

Perbandingan Produktivitas Dan Kualitas Pertanian Sawi Pagoda Antara Metode Konvensional Dan Metode Digitalisasi Dengan Mesin Otomasi Hydroponik Dan Greenhouse

Eti Yulianti

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Email: 20042010055@student.upnjatim.ac.id

Siti Ning Farida

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Email: siti_farida.adbis@upnjatim.ac.id

Korespondensi penulis: 20042010055@student.upnjatim.ac.id

ABSTRACT. *This study aims to compare the productivity and quality of pagoda mustard farming between conventional methods and digitalization methods using hydroponic and greenhouse automation machines. The research method used is qualitative with an interview approach and literature study. Interviews were conducted to gain an in-depth understanding of the farmer's experience, the challenges faced, and the differences in productivity and quality of agricultural output between the two methods. In addition, a literature study was conducted to collect relevant information about the advantages, limitations and effects of conventional methods and digitalization methods in pagoda mustard farming. The references used include scientific journals, books, articles and other sources of information related to the research topic. The results of this study are expected to provide a better understanding of the comparison of productivity and quality of pagoda mustard farming between conventional methods and digitalization methods with hydroponic and greenhouse automation machines. These findings can serve as a basis for farmers, researchers and practitioners in choosing the most effective and efficient method of cultivating pagoda mustard.*

Keywords: *Industrial digitization, productivity, hydroponic, greenhouse.*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda antara metode konvensional dan metode digitalisasi yang menggunakan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan wawancara dan studi pustaka. Wawancara dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang pengalaman petani, tantangan yang dihadapi, dan perbedaan dalam produktivitas dan kualitas hasil pertanian antara kedua metode tersebut. Selain itu, studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang relevan tentang keuntungan, keterbatasan, dan pengaruh metode konvensional dan metode digitalisasi dalam pertanian sawi pagoda. Referensi yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku, artikel, dan sumber informasi lainnya yang terkait dengan topik penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perbandingan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda antara metode konvensional dan metode digitalisasi dengan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*. Temuan ini dapat menjadi landasan bagi petani, peneliti, dan praktisi dalam memilih metode yang paling efektif dan efisien dalam budidaya pertanian sawi pagoda.

Kata Kunci: Digitalisasi industri, produktivitas, *hydroponic*, *greenhouse*.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam menyediakan pangan dan memenuhi kebutuhan manusia. Namun, tantangan dalam pertanian konvensional, seperti keterbatasan lahan, perubahan iklim, dan peningkatan populasi, telah mendorong pengembangan metode pertanian yang lebih efektif dan efisien. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah digitalisasi industri pertanian dengan menggunakan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*.

Sawi pagoda merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Namun, dalam budidaya sawi pagoda dengan metode konvensional, petani sering menghadapi kendala seperti keterbatasan lahan, tergantung pada faktor cuaca, dan risiko terhadap serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda antara metode konvensional dan metode digitalisasi dengan menggunakan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*. Dalam penelitian ini, akan dianalisis perbedaan dalam hal produksi tanaman, kualitas hasil panen, efisiensi penggunaan sumber daya, serta dampak lingkungan dari kedua metode tersebut.

LANDASAN TEORI

Pertanian Konvensional

Pertanian konvensional merujuk pada metode pertanian tradisional yang melibatkan penggunaan tanah, air, pestisida, dan pupuk kimia. Para ahli telah mengamati kelebihan dan kekurangan pertanian konvensional. Kelebihannya adalah bahwa metode ini telah digunakan secara luas dan dapat menghasilkan hasil panen yang signifikan. Namun, pendekatan ini juga memiliki kelemahan, seperti peningkatan risiko kerusakan lingkungan, penggunaan pestisida yang berpotensi merusak kesehatan manusia, dan ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas.

