

Praktek Budidaya Lele Dalam Kolam Terpal Dan Sayuran Secara Vertikultur Dengan KWT Melati Banyuroto

The Practice of Catfish Cultivation in Tarpaulin Ponds and Vegetables Using Verticulture with the Melati Banyuroto Women's Farmer Group (KWT)

Syafiq Abdi Munif¹, Hafid Widya Prasetyo², Sherlin Ernanda³, Rakhmadani Dinda Ligariana⁴, Amadhea Sausan Meizelia⁵, Slamet Rifaudin⁶, Faiz Fahreza Putranto⁷, Muhammad Toyibul Makmun⁸, Reisy Okan Diar Arsyandi⁹, Descha Tyara Anasya Putri¹⁰, Retno Rusdjijati¹¹, Jefri Permadi¹²

¹²³⁴¹¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

⁵⁶⁷⁸⁹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

¹⁰Program Studi Ekonomi Akuntansi, Universitas Muhammadiyah Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

¹²Program Studi D III Budidaya Perikanan Air Tawar, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: ¹syafiqabdimuif@gmail.com, ²Hafidzprastyo33@gmail.com,

³ernandasherlin7@gmail.com, ⁴rachmadani.dinda.l@gmail.com

⁵deanugasya@gmail.com, ⁶rifaudin28@gmail.com, ⁷faizfahrezaputranto@gmail.com,

⁸adeszyan@gmail.com, ⁹reisyakaan@gmail.com, ¹⁰deschatyara12@gmail.com,

¹¹rusdjijati@ummgl.ac.id, ¹²jefri.pmm@gmail.com

Abstark : Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan ketahanan pangan keluarga dan menekan angka stunting di Desa Banyuroto, Kabupaten Magelang, melalui pelatihan budidaya lele dalam kolam terpal yang terintegrasi dengan vertikultur sayuran bersama 20 anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) Melati Dusun Kenayan. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan, praktik lapangan, serta monitoring dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman peserta dari 15% menjadi 85%, tingkat kelangsungan hidup lele (*survival rate*) sebesar 90%, serta keberhasilan identifikasi dan perbaikan kendala pada sistem vertikultur akibat *water logging* dan kurangnya aerasi media tanam. Program ini berkontribusi pada pemanfaatan lahan pekarangan secara produktif, pemenuhan gizi keluarga, dan pemberdayaan ekonomi masyarakat sebagai upaya jangka panjang pengentasan stunting dan kemiskinan.

Kata kunci: budidaya lele, kolam terpal, vertikultur, KWT, ketahanan pangan, stunting.

Abstract: This community service activity aims to improve family food security and reduce stunting rates in Banyuroto Village, Magelang Regency, through training on catfish cultivation in tarpaulin ponds integrated with vertical vegetable cultivation, involving 20 members of the Melati Women's Farmers Group (KWT) of Kenayan Hamlet. Methods included outreach, technical training, field practice, and periodic monitoring and evaluation. Results demonstrated a significant increase in participants' understanding from 15% to 85%, a catfish seed survival rate of 90%, and successful identification and resolution of verticulture system challenges caused by water logging and insufficient root aeration in the growing media. This program contributes to the productive use of yard space, improved family nutrition, and community economic empowerment as a long-term effort to reduce stunting and poverty rates in the region. **Keywords:** catfish cultivation, tarpaulin ponds, vertical cultivation, KWT, food security.

A. Pendahuluan

Kemiskinan dan pendidikan memiliki keterkaitan yang sangat erat membentuk siklus jahat (*vicious cycle*) di mana keluarga miskin sering kali tidak mampu menyediakan akses pendidikan berkualitas bagi anak-anaknya. Menurut Zhang & Zhao, (2021), siklus jahat *vicious cycle* merupakan kombinasi kuat dari kemiskinan dan kesehatan di daerah agraris di China. Dampak yang terjadi adalah keterlambatan peningkatan keterampilan, penguasaan teknologi yang berimbas pada berkurangnya peluang kerja layak di masa depan yang pada akhirnya mengulang siklus kemiskinan. Studi yang dilakukan Machmud & Ahman, (2017) dari hasil analisis data BPS periode 2004–2015 yang menemukan peningkatan tingkat pendidikan secara signifikan hingga 47,14% terhadap penurunan angka kemiskinan di Indonesia.

