

PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI IMPLEMENTASI SISTEM HIDROPONIK

Rini Mastuti¹, Muhammad Fuad², Yenni Marnita³, Syarifah Yusra⁴

^{1,3}Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Indonesia

²Fakultas Ekonomi, Universitas Samudra, Indonesia

⁴Fakultas Pertanian, Universitas Sains Cut Nyak Dhien, Indonesia

riniastuti@unsam.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Pertumbuhan penduduk yang pesat mengancam penggunaan lahan pertanian, yang esensial bagi ketahanan pangan. Sistem pertanian hidroponik merupakan solusi untuk mengatasi masalah ini. Program pengabdian ini bertujuan meningkatkan softskill kelompok tani “Lindung Bulan” (sebanyak 22 anggota) dalam budidaya tanaman sayur dengan teknologi hidroponik di Aceh Tamiang. Kegiatan meliputi survei, workshop, pelatihan, implementasi, serta monitoring dan evaluasi dengan indikator keberhasilan terjadinya peningkatan softskill kelompok tani hingga 70% dan mampu memperoleh pendapatan hasil produksi hidroponik sebesar Rp. 900.000/bulan. Hasilnya menunjukkan peningkatan softskill hingga 90% dan keuntungan sebesar Rp. 1.450.000/bulan. Pendampingan lanjutan diperlukan agar kelompok tani ini menjadi mandiri.

Kata Kunci: Hidroponik; Kelompok Tani Lindung Bulan; Sayuran; Desa Tanah Terban.

Abstract: Rapid population growth threatens the use of agricultural land, which is essential for food security. A hydroponic farming system is a solution to overcome this problem. This service program aims to improve the soft skills of the “Lindung Bulan” farmer group (22 members) in vegetable cultivation with hydroponic technology in Aceh Tamiang. Activities include surveys, workshops, training, implementation, and monitoring and evaluation with the success indicators of increasing the soft skills of farmer groups by 70% and generating income from hydroponic production of Rp. 900,000 / month. The results showed an increase in soft skills of up to 90% and a profit of Rp. 1,450,000/month. Further assistance is needed for this farmer group to become independent.

Keywords: Lindung Bulan Farmer Group; Hydroponics; Tanah Terban Village; Vegetables.



Article History:

Received: 25-08-2024

Revised : 12-09-2024

Accepted: 17-09-2024

Online : 05-10-2024



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Perkembangan pesat dan perluasan area perkotaan menyebabkan penurunan pada ketersediaan lahan kosong (Colsaet et al., 2018; Jiao, 2015). Fenomena ini didorong oleh berbagai faktor, termasuk kebutuhan untuk menampung populasi yang terus meningkat, permintaan perumahan, serta ekspansi aktivitas ekonomi (Wang et al., 2023). Menurut perkiraan PBB, proporsi penduduk perkotaan di dunia diprediksi mencapai 67,2% pada tahun 2050 (Liu et al., 2018). Seiring dengan pertumbuhan kota, penggunaan lahan kosong semakin meningkat (Nassauer & Raskin, 2014). Perluasan wilayah perkotaan mempengaruhi ketersediaan lahan, serta perubahan penggunaan lahan dan kelestarian lingkungan (Liu, 2018). Konversi lahan kosong dan lahan pertanian untuk pembangunan perkotaan mengancam ketahanan pangan dan sumber daya alam (Zhao & Yin, 2023). Sejumlah penelitian telah menekankan dampak negatif fragmentasi dan konversi lahan terhadap produktivitas dan keberlanjutan pertanian (Levkina & Petrenko, 2020). Konversi lahan pertanian untuk tujuan non-pertanian telah menjadi tren yang diamati di berbagai wilayah, sehingga semakin memperburuk masalah ini (Patel & Verma, 2019; Chen et al., 2022).