Kendala pada sistem pertanian konvensional di Indonesia terjadi karena Indonesia merupakan negara tropis dengan kondisi lingkungan yang kurang menunjang, seperti curah hujan yang tinggi. Kondisi tersebut dapat mengurangi keefektifan penggunaan pupuk kimia di lapangan karena pencucian hara tanah, sehingga menyebabkan pemborosan dan mengakibatkan tingkat kesuburan tanah yang rendah dengan produksi yang rendah secara kuantitas maupun kualitas. Suhu dan kelembaban udara tinggi sepanjang tahun cenderung menguntungkan perkembangan gulma, hama, dan penyakit. Di dataran tinggi, masalah erosi

tanah dan persistensi organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan faktor pembatas produktivitas tanaman petani.

Digitalisasi Industri Pertanian

Digitalisasi industri pertanian adalah penerapan teknologi digital dan informasi dalam praktik pertanian, seperti penggunaan sensor, robotika, analitik data, dan kecerdasan buatan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan pertanian. Para ahli mengakui bahwa digitalisasi industri pertanian dapat memberikan manfaat signifikan, seperti pemantauan dan pengendalian yang lebih akurat, penggunaan sumber daya yang lebih efisien, dan pengurangan kerugian hasil panen.

Mesin Otomasi *Greenhouse* Dan *Hydroponic*

Greenhouse (rumah kaca) didefinisikan sebagai sebuah rumah atau bangunan yang tembus sinar matahari yang dimanfaatkan untuk menanam tanaman agar tanaman tersebut tumbuh secara optimal dan sesuai harapan. Begitu juga dengan perawatan, termasuk kondisi ruangan di dalam *greenhouse* yang meliputi faktor sinar matahari yang cukup, suhu dan kelembaban yang dibutuhkan. (SETIAWAN, 2016)

FAO menggambarkan hidroponik sebagai teknik bercocok tanam di mana akar tanaman diberi solusi nutrisi yang komprehensif dan akurat, tanpa memanfaatkan tanah sebagai medium pertumbuhan. Pendekatan ini memungkinkan kontrol yang lebih optimal terhadap nutrisi, kelembaban, dan kondisi lingkungan pertumbuhan, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air dan zat-zat gizi.

Teknologi otomasi *greenhouse* dan hidroponik adalah solusi yang digunakan untuk mengatur dan memonitor kondisi pertumbuhan tanaman di dalam rumah kaca serta mengelola pemberian nutrisi dalam sistem hidroponik. Ahli telah mengamati bahwa penggunaan mesin otomasi ini dapat memberikan manfaat seperti pengendalian suhu dan kelembaban yang ideal, penggunaan air dan nutrisi yang efisien, serta mengurangi risiko penyakit tanaman.

Produktivitas Dan Kualitas Pertanian

Produktivitas pertanian mengacu pada hasil produksi yang diperoleh dari setiap unit lahan, waktu, atau sumber daya yang digunakan. Aspek kualitas pertanian mencakup elemen seperti rasa, nilai gizi, kandungan nutrisi, resistensi terhadap penyakit, dan penampilan fisik tanaman. Para pakar menyatakan bahwa peningkatan efisiensi pertanian dapat dicapai melalui penerapan teknologi modern, praktik budidaya yang efektif, dan manajemen yang terampil. Sementara itu, kualitas pertanian juga dapat ditingkatkan melalui seleksi varietas unggul,

pengelolaan hama dan penyakit yang optimal, serta penggunaan teknik pengolahan pasca panen yang sesuai..

Peningkatan produktivitas dan kualitas pertanian dapat tercapai melalui peningkatan produktivitas dan kualitasnya. Dengan meningkatnya nilai tambah, petani memiliki kesempatan untuk mendapatkan harga jual yang lebih tinggi untuk produk mereka. Hal ini terkait dengan adanya permintaan pasar yang lebih tinggi terhadap produk yang memiliki tingkat produktivitas dan kualitas yang baik. Di tengah persaingan pasar yang sengit, produk pertanian yang menunjukkan produktivitas dan kualitas yang unggul cenderung memberikan peningkatan pendapatan bagi para petani.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif. Penelitian kualitatif adalah Denzin dan Lincoln dalam jurnal (Fadli, 2021) menjelaskan bahwa penelitian kualitatif adalah pendekatan penelitian yang berfokus pada pemahaman, penjelasan, dan interpretasi tentang fenomena sosial dalam konteks alami. Penelitian ini menggunakan metode seperti wawancara, observasi partisipatif, analisis dokumen, dan pengumpulan data lainnya untuk memahami makna yang diberikan oleh individu dan kelompok terkait dengan fenomena yang diteliti.