Kemiskinan dan kesehatan juga menjadi masalah serius di negara-negara ASEAN termasuk Indonesia. Ledakan populasi di negara-negara ASEAN berkorelasi positif terhadap peningkatan angka kemiskinan, dimana faktor-faktor yang menyertai ledakan populasi penduduk yaitu tingkat ketahanan pangan, pertumbuhan ekonomi dan akses produk pertanian skala domestik (Mukhlis *et al.*, 2021). Menurut Ramlan *et al.*, (2023) rendahnya pertumbuhan ekonomi suatu daerah juga dipicu oleh kondisi stunting yang terjadi pada masa anak-anak. Rumah tangga miskin sering kali menghadapi keterbatasan akses terhadap pangan bergizi, air bersih, sanitasi memadai, serta pelayanan kesehatan preventif dan kuratif yang berkualitas sehingga meningkatkan risiko stunting pada anak balita meningkat.



Gambar 1. Gambaran wilayah Desa Banyuroto: a). anak dengan kondisi stunting, b). lahan pertanian di Desa Banyuroto.

Desa Banyuroto Kabupaten Magelang terletak di dataran tinggi 900 meter dari permukaan laut, dengan potensi daerah berupa pertanian dan peternakan. Berdasarkan survey pendahuluan yang dilakukan oleh tim pengabdian masyarakat UNIMMA pada bulan Januari 2005 menunjukkan permasalahan stunting di kalangan balita menduduki

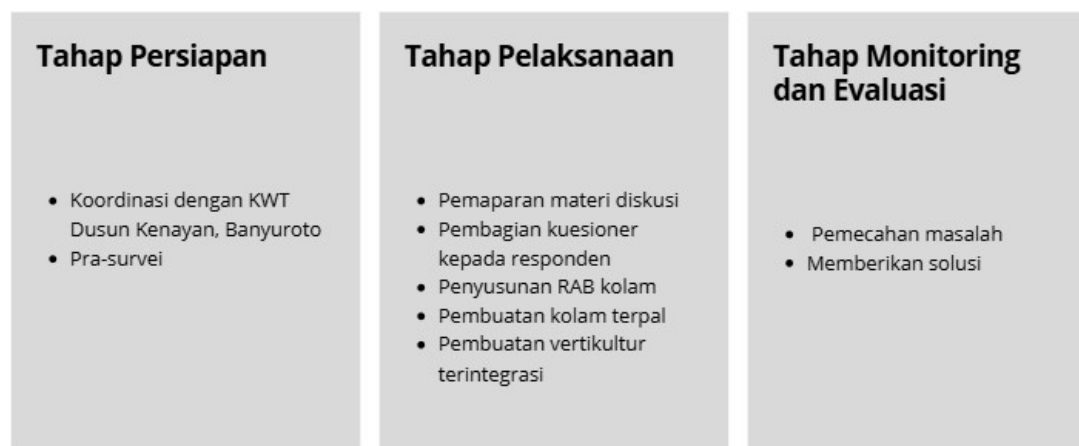
peringkat keempat dari 33 desa lokus stunting di Kabupaten Magelang, dengan persentase 29,06% yang tersebar di 5 dusun di Desa Banyuroto (gambar 1. a). Temuan kejadian stunting di Desa Banyuroto tersebut bertolak belakang dengan potensi wilayahnya sebagai kawasan pertanian penghasil sayur (gambar 1. b). Menurut Christiaensen & Martin, (2018); Mosley & Suleiman, (2007), kegiatan pertanian berkontribusi positif terhadap penurunan angka kemiskinan di suatu wilayah dibanding kawasan non-pertanian sepanjang kondisi strukturalnya mendukung yaitu struktur pasar, akses lahan, infrastruktur, kesenjangan, akses dari desa ke kota dan peran pemerintah dalam mendukung investasi di bidang pertanian tersebut.

