunaan tanaman yang ditanam dalam ember, yang berpotensi berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan di komunitas mereka. Dokumentasi kegiatan, tampilan ember Budikdamber, dan tanaman kangkung yang ditanam di atas ember Budikdamber disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Budikdamber dan Tanaman Kangkung yang Ditanam di Atas Budikdamber

Pelatihan Formulasi Media Tanam untuk Sistem Tabulampot. Sistem tabulampot sangat ideal untuk lahan terbatas. Pertumbuhan optimal memerlukan media tanam yang mendukung akar, menyediakan nutrisi, dan memastikan drainase yang baik. Tanah humus menyediakan nutrisi penting dan menumbuhkan mikroorganisme yang bermanfaat (Amaya et al., 2022; Vikram et al., 2022). Arang sekam meningkatkan aerasi, drainase, porositas tanah, kesuburan, aktivitas enzim, dan komunitas mikroba yang bermanfaat (Akumuntu et al., 2024; Anshori et al., 2023; Walianggen & Yasanto, 2022), dan bila dikombinasikan dengan jamur mikoriza arbuskular dan bakteri pelarut fosfat, akan meningkatkan biomassa akar dan penyerapan fosfor (Aufa Ain & Noraini, 2023). Pupuk kandang dan kompos sapi mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif serta meningkatkan ketersediaan nutrisi (Haripriadi, 2023; Nguyen et al., 2024; Suntoro et al., 2024).

Peserta belajar mencampur tanah humus, arang sekam, dan kotoran sapi dengan perbandingan 1:1:1, menyiapkan media dalam wadah yang dimodifikasi, dan menanam tomat, terong, dan cabai. Pelatihan ini menekankan formulasi media yang tepat untuk sistem tabulampot, dan peserta meningkatkan keterampilan mereka dalam persiapan dan aplikasi

media. Dokumentasi kegiatan dan tabulampot menggunakan galon bekas disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pelatihan Formulasi Media Tanam Organik Untuk Sistem Tabulampot

SIMPULAN

Program Kemitraan Masyarakat bersama Bank Ramli Bukit Benanga di Desa Lempake, Samarinda Utara, telah berhasil memanfaatkan hasil pengelolaan sampah pada teknologi pertanian terpadu, yaitu *aerofarming*, tabulampot, dan budikdamber yang mengarah pada peningkatan produksi pangan mandiri di lahan terbatas sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan mitra dan Masyarakat sekitar. Inisiatif ini mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan khususnya pada pengurangan kemiskinan, peningkatan kesejahteraan, dan produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab. Melalui kegiatan ini Bank Ramli Bukit Benanga berpotensi dijadikan sebagai model untuk pengelolaan sampah organik dan pertanian terpadu di lahan terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Program ini mendapatkan dukungan penuh berupa dana hibah dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) melalui kompetisi nasional BIMA Kemendikbudristek dengan Nomor Kontrak Induk 082/E5/PG.02.00/PM.BARU/2024 dan Nomor Kontrak Turunan 681/UN/17.L1/HK/2024.

DAFTAR RUJUKAN

Afnur, E. S., Istiqomah, I., Isnansetyo, A., Murwantoko, & Sukardi. (2023). Ammonium removal characteristics of facultative heterotrophic nitrifying bacteria isolated from shortfin eel (*Anguilla bicolor*) recirculation aquaculture system. *IOP Conference*

Series: Earth and Environmental Science, 1260(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1260/1/012047>

- Ahmed, N., Zhang, B., Deng, L., Bozdar, B., Li, J., Chachar, S., Chachar, Z., Jahan, I., Talpur, A., Gishkori, M. S., Hayat, F., & Tu, P. (2024). Advancing horizons in vegetable cultivation: a journey from ageold practices to high-tech greenhouse cultivation a review. *Frontiers in Plant Science, 15*.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1357153>
- Akumuntu, A., Hong, J.-K., Jho, E. H., Omidoyin, K. C., Park, S.-J., Zhang, Q., & Zhao, X. (2024). Biochar derived from rice husk: Impact on soil enzyme and microbial dynamics, lettuce growth, and toxicity. *Chemosphere, 349*, 140868.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140868>
- Amaya, N. L. R., Cobeña, L. S. A., Gualpa, T. L. A., Ochoa, A. D. F., & Suarez, C. B. F. (2022). Manufacture of humus from plant residues. *International Journal of Life Sciences, 6(1)*, 10–18. <https://doi.org/10.53730/ijls.v6n1.4739>
- Anshori, A., Suswatiningsih, T. E., Al Viandari, N., Mujiyo, M., Purwaningsih, H., Budiarti, S. W., Pustika, A. B., & Cahyaningrum, H. (2023). Ameliorant of rice husk charcoal supports rice cultivation in dry land. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1168(1)*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1168/1/012007>
- Armanda, D. T., Guinée, J. B., & Tukker, A. (2019). The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability – A review. In *Global Food Security* (Vol. 22, pp. 13–24). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.002>
- Aufa Ain, A. S., & Noraini, M. J. (2023). Effects of rice husk biochar (RHB) with combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and phosphate solubilizing bacteria (PSB) on growth of maize (*Zea mays*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1131(1)*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1131/1/012007>
- Cerozi, B. S., Arlotta, C. G., & Richardson, M. L. (2022). Fish Effluent as a source of water and nutrients for sustainable urban agriculture. *Agriculture (Switzerland), 12(12)*.
<https://doi.org/10.3390/agriculture12121975>
- Chaudhry, A. R., & Mishra, V. P. (2019). A Comparative Analysis of Vertical Agriculture Systems in Residential Apartments. *2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/ICASET.2019.8714358>