Terdapat penggunaan data primer melalui wawancara dan data sekunder melalui studi pustaka. Berikut penjelasan mengenai jenis dan sumber data dalam penelitian ini:

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari sumber aslinya. Dalam penelitian ini, data primer dikumpulkan melalui wawancara. Wawancara adalah proses interaksi antara peneliti dengan responden untuk mendapatkan informasi secara langsung. Wawancara melibatkan pertanyaan-pertanyaan terstruktur atau tidak terstruktur yang dirancang untuk memahami pandangan, pengalaman, dan persepsi responden terkait dengan topik penelitian.

Wawancara dilakukan dengan petani milenial yang memiliki pengalaman langsung mengenai budidaya sawi pagoda menggunakan mesin otomasi *hydroponic* dan *greenhouse*. Sebagai studi komparasi dalam penelitian ini wawancara dilakukan kepada petani local budidaya sawi pagoda secara konvensional. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang pengalaman mereka, tantangan yang dihadapi, dan perbedaan dalam produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang mendalam tentang pengalaman, persepsi, dan penilaian

mereka terkait produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda menggunakan kedua metode tersebut.

Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain untuk tujuan lain, namun relevan dengan penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui studi pustaka atau analisis literatur yang melibatkan pencarian dan penggunaan sumber-sumber terpercaya seperti jurnal ilmiah, buku, laporan, dan dokumen terkait lainnya. Data sekunder digunakan untuk memperoleh pemahaman tentang hasil penelitian sebelumnya, teori-teori yang relevan, serta informasi lain yang mendukung penelitian ini.

Sumber data primer berupa wawancara dengan petani atau ahli pertanian dapat memberikan insight mendalam tentang pengalaman mereka dalam menggunakan metode konvensional dan metode digitalisasi. Sementara itu, data sekunder melalui studi pustaka memberikan dasar teoritis dan informasi terkait penelitian sebelumnya, yang menjadi landasan untuk mengembangkan kerangka teoritis dan membandingkan hasil penelitian yang ada dengan penelitian yang dilakukan.

Dengan memadukan data primer dari wawancara dan data sekunder melalui studi pustaka, penelitian ini dapat menghasilkan pemahaman yang komprehensif tentang perbandingan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda antara metode konvensional dan metode digitalisasi dengan mesin otomatis *hydroponik* dan *greenhouse*.

Penelitian ini memiliki signifikansi penting dalam pengembangan pertanian modern. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perbandingan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda antara metode konvensional dan metode digitalisasi dengan mesin otomatis *hydroponik* dan *greenhouse*. Temuan ini dapat menjadi landasan bagi petani, peneliti, dan praktisi dalam memilih metode yang paling efektif dan efisien dalam budidaya pertanian sawi pagoda.

Fokus Penelitian ini yaitu pada perbandingan antara metode konvensional dan metode digitalisasi dengan mesin otomatis *hydroponik* dan *greenhouse* dalam budidaya sawi pagoda. Penelitian ini akan dilakukan di wilayah tertentu dan melibatkan sejumlah petani sebagai sampel. Sebagai penelitian kualitatif, data yang dikumpulkan akan dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang perbandingan tersebut.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan pertanian berkelanjutan dan memberikan panduan bagi pengambilan keputusan dalam penerapan metode pertanian yang lebih efektif dan efisien.