Hasil idenfikasi tim menunjukkan bahwa faktor kesenjangan dan infrastruktur diduga berperan penting pada kejadian stunting di Desa Banyurojo. Kesenjangan yang ditemukan di masyarakat sekitar yaitu pendidikan dan infrastruktur yang belum optimal dalam pemanfaatan kegiatan pertanian. Penurunan aspek kognitif dan kapasitas belajar akan menurunkan kemampuan daya saing masyarakat sehingga upaya penyerapan transfer teknologi di bidang pertanian juga tidak optimal sehingga inovasi-inovasi di bidang pertanian yang berpotensi untuk menurunkan angka kemiskinan dan stunting tidak berjalan dengan baik (Isroviyah, 2020; Fernando *et al.*, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan stunting adalah dampak yang muncul dari faktor kesenjangan dan infrastruktur. Sehingga kegiatan pengentasan stunting perlu dilakukan secara teintegrasi dengan aspek pendidikan melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dikemas dalam kegiatan pelatihan budidaya lele yang terintegrasi dengan vertikultur tanaman sayur dengan mitra sasaran yaitu masyarakat Dusun Kenayan yang tergabung dalam Kelompok Wanita Tani Melati (KWT Melati). Tujuan yang dicapai dalam kegiatan ini adalah bertambahnya tingkat pemahaman mitra dalam budidaya perikanan terintegrasi yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pangan untuk menekan angka stunting.

B. Metode

Sasaran program praktek budidaya lele dan sayuran vertikultur adalah ibu-ibu rumah tangga anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) Dusun Kenayan Desa Banyuroto, Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang sebanyak 20 orang. Adapun tahapan kegiatan pelatihan ini terdiri dari tiga tahap yaitu persiapan, pelaksanaan dan monitoring serta evaluasi program (gambar 2).



Gambar 2. Tahapan Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Kegiatan diawali dengan sosialisasi dan pelatihan yang bertujuan untuk membangun pemahaman dasar bagi anggota KWT Dusun Kenayan. Pada tahap ini, tim pelaksana memberikan pemaparan materi secara komprehensif terkait teknik budidaya dan manajemen program, yang kemudian dilanjutkan dengan sesi diskusi interaktif untuk mengakomodasi pertanyaan serta pengalaman praktis dari para peserta. Sebagai bentuk pengukuran efektivitas kegiatan dan penjarangan data awal, dilakukan pula pembagian kuesioner kepada responden untuk mengetahui tingkat pemahaman serta kebutuhan spesifik kelompok sebelum masuk ke tahap teknis.

Kegiatan praktik lapangan ini dilakukan melalui serangkaian tahapan teknis yang dimulai dengan penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) secara partisipatif bersama seluruh anggota KWT selama 1 hari (6-8 jam) guna menanamkan prinsip transparansi serta akuntabilitas dalam pengelolaan dana program, yang kemudian dilanjutkan dengan kegiatan instalasi kolam terpal selama 1 hari penuh sebagai media budidaya ikan dan diakhiri dengan instalasi sistem vertikultur terintegrasi selama 5 hari.

Tahap akhir dari kegiatan ini adalah monitoring dan evaluasi yang dilaksanakan secara berkala untuk menjamin keberlanjutan operasional seluruh sistem setelah implementasi fisik di lapangan selesai dilakukan. Fokus utama dari monitoring dan evaluasi ini mencakup proses identifikasi serta pemecahan masalah yang muncul selama masa pemeliharaan, meliputi kendala teknis pada instalasi fisik maupun hambatan manajerial dalam pengelolaan rutin oleh anggota kelompok. Tim pendamping secara proaktif memberikan solusi praktis serta bimbingan teknis berkelanjutan guna memastikan seluruh infrastruktur berfungsi optimal, sehingga KWT Dusun Kenayan memiliki kemandirian penuh dalam mengelola kolam terpal dan sistem vertikultur tersebut secara produktif dalam jangka panjang.

c. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat di KWT Dusun Kenayan, Banyuroto, diawali dengan penguatan kapasitas sumber daya manusia melalui sesi sosialisasi dan pelatihan teknis. Berdasarkan data observasi lapangan, keterlibatan aktif anggota kelompok menunjukkan antusiasme yang sangat tinggi, yang dibuktikan dengan tingkat kehadiran partisipan mencapai 95% dari total anggota (gambar 3).