Lahan pertanian dan air adalah dua sumber daya utama yang sangat penting bagi kehidupan dan ketahanan pangan (Gomiero, 2016). Saat ini, lahan pertanian per kapita global hanya sekitar 0,7 ha, mencakup sekitar 37,9% dari total lahan per kapita dunia (Chen et al., 2018). Sementara itu, konsumsi air tawar per kapita mencapai 552,1 m³ per tahun, di mana sekitar 70% di antaranya digunakan untuk pertanian (Wang, 2022; Muhammad et al., 2023; Sun et al., 2019). Seiring dengan meningkatnya kelangkaan lahan dan air tawar, persaingan antara kebutuhan pertanian, industri, dan perkotaan akan semakin intensif (Flörke et al., 2018). Kekhawatiran muncul bahwa peningkatan emisi gas rumah kaca berpotensi memperburuk tekanan ini, karena produksi pertanian dan pasokan pangan sangat rentan terhadap perubahan iklim (Campbell et al., 2016; Tai et al., 2014). Sekitar sepertiga dari total pangan yang diproduksi hilang setiap tahunnya, sementara setidaknya 820 juta orang di seluruh dunia tidak memiliki cukup pangan (Santeramo, 2021). Hal ini menekankan bahwa kelaparan dunia masih merupakan tantangan yang signifikan, dengan 828 juta orang kekurangan makanan yang cukup dan 49 juta orang menghadapi kelaparan pada tingkat darurat (Concern World wide US, 2023). Hal ini menunjukkan pentingnya pengoptimalan lahan yang tersisa sehingga mampu memenuhi kebutuhan pangan.

Aceh Tamiang merupakan sebuah kabupaten yang berbatasan dengan Sumatera Utara dan Aceh Timur. Kabupaten ini terletak pada titik koordinat: 03053'18,81" – 04032'56,76" LU dan 97043'41,51" – 98014'45"41 BT. Kabupaten ini memiliki luas lahan 1.957,02 km² dengan 12 kecamatan yang terdiri dari 213 desa dan 705 dusun. Populasi penduduk yang besar mencapai 301.492 jiwa pada Tahun 2022 dengan pertumbuhan penduduk

mencapai 1,33% (BPS, 2023a). Pembangunan di Aceh Tamiang setiap tahunnya mengalami peningkatan (Santika et al., 2022). Desa Tanah Terban di Kecamatan Karang Baru. Desa ini memiliki luas lahan mencapai 5,5 km² dengan populasi penduduk mencapai 2.559 jiwa pada tahun 2022 dengan laju pertumbuhan penduduk 5,5% (BPS, 2023b). Tingginya angka populasi penduduk dan sempitnya wilayah mengakibatkan mendesaknya alternative dalam pemenuhan akan kebutuhan pangan. Untuk mengatasi hal tersebut Desa Tanah Terban mendirikan satu kelompok tani yang diberi nama “Lindung Bulan”.

Aktivitas pertanian kelompok tani Lindung Bulan masih belum optimal karena masih menggunakan metode tradisional yang kurang efisien. Kelompok ini memerlukan pendampingan agar hasil produksi meningkat dan dapat memenuhi kebutuhan pangan setempat. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem hidroponik, yaitu budidaya tanaman tanpa tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi. Hidroponik dapat mengurangi kebutuhan lahan untuk budidaya tanaman (Surya & Surbakti, 2024). Metode ini tidak hanya mengatasi masalah kelangkaan lahan tetapi juga menawarkan hasil panen yang lebih tinggi dan kualitas yang lebih baik, tanpa membutuhkan lahan yang sangat luas (Guerrero & Barbieri, 2023). Penelitian telah menunjukkan bahwa sistem hidroponik dapat menghasilkan hasil yang tinggi per hektar lahan sekaligus meminimalkan konsumsi air, menjadikannya solusi yang tepat untuk memenuhi peningkatan permintaan pangan global (Naveena et al., 2024).