HASIL PENELITIAN

Hasil wawancara dan studi Pustaka mengenai penelitian perbandingan produktivitas dan kualitas pertanian sawi pagoda antara metode konvensional dan metode digitalisasi dengan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*, didapatkan data sebagai berikut:

Pertanian Konvensional

Hasil dari analisis dan wawancara terhadap petani pada budidaya sawi pagoda secara konvensional pada petani di daerah DI Yogyakarta dihasilkan:

Table 1 Tinggi tanaman (cm) sawi pagoda dengan pemberian jenis pupuk anorganik

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
P0 (Tanpa Pemupukan)	5,83	9,97	12,18	12,67
P4 (Urea 111 KgHa-1)	5,08	8,04	10,33	11,98
P5 (Urea 222 KgHa-1)	5,16	5,16	11,23	13,40
P6 (Urea 333KgHa-1)	5,52	9,21	11,71	13,88
Nilai Standar Deviasi	0,39	0,73	1,22	0,84

Table 2 Jumlah daun sawi pagoda dengan pemberian jenis pupuk anorganik

Perlakuan	Jumlah Daun			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
P0 (Tanpa Pemupukan)	6	8	9	11
P4 (Urea 111 KgHa-1)	6	6	8	10
P5 (Urea 222 KgHa-1)	6	8	10	13
P6 (Urea 333KgHa-1)	6	8	11	12
Nilai Standar Deviasi	0,42	0,69	0,94	0,99

Jumlah Daun:

- Perlakuan dengan pemupukan urea pada dosis yang berbeda menunjukkan peningkatan jumlah daun sawi pagoda dari minggu ke minggu.
- Perlakuan P5 (Urea 222 KgHa-1) dan P6 (Urea 333KgHa-1) memberikan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
- Variabilitas jumlah daun dalam setiap perlakuan rendah, ditunjukkan oleh nilai standar deviasi yang rendah.

Tinggi Tanaman:

- Perlakuan dengan pemupukan urea menunjukkan peningkatan tinggi tanaman sawi pagoda dari minggu ke minggu.
- Perlakuan P6 (Urea 333KgHa-1) memberikan tinggi tanaman yang paling tinggi pada setiap minggu pengamatan.

- c) Variabilitas tinggi tanaman dalam setiap perlakuan rendah, ditunjukkan oleh nilai standar deviasi yang rendah.

Pemberian pupuk urea pada dosis yang lebih tinggi, terutama P6 (Urea 333KgHa-1), memiliki pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pagoda dalam hal jumlah daun, tinggi tanaman. Variabilitas dalam pertumbuhan dan produksi tanaman beragam antara perlakuan yang berbeda.

Metode Digitalisasi Pertanian (Mesin Otomasi *Hydroponic & Greenhouse*)

Table 3 Plan Growth sawi pagoda dengan metode otomasi hydroponic dan greenhouse

Date	02 Mei 2023	
Week	4	
HST	28	
Plant No.	Height (cm)	Leaf Count
1	17	33
2	15	39
3	16.4	31
4	17	20
5	15.3	23
6	16	25
7	16	30
8	20	30
9	20	30
10	20.4	30
Average	17.31	29.1

Berdasarkan tabel plan growth sawi pagoda pada MST 28 (minggu ke-4), berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

1. Tinggi Tanaman: Rata-rata tinggi tanaman sawi pagoda pada minggu ke-4 adalah 17.31 cm. Tinggi tanaman berkisar antara 15 cm hingga 20.4 cm. Tanaman nomor 9 memiliki tinggi tertinggi dengan 20 cm.
2. Jumlah Daun: Rata-rata jumlah daun pada minggu ke-4 adalah 29.1. Jumlah daun pada tanaman sawi pagoda berkisar antara 20 hingga 39 lembar. Tanaman nomor 2 memiliki jumlah daun terbanyak dengan 39 lembar.