Gambar 3. Diskusi Interaktif bersama ibu-ibu KWT

Metode pemaparan materi yang dikombinasikan dengan diskusi interaktif (gambar 5) dianggap efektif dalam mentransfer pengetahuan peserta. Hal ini tercermin secara empiris melalui hasil evaluasi kuesioner (*pre-test* dan *post-test*) yang menunjukkan peningkatan pemahaman teknis yang lebih baik dari *pre test* sebesar 15% meningkat pesat menjadi 85% setelah pelatihan diberikan (gambar 4)



Gambar 4. Grafik hasil *pre-test* dan *post-test* peserta pelatihan

Hasil *pre test* (batang warna biru) dan *post test* (batang warna oranye) menunjukkan kondisi awal di mana tingkat pemahaman teknis responden masih rendah yang ditunjukkan pada rentang nilai di bawah 70,00, yang merepresentasikan tingkat pemahaman awal sebesar 15%. Selanjutnya hasil tersebut meningkat menjadi 85% setelah dilakukan pemaparan materi dan diskusi. Rentang nilai *post test* berkisar antara 80 sampai 90 dengan jumlah peserta sebanyak 12 orang. Hal ini membuktikan bahwa

tingkat pemahaman materi baik lingkup teoritis dan praktis yang diserap oleh peserta pelatihan sangat baik.

Aspek manajerial dari pelatihan ini juga menekankan pada kemandirian kelompok dalam pengelolaan tata kelola keuangan melalui penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Durasi waktu yang dibutuhkan untuk aspek menejerian ini membutuhkan waktu efektif sekitar 6 hingga 8 jam tatap muka. Luaran yang dicapai dari aspek menejerial ini yaitu tumbuhnya prinsip transparansi dan akuntabilitas keuangan dalam pengelolaan program agar tepat guna. Indikator yang berhasil diamati dari aspek ini adalah keberhasilan kelompok dalam mengidentifikasi kebutuhan sarana prasarana secara mendetail dan tercapainya kesepakatan anggaran keuangan yang efisien untuk keberlanjutan program selanjutnya.



Gambar 5 Pembuatan kolam terpal

Tahap praktik lapangan dilakukan setelah tercapainya luaran aspek menejerial. Tahap praktik lapangan meliputi instalasi unit kolam terpal untuk budidaya lele dan instalasi vertikultur sayuran (gambar 6).

Instalasi kolam terpal dilaksanakan selama 1 hari dengan mengacu pada standar teknis budidaya ikan air tawar untuk memastikan kekuatan struktur dan keamanan operasional (gambar 5). Hingga saat ini, unit kolam terpal budidaya lele tersebut berfungsi secara optimal dan menunjukkan keberlanjutan kegiatan budidaya ikan air tawar. Berdasarkan hasil monitoring, tingkat kelangsungan hidup benih ikan (*survival rate*) berada pada angka yang stabil yaitu 90% yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan kolam telah memenuhi standar budidaya ikan intensif yang dipersyaratkan.

Budidaya ikan di dataran tinggi yang dilakukan di Desa Banyuroto merupakan salah satu inovasi budidaya untuk tujuan ketahanan pangan. Menurut Cooke *et al.*, (2016) dan Lynch *et al.*, (2016), budidaya perikanan darat di Asia dan Afrika berpotensi menghasilkan 11 juta ton ikan pertahun yang setara dengan 90% produksi perikanan global, dimana produk perikanan tersebut mengandung nutrisi yang lengkap dan menjadi sumber ekonomi alternatif bagi negara-negara dengan status rentan kemiskinan dan ketahanan pangan.

Instalasi vertikultur sayuran secara teknis dilaksanakan secara bertahap karena jumlah dan perangkat instalasi vertikultur ini lebih kompleks dibanding kolam terpal

budidaya lele sebelumnya. Tingkat kompleksitas instalasi tersebut menyebabkan durasi praktik vertikultur sayuran ini memakan waktu yang lebih lama dari sebelumnya. Durasi waktu pertumbuhan bibit sayur vertikultur dan instalasi vertikultur membutuhkan waktu kurang lebih 14 hari lebih lama dibanding alokasi waktu kegiatan pelatihan secara keseluruhan kegiatan ini, sehingga tahap persemaian benih tidak dilakukan secara terpisah. Akibat yang muncul dari kondisi tersebut yaitu pertumbuhan sayur di pot vertikultur tidak seragam dan cenderung mengalami gagal tumbuh (gambar 6).



Gambar 6 Vertikultur yang di integrasi dengan kolam terpal lele

Kondisi gagal tumbuh tersebut disebabkan karena akar tanaman di media vertikultur mengalami pembusukan akibat media tanam yang terlalu lembab (*water logging*) dan kurangnya suplai oksigen di akar, sebagaimana dinyatakan oleh Siregar *et al.*, (2023), bahwa pertumbuhan sistem perakaran tanaman tidak dapat bekerja optimal apabila kondisi tanah sebagai tempat media tumbuhnya tidak berada pada kondisi yang baik atau optimal. Secara teori, instalasi vertikultur sayuran yang terintegrasi dengan kolam lele tersebut efektif, namun dalam praktik kegiatan ini membutuhkan waktu pengkondisian media tanam dan benih yang lebih lama sehingga sejumlah tahap operasional tidak dapat dilaksanakan dengan optimal.