Tujuan dilakukannya kegiatan ini adalah meningkatkan *softskill* kelompok tani Lindung Bulan dalam melakukan budidaya tanaman sayur menggunakan system hidroponik. Tanaman sayur yang ditargetkan dalam kegiatan ini pakeoy, sawi, kangkung, dan selada. Kegiatan ini dilakukan untuk memanfaatkan lahan terbatas untuk menghasilkan produksi yang makasimal.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilaksanakan di Desa Tanah Terban, Kecamatan Karang Baru, dengan fokus pada Kelompok Tani Lindung Bulan, yang didirikan pada 2008 dan direvitalisasi pada 2023. Kelompok tani ini memiliki 22 anggota dengan lahan sawah seluas 1 hektar dan kebun sayuran 25 rante. Kegiatan berlangsung selama 4 bulan, dari April hingga Juli 2024, dan melibatkan 5 dosen dari Universitas Samudra dan Universitas Cut Nyak Dhien, dibantu oleh 3 mahasiswa. Tahapan pengabdian tampak pada Gambar 1.

malakukan perawatan pada tanaman sayur yang dibudidayakan. Setelah tanaman mencapai usia yang di inginkan maka tanaman sayur akan dipanen.

4. Monitoring dan Evaluasi

Pemantauan secara intensif dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan program pengabdian ini (Mastuti et al., 2023). Team pengabdian melakukan monitoring pada: peningkatan *softskill*, kemampuan menyemai benih, kemampuan menumbuhkan benih pada media hidroponik, kemampuan mengontrol nutrisi yang tersedia pada air, keberhasilan panen, kemampuan inovasi, dan pendapatan hasil produksi sayuran. Indikator utama dalam keberhasilan program ini adalah terjadinya peningkatan *softskill* kelompok tani hingga 70% dan mampu memperoleh pendapatan hasil produksi hidroponik sebesar Rp. 900.000/bulan.

5. Pendampingan Pasca Pelatihan

Kegiatan pendampingan pasca pelatihan dilakukan dengan memfokuskan pada kekurangan yang masih perlu diperbaiki pada kelompok tani Lindung Bulan. Pelatihan lanjutan juga akan dilakukan pada pemasaran dengan mengharapkan kelompok tani Lindung Bulan menjadi kelompok tani yang unggul.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan dengan kelompok tani Lindung Bulan yaitu:

1. Survey dan koordinasi dengan Kelompok Tani Lindung Bulan

Saat dilakukan survey dan koordinasi dengan kelompok tani lindung bulan terlebih dahulu dilakukan pemaparan tujuan program ini agar keseluruhan team memahami dan dapat mengikuti kegiatan hingga selesai. Hasil koordinasi diketahui bahwa kelompok ini masih belum pernah melakukan budidaya tanaman menggunakan sistem hidroponik. Antusiasme yang tinggi terlihat dari respon masyarakat dalam menyambut program baik ini. Kelompok tani Lindung Bulan menyediakan lahan kelompok, untuk melatih anggotanya.



Gambar 2. Survei dan koordinasi dengan kelompok tani Lindung Bulan

Setelah dilakukan koordinasi dengan kelompok (Gambar 2) maka kelompok tani Lindung Bulan sepakat menerima program pengabdian ini. Hasil koordinasi juga diperoleh keputusan tanaman yang akan dicoba dalam mengimplementasikan budidaya sistem hidroponik ini adalah: pakcoy, sawi, kangkung dan selada. Alat yang digunakan dalam kegiatan ini adalah: rak besi, pompa air, pH meter, TDS meter, bak air, pipa paralon, gergaji pipa, lem pipa, net pot, spayer, dan rockwool sedangkan bahan yang digunakan dalam pengabdian ini adalah bibit sayur, larutan nutrisi air dan pupuk tambahan.