Table 4 Perbandingan sistem pertanian sawi pagoda

Aspek	konvensional	<i>Hydroponic & Greenhouse</i>
Waktu Perkecambahan	Benih sawi pagoda akan berkecambah dalam waktu sekitar 5-7 hari setelah penanaman.	Benih sawi pagoda akan berkecambah dalam waktu 1-2 hari setelah penanaman.
Periode Vegetatif	Tanaman sawi pagoda pada fase vegetatif biasanya tumbuh dengan cepat dalam waktu sekitar 20-30 hari. Pada fase ini, tanaman menghasilkan daun hijau yang lebar dan subur.	Pada fase vegetatif pada 34 HST (Hari Setelah Tanam) tanaman sawi pagoda, umumnya terjadi pertumbuhan yang intensif dalam hal pertumbuhan daun dan batang. Fase vegetatif ini adalah periode di mana tanaman fokus pada perkembangan struktur vegetatifnya
Waktu Panen	Tanaman sawi pagoda dapat dipanen biasanya sekitar 60-70 hari setelah penanaman. Dengan ukuran: <ul style="list-style-type: none"> - Tinggi Tanaman: 20 cm - Jumlah Daun: rata rata 10-13 - Berat Segar: 50-90 gram. 	Tanaman sawi pagoda dapat dipanen sekitar 34 HST (4 Mei 2023). Dengan ukuran: <ul style="list-style-type: none"> - Tinggi Tanaman: 22.41 cm. - Jumlah Daun: 48.4. - Berat Segar: 141.38 gram.
Biaya	kisaran biaya dari masing-masing komponen yang telah disebutkan sebelumnya, total biaya keseluruhan dapat berkisar antara Rp 6.000.000 hingga Rp 20.000.000 per hektar. Namun, perlu dicatat bahwa ini hanya merupakan perkiraan umum dan biaya aktual dapat berbeda tergantung pada faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya.	Jika diperhitungkan dengan mesin otomasi (dengan harga 12.490.000 – 37.599.000) Dengan biaya variabel tanaman sawi pagoda yaitu (16 Maret 2023) Total pengeluaran : Rp. 108.000

Selain beberapa perbandingan diatas, dalam melakukan perbandingan antara budidaya pertanian sawi pagoda secara konvensional dan budidaya pertanian sawi pagoda secara *hydroponik*, terdapat beberapa hasil komparasi yang dapat diperoleh. Berikut adalah beberapa aspek yang umumnya dibandingkan:

1. Produktivitas: Dalam banyak kasus, budidaya pertanian sawi pagoda secara *hydroponik* cenderung menghasilkan tingkat produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya konvensional. Hal ini disebabkan oleh kontrol yang lebih baik terhadap nutrisi, air, dan kondisi lingkungan dalam sistem hidroponik.
2. Kualitas: Budidaya pertanian sawi pagoda secara *hydroponik* cenderung menghasilkan kualitas produk yang lebih baik. Tanaman yang ditanam dalam sistem *hydroponik* memiliki akses yang lebih baik terhadap nutrisi dan air, sehingga dapat menghasilkan sayuran yang lebih segar, bersih, dan memiliki nilai gizi yang tinggi.
3. Efisiensi penggunaan sumber daya: Budidaya pertanian sawi pagoda secara *hydroponik* dapat menggunakan sumber daya seperti air dan pupuk dengan lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional. Dalam sistem *hydroponik*, air dapat dikontrol secara akurat sehingga mengurangi pemborosan air, sedangkan pupuk juga dapat diberikan dalam jumlah yang tepat sehingga mengurangi limbah pupuk.
4. Pengendalian hama dan penyakit: Dalam budidaya pertanian sawi pagoda secara konvensional, pengendalian hama dan penyakit dapat menjadi tantangan yang kompleks. Namun, dalam budidaya pertanian sawi pagoda secara *hydroponik*, lingkungan tumbuh yang terkontrol dapat membantu mengurangi risiko infestasi hama dan penyakit.
5. Kebutuhan ruang: Budidaya pertanian sawi pagoda secara *hydroponik* dapat dilakukan di ruang yang lebih terbatas dibandingkan dengan metode konvensional. Sistem *hydroponik* vertikal atau rakitan dapat memanfaatkan ruang secara efisien, sehingga cocok untuk daerah perkotaan atau lahan terbatas.

