

GreenAgriSolar dan Masa Depan Pertanian Indonesia: Menjawab Tantangan Efisiensi Energi Serta Kemandirian Petani Melalui Pemanfaatan Tenaga Surya

Dapit Andriansah¹, Bambang Dwi Yoghaswara Putra², Santi Tri Utami³, Siti Qomariyah⁴, Henny Malini⁵, Utan Sahiro Ritongga⁶

^{1,2,3,4,5,6} Prodi Agribisnis Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Universitas Sriwijaya

Email : dapitandriansah25@gmail.com

ABSTRACT

Indonesian agriculture faces significant challenges in maintaining energy efficiency and farmer independence amidst increasing food demand and limited fossil fuel resources. The GreenAgriSolar concept presents itself as an integrative innovation that combines sustainable agricultural systems with solar energy utilization. Through the application of solar panel technology on agricultural land, this system not only provides a clean energy source for agricultural operations such as irrigation, drying, and crop processing but also increases productivity and reduces long-term energy costs. Furthermore, GreenAgriSolar has the potential to strengthen farmer independence through independent and environmentally friendly energy management. This study aims to analyze the application of GreenAgriSolar in supporting energy efficiency in the agricultural sector and its contribution to farmer independence and economic sustainability. The results of the study indicate that the implementation of the agrisolar system can be a strategic solution in realizing green and competitive agriculture in Indonesia's clean energy transition era.

Keywords: *GreenAgriSolar, Energy Efficiency, Sustainable Agriculture, Solar Power, Farmer Independence*

ABSTRAK

Pertanian Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam menjaga efisiensi energi dan kemandirian petani di tengah meningkatnya permintaan pangan dan terbatasnya sumber daya bahan bakar fosil. Konsep GreenAgriSolar hadir sebagai inovasi integratif yang menggabungkan sistem pertanian berkelanjutan dengan pemanfaatan energi surya. Melalui penerapan teknologi panel surya di lahan pertanian, sistem ini tidak hanya menyediakan sumber energi bersih untuk operasional pertanian seperti irigasi, pengeringan, dan pengolahan hasil panen, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya energi jangka panjang. Lebih lanjut, GreenAgriSolar berpotensi memperkuat kemandirian petani melalui pengelolaan energi yang mandiri dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan GreenAgriSolar dalam mendukung efisiensi energi di sektor pertanian dan kontribusinya terhadap kemandirian petani dan keberlanjutan ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem agrisolar dapat menjadi solusi strategis dalam mewujudkan pertanian hijau dan berdaya saing di era transisi energi bersih Indonesia.

Kata kunci: GreenAgriSolar, Efisiensi Energi, Pertanian Berkelanjutan, Tenaga Surya, Kemandirian Petani

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu bidang penting dalam ekonomi Indonesia karena memberikan kontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan, peningkatan lapangan kerja, dan perbaikan kualitas hidup masyarakat di daerah pedesaan. Sebagian besar aktivitas pertanian di Indonesia masih bergantung pada energi berbasis fosil yang tidak hanya mahal tetapi memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, kondisi ini menuntut adanya inovasi teknologi yang mampu menyediakan sumber energi alternatif yang bersih, efisien, dan dapat dimanfaatkan secara mandiri oleh para petani. Penerapan konsep GreenAgriSolar masih terintegrasi dengan pemanfaatan teknologi surya dalam kegiatan pertanian sehingga menjadi tantangan dalam permasalahan tersebut agar mendukung proses produksi pertanian seperti irigasi, pengeringan hasil panen, hingga penerangan area pertanian seperti irigasi dan pengelolaan hasil panen (Guno & Agaton, 2022)

Penerapan ekonomi hijau dalam sektor pertanian dapat meningkatkan dalam efisiensi energi, mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia serta memperbaiki kesuburan tanah melalui pemanfaatan sumber daya lokal. Selain memberikan manfaat lingkungan, inovasi energi terbarukan juga dapat memperkuat aspek sosial ekonomi petani dalam kebergantungan regenerasi petani muda yang memiliki semangat kemandirian dan kemampuan adaptif terhadap teknologi baru. Inovasi energi terbarukan di sektor pertanian tidak hanya terbatas pada energi surya, melainkan juga dapat berasal dari bahan organik seperti limbah rumah tangga dan hasil samping industri. Pengolahan limbah cangkang telur dan kerang hijau menjadi contoh dalam penerapan kemandirian energi berbasis sumber daya lokal

Lebih lanjut, pengembangan energi terbarukan dalam pertanian memiliki dampak positif bagi perekonomian, transisi ekonomi hijau di Indonesia berpotensi meningkatkan Produk Domestik Bruto (PDB) hingga Rp 2.943 triliun dan membuka peluang investasi bagi perusahaan dalam mendukung kemandirian petani di tingkat mikro tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan ekonomi nasional di tingkat makro. Penelitian ini dirumuskan untuk menjawab dua pertanyaan utama. Pertama, bagaimana penerapan GreenAgriSolar dapat meningkatkan efisiensi energi pada aktivitas pertanian di Indonesia. Kedua, bagaimana pemanfaatan tenaga surya melalui GreenAgriSolar dapat mendukung petani dalam meningkatkan kemandirian sekaligus mewujudkan praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan GreenAgriSolar dalam upaya meningkatkan efisiensi energi pada sektor pertanian di Jepang. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi peran pemanfaatan tenaga surya melalui GreenAgriSolar dalam meningkatkan kemandirian petani serta memperkuat keberlanjutan kegiatan pertanian.