2. Workshop dan pelatihan Hidroponik

Workshop ini dilakukan untuk memberikan pemahaman mendasar kepada kelompok tani Lindung Bulan sehingga memahami sistem kerja dari konsep bertani menggunakan hidroponik ini. Team juga memberikan informasi peluang bisnis dan keuntungan lainnya yang akan diperoleh jika menerapkan budidaya tanaman sayuran menggunakan sistem hidroponik ini. Kelompok tani juga dilatih untuk tetap konsisten dalam berhidroponik. Hidroponik merupakan aktivitas budidaya tanaman yang menyenangkan (Solikhah et al., 2018). Saat workshop team juga menekankan beberapa hal yang sering gagal dilakukan pada pemula seperti: (1) Mengelola nutrisi yang sesuai pada tanaman yang dibudidayakan, (2) Mengola kualitas air sebagai media utama tanaman, (3) Mengatur pencahayaan sehingga tanaman nantinya dapat melakukan fotosintesis, (4) Pengelolaan suhu dan kelembapan, dan (5) Mengelola aliran air yang tepat.



Gambar 3. Woskshop dan pelatihan dalam budidaya tanaman sistem hidroponik

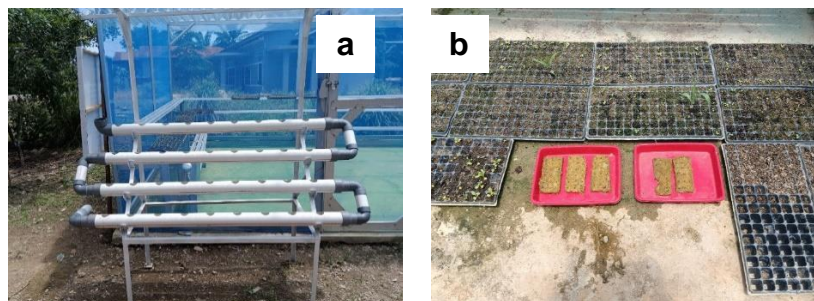
Saat dilakukan workshop (Gambar 3) antusiasme kelompok sangat tinggi pada pelatihan ini. Hal ini terlihat dengan kehadiran seluruh anggota kelompok tani Lindung Bulan. Anggota team juga sangat aktif dalam bertanya. Hal ini dilakukan untuk mencegah banyaknya kendala yang terjadi nantinya saat berlangsungnya pemeliharaan tanaman menggunakan hidroponik ini. Setelah selesai Tanya jawab kegiatan dilanjutkan dengan mempraktekkan langsung. Terlebih dahulu team pendamping mempraktekan perakitan alat hidroponik, persiapan bibit tanaman, dan

perawatan tanaman. Saat dilakukan workshop dan pelatihan ini anggota kelompok juga sangat aktif dalam mencatat segala informasi yang diterima sehingga mereka tidak lupa nantinya saat menerapkannya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam kegiatan hidroponik ini yaitu:

- a. Membentuk rak untuk mendukung pipa dan dibuat dengan kemiringan tertentu sehingga memungkinkan aliran gravitasi larutan nutrisi.
- b. Perakitan pipa paralon dan membuat lubang pada pipa paralon dengan jarak yang sesuai untuk peletakan net pot nantinya
- c. Pemasangan pompa air dengan reservoir larutan nutrisi. Pipa keluar dari pompa dihubungkan dengan ujung pipa pada sistem hidroponik dan harus mengalir kembali ke reservoir untuk siklus air berkelanjutan.
- d. Bak air diisi dengan larutan nutrisi dan air di dalam reservoir.
- e. Melakukan penyemaian benih tanaman sayuran pada rockwool dan setelah tumbuh pindahkan pada net pot. Net pot diletakkan di dalam lubang yang sudah dibuat pada pipa.
- f. Pompa dinyalakan untuk mengalirkan larutan nutrisi dan dipastikan mengalir secara merata dan mengalir ke net pot yang diletakkan.
- g. Untuk menjaga nutrisi pada tanaman yang dipelihara tercukupi maka pemantauan larutan nutrisi perlu dicek secara berkala.