- Despommier, D. D. (2011). *The vertical farm: Feeding the world in the 21st century*. Picador.
- Ehrlich, P. R. , H. J. , & H. M. A. (2020). *Ecological and Practical Applications for Sustainable Agriculture* (K. Bauddh, S. Kumar, R. P. Singh, & J. Korstad, Eds.). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-3372-3>
- Fitriani, Helmi Haris, & Rih Laksmi Utpalasari. (2023). Pemanfaatan maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pakan alternatif dengan kombinasi pakan pelet terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Indobiosains*, 5(1), 13–24. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v5i1.10108>
- Gunawan, I., & Ahmadi, H. (2024). Kajian Dan Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis (Smart Feeder) Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 7(1), 40. <https://doi.org/10.29408/jit.v7i1.23523>
- Harianti, R., Mianna, R., & Hasrianto, N. (2023). Budidaya ikan dalam ember (Budikdamber) dengan konsep Yumina di Kelurahan Maharatu, Marpoyan Damai. *To Maega : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 44. <https://doi.org/10.35914/tomaega.v6i1.1282>
- Haripriadi, B. D. (2023). Penerapan mesin pengolahan kotoran ternak sapi sebagai pupuk kandang pada kelompok ternak sapi “Ndesi” di desa Pedekik. *Tanjak: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1). <https://doi.org/10.35314/tanjak.v4i1.3643>
- Ipanna Enggar Susetya, & Zulham Apandy Harahap. (2016). Aplikasi budikdamber (budidaya ikan dalam ember) untuk keterbatasan lahan budidaya di kota Medan. *Abdimas Talenta*, 3(2), 416–420. <https://talenta.usu.ac.id/abdimas/article/view/4165>
- Kimera, F., Mugwanya, M., Dawood, M., & Sewilam, H. (2023). Growth response of kale (*Brassica oleracea*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under saline aqua-sandponics-vegeculture system. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29509-9>
- Nadiro, V. N., Andayani, S., Widodo, M. S., & Nurhalisa, N. (2023). Different stocking density on water quality of Red tilapia (*Oreochormis* sp) in budikdamber system. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2030–2035. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.3236>
- Nguyen, T. T., Sasaki, Y., Nasukawa, H., & Katahira, M. (2024). Recycling potassium from cow manure compost can replace potassium fertilizers in paddy rice production systems. *Science of The Total Environment*, 912, 168823. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168823>

- R., S., T., J., Sweatha, S. M., M., S., A., G., & Balakrishna, M. (2014). Coco peat - An alternative artificial soil ingredient for the earthworm toxicity testing. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*, 6(1), 5–12.
<https://doi.org/10.5897/jtehs2013.0289>
- Reinders, F. B. (2011). Irrigation methods for efficient water application: 40 years of South African research excellence. *Water SA*, 37(5), <https://doi.org/10.4314/wsa.v37i5.13>
- Ronny Nangoi, Rena Paputungan, Tommy B. Ogie, Rafli I. Kawulusan, Rinny Mamarimbing, & Frangky J. Paat. (2022). Utilization of household organic waste as an eco enzyme for the growth and product of cultivate culture (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 3(2), 422–428. <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.44862>
- Sunarti Pantang, L., & Ardan, A. S. (2021). Efektivitas pupuk organik cair limbah rumah tangga dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *EduBiologia*, 1(2), 85–90.
<http://dx.doi.org/10.30998/edubiologia.v1i2.8966>
- Suntoro, Herdiansyah, G., Widijanto, H., Tjahjanto, A. D., Puspitasari, C., & Wardhana, H. R. (2024). Effect of green manure on the availability of Phosphorus and Potassium nutrients in Vertisols. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1362(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1362/1/012045>
- Suryadi, K., & Supriyo, E. (2021). Uji efektivitas produksi pupuk cair dari limbah / sampah organik rumah tangga. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(3), 202–207. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.03.01>
- Terry Pakki, Robiatul Adawiyah, Agung Yuswana, Namriah, Muhammad Arief Dirgantoro, & Agustono Slamet. (2021). Pemanfaatan ecoenzyme berbahan dasar sisa bahan organik rumah tangga dalam budidaya tanaman sayuran di pekarangan. *Prosiding PEPADU*, <https://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingpepadu/article/view/385>
- Vikram, N., Sagar, A., Gangwar, C., Husain, R., & Narayan Kewat, R. (2022). Properties of Humic Acid Substances and Their Effect in Soil Quality and Plant Health. In *Humus and Humic Substances - Recent Advances*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105803>
- Walianggen, A., & Yasanto, P. (2022). *Biochar Rice Husk Charcoal on Growth and Production of Long Bean Plants (Vigna sinensis L.): Formulation Analysis*. 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.32764/agaricus.v2i1.2768>