Namun, penting untuk dicatat bahwa hasil komparasi ini dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti pengelolaan pertanian, teknologi yang digunakan, varietas tanaman, dan kondisi lingkungan setempat. Oleh karena itu, hasil komparasi yang spesifik akan bergantung pada konteks dan kondisi penelitian yang dilakukan.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa digitalisasi industri pertanian dengan menggunakan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse* memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas petani. Penerapan teknologi ini dapat membantu mengatasi beberapa masalah pertanian seperti penurunan hasil panen, ketergantungan pada musim, dan kerja manual yang berat.

Industri pertanian dengan menggunakan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse* memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas petani. Penerapan teknologi ini mampu mengurangi kerja manual petani, meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengontrol kualitas tanaman, dan mempercepat waktu panen.

Namun, penggunaan teknologi ini juga masih menghadapi beberapa tantangan, seperti biaya awal yang tinggi dan ketergantungan pada koneksi internet. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemerintah dan organisasi swasta untuk mengembangkan lebih lanjut teknologi ini dan memperluas aksesibilitasnya bagi petani, serta penerapan teknologi ini juga harus diimbangi dengan kesadaran dan keterampilan petani untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi tersebut.

SARAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian global, namun sejumlah masalah dan tantangan menghambat pertumbuhan dan produktivitasnya.

Penyediaan Infrastruktur: Pemerintah dan lembaga terkait harus mendukung pengembangan infrastruktur yang diperlukan untuk menerapkan teknologi mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*. Hal ini meliputi penyediaan listrik yang stabil, akses internet yang cepat, dan dukungan teknis bagi petani.

Pelatihan dan Pendidikan: Petani perlu mendapatkan pelatihan dan pendidikan yang memadai untuk mengoperasikan dan memanfaatkan teknologi ini. Pemerintah dan organisasi pertanian dapat bekerja sama untuk menyelenggarakan program pelatihan dan pendidikan yang efektif dalam penerapan mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*.

Dukungan Keuangan: Pemerintah dan lembaga keuangan harus memberikan dukungan keuangan kepada petani untuk membeli mesin otomasi *hydroponik* dan *greenhouse*. Ini dapat berupa pinjaman dengan suku bunga rendah atau skema subsidi untuk mendorong adopsi teknologi ini.

DAFTAR PUTSAKA

- Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *Humanika*, 21(1), 33–54.
<https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38075>
- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M. (2020). Correction to: Aquaponics Food Production Systems. In *Aquaponics Food Production Systems*.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_25
- Gruda, N. S. (2013). Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops: Principles for Mediterranean climate areas. In *Fao* (Vol. 4, Issue July 2013).
- Howard Herzog, B. E. and O. K. (n.d.). *Capturing Greenhouse Gases*.
<https://www.jstor.org/stable/26058603>
- Ilyas. (n.d.). *Optimalisasi peran petani milenial dan digitalisasi pertanian dalam pengembangan pertanian di Indonesia*.
<https://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/FORUM EKONOMI/article/view/10364>
- Irma L. Almager, Selenda Cumby, M. H. A. (n.d.). *Developing Human Capital through Instructional Leadership: Learning to Coach during Principal Preparation*.
[https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=3021766](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=3021766)
- Pendahuluan, I. (2016). *I. pendahuluan 1.1*. 1–3.
- Ria Dwi Jayati, I. S. (n.d.). *PERBEDAAN PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN SAWI PAGODA MENGGUNAKAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI ECENG GONDOK DAN LIMBAH SAYUR*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31540/biosilampari.v1i2.246>
- SETIAWAN, D. (2016). *SISTEM KENDALI SUHU UDARA DAN KELEMBABAN TANAH PADA MINIATUR GREEN HOUSE DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA* 328.
<https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/455/433>
- Sri Wahyuni, Mujib Wahyudi, A. R. (n.d.). *Rekayasa Digitalisasi Pertanian Hidroponik NFT dengan Model Kendali Suhu, pH dan Electrical Conductivity (EC)*.
<https://journal.trunojoyo.ac.id/rekayasa/article/view/9217>