3. Implementasi dan Penerapan Hidroponik

Setelah dilakukan pelatihan maka kelompok tani Lindung Bulan mempraktekan langsung budidaya tanaman menggunakan sistem hidroponik ini. Kelompok tani ini melakukan tahapan-tahapan sesuai dengan pelatihan yang diberikan. Saat dilakukan penerapan langsung oleh kelompok tani koordinasi aktif terus berlangsung untuk mengoptimalkan hasil yang ingin dicapai. Hasil implementasi yang berhasil dilakukan oleh kelompok tani ini (Gambar 4 dan Gambar 5) yaitu:



Gambar 4. Implementasi dan penerapan hidroponik.

(a) persiapan alat dan bahan; (b) penyemaian benih tanaman sayuran

Implementasi penerapan hidroponik (Gambar 4) telah berhasil diikuti oleh kelompok tani ini. Pipa paralon sebagai media hidroponik telah berhasil dibentuk. Pipa paralon dibuat secara bertingkat dan mendatar. Saat melakukan implementasi hidroponik kegagalan yang paling sering terjadi

yaitu penyemaian benih pada rockwool. Hal ini dikarenakan beberapa faktor seperti kualitas benih, penanganan benih yang tidak hati-hati, kepadatan rockwool, dan pencahayaan yang kurang. Kunci utama dalam penyemaian benih pada media ini yaitu rockwool dipastikan memiliki kelembapan yang cukup (tidak tergenang) dan konsisten.



Gambar 5. Perawatan sayuran yang dilakukan oleh kelompok tani Lindung Bulan

Kelompok tani Lindung Bulan merawat tanaman dengan memantau pertumbuhan, memastikan daun tetap sehat, dan menjaga pH serta konsentrasi EC dalam kisaran optimal. Nutrisi diganti setiap 1-2 minggu, tanaman mendapat sinar matahari cukup, dan kelembapan dijaga. Pemangkasan daun atau batang mati juga dilakukan untuk mencegah penyakit dan mendukung pertumbuhan sehat.

Tanaman yang telah mencapai puncak tanam maka akan dilakukan pemanenan. Pemanenan dilakukan dengan sistem cabut akar. Tanaman akan dipanen berkala sesuai dengan permintaan pasar. Hasil produksi tanaman sayur yang diproduksi dipasarkan ke daerah sekitar. Pemasaran dilakukan dari mulut ke mulut dan promosi media sosial (Facebook, dan WhatsApp).

4. Monitoring dan Evaluasi

Kegiatan pelatihan hidroponik yang dilakukan pada kelompok tani Lindung Bulan telah berhasil diterapkan dengan baik. Tanaman sayuran berhasil ditumbuhkan dan berhasil diproduksi hingga dilakukan pemasaran. Hasil monitoring dan evaluasi yang dilakukan (Tabel 1) secara rinci yang dilakukan pada kelompok tani Lindung Bulan yaitu:

Monitoring dan evaluasi (Tabel 1) menunjukkan keberhasilan program ini, dengan kelompok tani menunjukkan tanggung jawab tinggi dan semangat berkembang. Ketekunan mereka dalam menghadapi kegagalan membuktikan potensi besar untuk menjadikan kelompok tani ini unggul dan

mandiri. Kesadaran masyarakat yang meningkat terhadap sayuran organik juga menjadi peluang besar untuk program ini.

Tabel 1. Monitoring dan evaluasi hasil penerapan hidroponik

Indikator	Hasil capaian
Peningkatan <i>softskill</i>	Terjadi peningkatan softskill mencapai 90%
Kemampuan menyemai benih	Benih mampu tumbuh dengan baik hingga >80%
Kemampuan menumbuhkan benih pada media hidroponik	Benih mampu tumbuh dengan baik hingga mencapai >83%
Kemampuan mengontrol nutrisi yang tersedia pada air	Kelompok tani mamahami akan kebutuhan tanaman berdasarkan karakteristik tanaman
Keberhasilan panen	Kelompok berhasil memproduksi hingga panen
Kemampuan inovasi	Kelompok telah berhasil mencoba pada berbagai jenis tanaman
Pendapatan hasil produksi sayuran	Rp. 1.450.000/bulan