Dengan demikian, penerapan GreenAgriSolar menjadi langkah strategis dalam mewujudkan masa depan pertanian Indonesia yang lebih efisien, mandiri dan berkelanjutan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif analitis. Metode ini digunakan untuk menggambarkan, memahami, dan menganalisis fenomena yang berkaitan dengan pemanfaatan energi surya melalui konsep GreenAgriSolar dalam meningkatkan efisiensi energi dan kemandirian petani global. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, artikel penelitian, dan publikasi resmi yang relevan dengan topik kajian. Analisis dilakukan secara kualitatif

dengan menelaah isi dari berbagai sumber tersebut untuk menemukan hubungan, pola, serta implikasi dari penerapan GreenAgriSolar terhadap keberlanjutan sektor pertanian nasional. Hasil analisis kemudian disajikan secara deskriptif untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai peran teknologi energi surya dalam mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia.

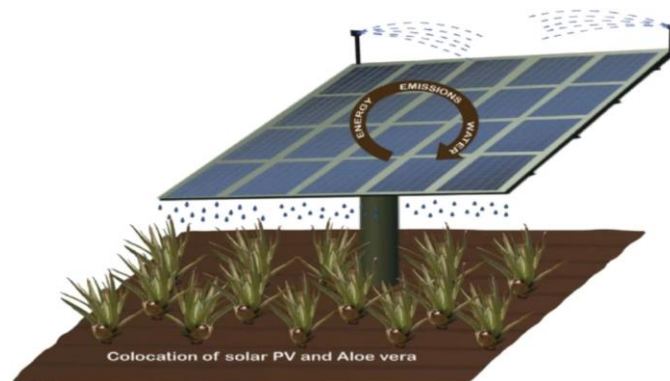
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konteks Pertanian dan Tantangan Energi di Indonesia

Pertanian merupakan sektor strategis yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia, terutama sebagai penyedia pangan nasional dan penyerap tenaga kerja terbesar di pedesaan. Namun, sektor ini menghadapi tantangan besar seiring meningkatnya kebutuhan energi untuk mendukung modernisasi, mekanisasi, dan sistem irigasi yang efisien. Sebagian besar petani di Indonesia masih bergantung pada sumber energi fosil seperti bensin dan solar untuk kegiatan produksi pertanian, mulai dari pengolahan tanah hingga pascapanen (Lalu Muktar & Burhan, 2025). Ketergantungan ini tidak hanya berdampak pada tingginya biaya produksi, tetapi juga memperburuk kondisi lingkungan akibat emisi gas rumah kaca yang terus meningkat. Selain itu, ketimpangan akses energi di wilayah pedesaan menyebabkan banyak petani kecil kesulitan memperoleh listrik yang stabil dan terjangkau. Kondisi tersebut berimplikasi pada rendahnya efisiensi energi di sektor pertanian serta memperlebar kesenjangan produktivitas antara petani kecil dan industri pertanian berskala besar (Situmorang, 2023). Oleh karena itu, inovasi energi terbarukan seperti tenaga surya menjadi solusi potensial untuk menjawab tantangan energi sekaligus mendukung pembangunan pertanian yang berkelanjutan.

Landasan Teknis dan Mekanisme GreenAgriSolar

GreenAgriSolar merupakan konsep inovasi pertanian yang mengintegrasikan teknologi tenaga surya ke dalam sistem produksi dan pengelolaan sumber daya pertanian. Konsep ini dirancang untuk mendukung efisiensi energi, keberlanjutan lingkungan, dan kemandirian petani dalam mengelola sumber daya energi. Secara teknis, GreenAgriSolar memanfaatkan panel surya untuk menghasilkan listrik yang digunakan pada berbagai kegiatan pertanian seperti irigasi, pengeringan hasil panen, dan penerangan fasilitas pertanian di malam hari (Singla et al., 2025)



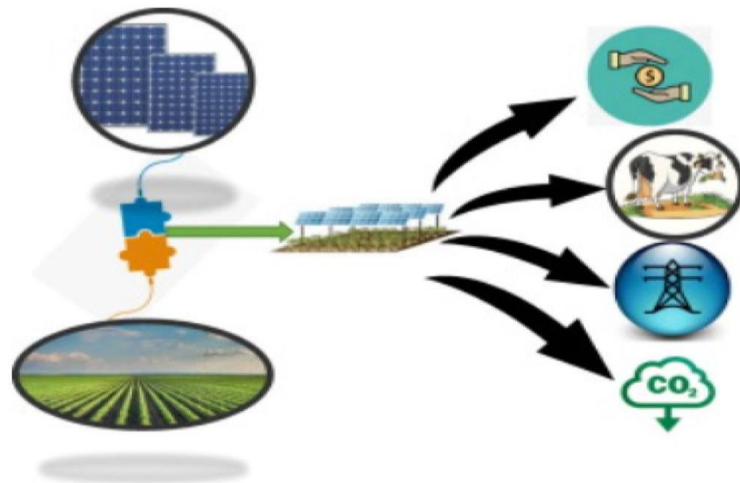
Gambar 1 Integrasi Permukaan Modul Fotovoltaik (Pv) Dengan Sistem Irigasi