Faktor pengkondisian media tanam dan benih menjadi aspek penting karena dalam teknik tanam sayur secara vertikultur dan terintegrasi dengan budidaya ikan menghasilkan media tanam dan pupuk dalam kondisi ekstrim, diantaranya yaitu akumulasi senyawa amonia dari kolam budidaya yang terangkut ke dalam media tanam (Yudhi, 2019). Jika akar tanaman belum siap tumbuh di media tanam, maka senyawa amonia akan menjadi racun dan mempercepat pembusukan akar pada media tanam. Faktor lain yang berkontribusi terhadap gagal tumbuh tanaman yaitu kurangnya intensitas cahaya matahari akibat penempatan instalasi vertikultur yang kurang strategis (Gea *et al.*, 2025).

Vertikultur merupakan teknik budidaya tanaman di lahan sempit dengan memanfaatkan lahan pekarangan agar menjadi produktif (Giriwati *et al.*, 2018). Saat ini, vertikultur telah menjadi tren di kalangan masyarakat baik dengan tujuan estetika

sampai ketahanan pangan (Fahreza *et al.*, 2024). Metode tanam sayur secara vertilkultur yang dilaksanakan di Dusun Kenayan, Desa Banyuroto dapat dikatakan sebagai upaya mitigasi ketahanan pangan akibat perubahan iklim yang dapat menurunkan produksi pangan dan pakan ternak. Menurut Gowda *et al.*, (2018), perubahan iklim dapat berdampak pada ketidak stabilan produktivitas pertanian yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan penurunan kualitas tanah dan air. Sehingga tranfer pengetahuan metode tanam sayur secara vertikultur dapat menjadi upaya mitigasi dalam menghadapi bencana akibat perubahan iklim disamping menurunkan angka stunting di Desa Banyuroto.

Tahap akhir program yaitu monitoring berkala dan evaluasi untuk memberikan solusi atas kendala yang muncul di lapangan. Tim mahasiswa melakukan evaluasi kritis dan memberikan solusi praktis berupa modifikasi struktur media tanam agar tidak terendam air secara permanen untuk memberikan ruang aerasi bagi akar. Selain itu, diberikan edukasi tambahan mengenai penggunaan probiotik pengurai guna mempercepat konversi amonia menjadi nutrisi tanaman (nitrat). Pendampingan berkelanjutan ini memastikan KWT Dusun Kenayan tetap termotivasi untuk melakukan penanaman ulang dengan teknik yang telah diperbaiki demi tercapainya kemandirian pangan jangka panjang.

D. Simpulan

Program pengabdian masyarakat melalui pelatihan budidaya lele dalam kolam terpal yang terintegrasi dengan vertikultur sayuran bersama anggota KWT Melati Dusun Kenayan, Desa Banyuroto berhasil meningkatkan pemahaman dan kapasitas teknis peserta secara signifikan, yang dibuktikan dengan peningkatan hasil evaluasi dari 15% (*pre-test*) menjadi 85% (*post-test*). Keberhasilan ini menunjukkan bahwa metode pelatihan kombinasi sosialisasi, praktik lapangan, dan pendampingan efektif dalam mentransfer pengetahuan budidaya perikanan terintegrasi kepada masyarakat. Secara teknis, budidaya lele dalam kolam terpal berjalan optimal dengan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) sebesar 90%, sehingga berpotensi memenuhi kebutuhan protein hewani keluarga sebagai upaya penurunan angka stunting di Desa Banyuroto. Meskipun sistem vertikultur menghadapi kendala *water logging* dan kekurangan aerasi media tanam, solusi berupa modifikasi media tanam dan pemberian probiotik pengurai telah diberikan sebagai dasar perbaikan untuk keberlanjutan program. Secara keseluruhan, program ini berkontribusi nyata dalam pemanfaatan lahan pekarangan secara produktif, peningkatan ketersediaan pangan bergizi, serta pemberdayaan ekonomi keluarga sebagai langkah konkret pengentasan stunting dan kemiskinan di Desa Banyuroto.