5. Pendampingan Pasca Pelatihan

Kelompok tani Lindung Bulan sangat senang dengan hasil kegiatan ini, mampu mengatasi keterbatasan lahan dan menghasilkan produksi yang memuaskan. Pendampingan berkala terus dilakukan untuk menjadikan kelompok tani ini unggul. Pendampingan lanjutan akan fokus pada pelatihan pemasaran digital dan penyediaan sumber daya tambahan untuk meningkatkan produksi.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Pengabdian pada kelompok tani Lindung Bulan berhasil meningkatkan softskill hingga 90% dan meraih keuntungan Rp. 1.450.000/bulan. Mereka juga sukses memproduksi berbagai tanaman sayur seperti pakcoy, sawi, kangkung, dan selada. Pendampingan lanjutan diperlukan untuk mengembangkan program ini lebih lanjut dan diharapkan dapat menciptakan lapangan pekerjaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada LPPM dan PM Universitas Samudra serta Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas bantuan pendanaan untuk program ini. Penghargaan tinggi juga kami sampaikan kepada Dinas Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan Kabupaten Aceh Tamiang beserta seluruh jajarannya dan Mitra Sasaran atas dukungan dan kerja sama yang baik sehingga program ini dapat berjalan lancar.

DAFTAR RUJUKAN

- BPS. (2023a). Kabupaten Aceh Tamiang Dalam Angka. In *Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Tamiang*.
- BPS. (2023b). *Kecamatan Karang Baru dalam Angka*.
- Campbell, B. M., Vermeulen, S. J., Aggarwal, P. K., Corner-dolloff, C., Girvetz, E., Maria, A., Ramirez-villegas, J., Rosenstock, T., Sebastian, L., Thornton, P. K., & Wollenberg, E. (2016). Reducing risks to food security from climate change. *Global Food Security*, 11(2), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.06.002>
- Chen, B., Han, M. Y., Peng, K., Zhou, S. L., Shao, L., Wu, X. F., Wei, W. D., Liu, S. Y., Li, Z., Li, J. S., & Chen, G. Q. (2018). Science of the Total Environment Global land-water nexus : Agricultural land and freshwater use embodied in worldwide supply chains. *Science of the Total Environment*, 614(3), 931–943. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.138>
- Chen, Y., Wang, S., & Wang, Y. (2022). Spatiotemporal Evolution of Cultivated Land Non-Agriculturalization and Its Drivers in Typical Areas of Southwest China from 2000 to 2020. *Remote Sensing*, 14(3), 1–17.
- Colsaet, A., Laurans, Y., & Levrel, H. (2018). Land Use Policy What drives land take and urban land expansion? A systematic review. *Land Use Policy*, 79(August), 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.017>
- Concern Word wide US. (2023). *World hunger facts: What you need to know in 2023*.
- Flörke, M., Schneider, C., & Mcdonald, R. I. (2018). Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth. *Nature Sustainability*, 1(January), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0006-8>
- Gillespie, S., & Bold, M. Van Den. (2017). Agriculture , Food Systems , and Nutrition : Meeting the Challenge. *Advanced Science News*, 8(2), 1–12. <https://doi.org/10.1002/gch2.201600002>
- Gomiero, T. (2016). Soil Degradation , Land Scarcity and Food Security : Reviewing a Complex Challenge. *Sustainability*, 8(3), 1–41. <https://doi.org/10.3390/su8030281>
- Guerrero, L. H., & Barbieri, G. (2023). HydroLab: A Module for the Investigation of Fertigation Strategies in Hydroponics. *Applied Sciences*, 13(6), 1–15.
- Jiao, L. (2015). Landscape and Urban Planning Urban land density function : A new method to characterize urban expansion. *Landscape and Urban Planning*, 139(3), 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.017>
- Kuntardina, A., Luckysyah, N., Shofyanna, W. S., Laeliya, M. R., Agustina, N., Mala, D. K., Fatmawati, R., Aryanto, R., & Alifia, A. F. (2021). Pelatihan menanam Hidroponik dalam Upaya Ketahanan Pangan di Desa Ngejeng Bojonegoro. *Buletin Abdi Masyarakat*, 2(1), 9–18.
- Levkina, R., & Petrenko, A. (2020). Is the Second Generation of Transmigrants More Prosperous? A Study of Intergenerational Welfare in Ex-Transmigration Settlements. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 7(2), 102–118.
- Liu, Y. (2018). Land Use Policy Introduction to land use and rural sustainability in China. *Land Use Policy*, 74(December 2017), 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.032>
- Liu, Y., Li, J., & Yang, Y. (2018). Strategic adjustment of land use policy under the economic transformation. *Land Use Policy*, 74(February 2017), 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.005>
- Mastuti, R., Fuad, M., Alamsyah, W., & Fadhil, E. (2023). Peningkatan Ekonomi Kerakyatan Melalui Program Kosabangsa. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 7(4), 3455–3467.
- Muhammad, N., Sana, S., Behzad, K., Anwar, H., Haidar, A., Aneeza, S., & Zunaira, S. (2023). A critical analysis of wastewater use in agriculture and associated

- health risks in Pakistan. *Environmental Geochemistry and Health*, 45(8), 5599–5618. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00702-3>
- Nassauer, J. I., & Raskin, J. (2014). Landscape and Urban Planning Urban vacancy and land use legacies : A frontier for urban ecological research , design , and planning. *Landscape and Urban Planning*, 125(3), 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.10.008>
- Naveena, A., Saheb, S. N., & Mamidi, R. (2024). Automated hydroponic nutrient control system for smart agriculture. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33(2), 839–846. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v33.i2.pp839-846>
- Patel, S. K., & Verma, P. (2019). *Agricultural growth and land use land cover change in peri-urban India*.
- Rizal, Y., Fuad, M., Mastuti, R., & Sinaga, S. (2023). Peningkatan Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani Melalui Pelatihan Frozen Healthy Food. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 7(6), 5626–5635.
- Santika, Hanun, N., Safuridar, & Asnidar. (2022). Pengaruh Jumlah Penduduk, Angka Harapan Hidup dan Rata-Rata Lama Sekolah Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Di Kabupaten Aceh Tamiang. *OPTIMAL*, 2(4), 1-11
- Santeramo, F. G. (2021). Exploring the link among food loss , waste and food security : what the research should focus on ? *Agriculture & Food Security*, 10(26), 1–3. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00302-z>
- Solikhah, B., Suryarini, T., & Wahyudin, A. (2018). Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga Melalui Pelatihan “Hidroponik.” *Jurnal Abdimas*, 22(2), 121–127. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/abdimas/article/viewFile/16278/758>
- Sun, J., Li, Y. P., Suo, C., & Liu, Y. R. (2019). Impacts of irrigation efficiency on agricultural water-land nexus system management under multiple uncertainties — A case study in Amu Darya River basin , Central Asia. *Agricultural Water Management*, 216(September 2018), 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.01.025>
- Surya, W., & Surbakti, C. (2024). A look at the things that affect modern farmers ' income. *Growth*, 9(2), 103–110.
- Tai, A. P. K., Martin, M. V., & Heald, C. L. (2014). Threat to future global food security from climate change and ozone air pollution. *Nature Climate Change*, 7(1), 12–16. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2317>
- Wang, X. (2022). Managing Land Carrying Capacity : Key to Achieving Sustainable Production Systems for Food Security. *Land*, 11(3), 1–21.
- Wang, X., Chen, B., & Dong, Q. (2023). The Limit of Urban Land Expansion Based on Population Growth and Economic Development: A Case Study of Shandong Province in China. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su15010073>
- Zhao, S., & Yin, M. (2023). Change of urban and rural construction land and driving factors of arable land occupation. *PLoS ONE*, 18(5 MAY), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286248>