Daftar Rujukan

(Syafiq Abdi Munif, Hafid Widya Prasetyo, Sherlin Ernanda, Rakhmadani Dinda Ligariana, Amadhea Sausan Meizelia, Slamet Rifaudin, Faiz Fahreza Putranto, Muhammad Toyibul Makmun, Reisy Okan Diar Arsyandi, Descha Tyara Anasya Putri, Retno Rusdijati, Jefri Permadi)

poverty reduction – Eight new insights. *World Development*, 109, 413–416.

(Syafiq Abdi Munif, Hafid Widya Prasetyo, Sherlin Ernanda, Rakhmadani Dinda Ligariana, Amadhea Sausan Meizelia, Slamet Rifaudin, Faiz Fahreza Putranto, Muhammad Toyibul Makmun, Reisy Okan Diar Arsyandi, Descha Tyara Anasya Putri, Retno Rusdijjati, Jefri Permadi)

- <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.027>
- Cooke, S. J., Allison, E. H., Beard, T. D., Arlinghaus, R., Arthington, A. H., Bartley, D. M., Cowx, I. G., Fuentevilla, C., Leonard, N. J., Lorenzen, K., Lynch, A. J., Nguyen, V. M., Youn, S., Taylor, W. W., & Welcomme, R. L. (2016). On the sustainability of inland fisheries : Finding a future for the forgotten. *Ambio*, 45(7), 753–764. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0787-4>
- Fahreza, D. R., Syakur, A. A., Oktariansah, S. A., Kurniawan, B., & Lesmana, R. (2024). Analysis Of Verticulture As An Aternative Agricultural Method In Indonesia. *Journal of Engineering Science and Technology*, 19(2), 590–597.
- Gea, M. G., Zendrato, R. J., Telaumbanua, S. O., & Ndraha, A. B. (2025). *Pertanian Perkotaan , Solusi Inovatif untuk Ketahanan Pangan di Tengah Kota*.
- Giriwati, N. S. S., Citraningrum, A., & Setyabudi, I. (2018). Urban farming : people preference towards verticulture model in small housing type- settlements in Malang as sustainable landscape movement. *Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–19.
- Gowda, L., Steiner, J. L., Olson, C., Boggess, M., Farrigan, T., & Grusak, M. A. (2018). *Agriculture and Rural Communities*. AgEcon Search: Research in Agricultural and Applied Economics. <https://doi.org/10.7930/NCA4.2018.CH10>
- Isroviyah, N. (2020). *Analisis Pengaruh Pendidikan Dan Kesehatan Terhadap Kemiskinan Di Indonesia Tahun 2016-2020*.
- Lynch, A. J., Cooke, S. J., Deines, A. M., Bower, S. D., Bunnell, D. B., Cowx, I. G., Nguyen, V. M., Nohner, J., Phouthavong, K., Riley, B., Rogers, M. W., Taylor, W. W., Woelmer, W., Youn, S., & Beard, T. D. (2016). The social , economic , and environmental importance of inland fish and fisheries. *NRC Research Press*, 121(February), 115–121.
- Machmud, A., & Ahman, E. (2017). *Relationship Education with Poverty in Indonesia. Iceee*.
- Mosley, P., & Suleiman, A. (2007). Aid , Agriculture and Poverty in Developing Countries. *Review of Development Economics*, 11(1), 139–158. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2006.00354.x>
- Mukhlis, I., Gürçam, Ö. S., & Hendrati, I. M. (2021). Poverty And Food Security : A Reality in ASEAN Countries. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 13(1), 1–15.
- Ramlan, P., Sukri, P., & Abdullah, M. T. (2023). Poverty and Stunting : A Socioeconomic Analysis of Vulnerable Communities ; a Systematic Literature Review. *Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1475/1/012026>
- Siregar, M., Lubis, N., & Ramadhan, A. (2023). *POTENSI PEMAKAIAN BERBAGAI MACAM MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN PADI (Oryza sativa L .) DENGAN SISTEM AKUAPONIK VERTIKULTUR*. 25(4), 3478–3488.
- Yudhi, S. (2019). *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*.
- Zhang, L., & Zhao, Y. (2021). Breaking the Vicious Cycle between Illness and Poverty : Empirical Actions on Land Use in an Oasis Agricultural Area. *Land*, 10(4), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land10040335>