Prinsip utama GreenAgriSolar berakar pada paradigma green economy atau ekonomi hijau, yaitu sistem ekonomi yang menyeimbangkan antara produktivitas dan pelestarian lingkungan. Implementasi konsep ini bertujuan untuk menciptakan sistem pertanian yang rendah karbon, efisien dalam penggunaan energi, dan berorientasi pada keberlanjutan jangka panjang. Penerapan inovasi berbasis energi hijau di sektor agrikultur mampu mendukung Responsible Production, yakni praktik produksi yang tidak hanya menguntungkan secara ekonomi, tetapi juga ramah lingkungan dan sosial.

Selain aspek teknis, GreenAgriSolar juga menekankan nilai sosial melalui pemberdayaan petani dalam mengelola dan memelihara sistem energi mereka sendiri. Dengan begitu, petani menjadi lebih adaptif terhadap perubahan teknologi dan mampu mengurangi ketergantungan terhadap pasokan energi eksternal.

Efisiensi Energi dan Dampak terhadap Produktivitas

Penerapan GreenAgriSolar berkontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi energi di sektor pertanian. Energi matahari merupakan sumber daya yang melimpah dan dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan sistem pompa irigasi serta alat pengering hasil pertanian tanpa perlu bahan bakar fosil. Dalam jangka panjang, sistem tenaga surya dapat mengurangi biaya energi hingga 50% dibandingkan penggunaan bahan bakar konvensional. Selain penghematan biaya, efisiensi energi juga berimplikasi pada peningkatan produktivitas. Petani yang menggunakan teknologi tenaga surya dapat menjaga kontinuitas produksi karena pasokan energi tidak bergantung pada cuaca atau ketersediaan bahan bakar (Ikhsanuddin & Alfiyanto, 2024)



Gambar 2 Sistem Energi Matahari

Lebih jauh lagi, efisiensi energi melalui pemanfaatan sumber daya terbarukan secara langsung meningkatkan kualitas hasil panen dan memperkuat ketahanan pangan. Dengan demikian, GreenAgriSolar tidak hanya berfungsi sebagai teknologi alternatif, tetapi juga menjadi pendorong transformasi produktivitas pertanian menuju sistem yang lebih adaptif, efisien, dan berdaya saing tinggi.

Kemandirian Petani dan Transformasi Sosial-Ekonomi

Salah satu tujuan utama penerapan GreenAgriSolar adalah membangun kemandirian petani dalam mengelola sumber energi mereka sendiri. Dengan memanfaatkan tenaga surya, petani dapat menghasilkan listrik tanpa bergantung pada jaringan listrik nasional atau pasokan bahan bakar yang fluktuatif. Kemandirian ini berdampak langsung terhadap peningkatan ekonomi petani karena mampu menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan bersih. Inovasi seperti GreenAgriSolar juga berperan dalam menarik minat generasi muda untuk kembali ke sektor pertanian. Dengan hadirnya teknologi yang modern dan ramah lingkungan, pertanian tidak lagi dipandang sebagai sektor tradisional, melainkan sebagai bidang yang inovatif dan berorientasi pada masa depan (Prasetyia et al., 2022)

Hal ini sejalan dengan upaya regenerasi petani muda yang menjadi kunci keberlanjutan pertanian Indonesia. Lebih jauh, GreenAgriSolar juga berpotensi memperkuat solidaritas sosial di tingkat komunitas melalui kolaborasi dalam pengelolaan energi bersama, misalnya melalui koperasi energi surya atau kelompok tani berbasis teknologi hijau. Transformasi sosial-ekonomi yang dihasilkan tidak hanya meningkatkan kesejahteraan individu, tetapi juga memperkuat kapasitas masyarakat desa untuk mandiri energi, memperluas lapangan kerja hijau, serta mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Tantangan Implementasi dan Kebijakan Pendukung

Menurut laporan dari Institute for Essential Services Reform (IESR), biaya investasi awal yang tinggi masih menjadi ganjalan utama bagi adopsi energi surya di tingkat tapak. Sejalan dengan itu, studi dari IRENA menekankan bahwa efektivitas teknologi ini sangat bergantung pada literasi teknis pengguna, yang saat ini masih menjadi tantangan bagi petani kecil tanpa adanya pendampingan berkelanjutan. Di sisi regulasi, kebijakan pemerintah terkait transisi energi hijau di sektor pertanian saat ini dinilai masih bersifat makro dan belum menyentuh kebutuhan spesifik di tingkat petani. Meskipun pemerintah telah menetapkan target ambisius dalam Bauran Energi Nasional, aturan turunannya seringkali belum mencakup skema insentif yang konkret seperti pembebasan pajak alat pertanian berbasis surya atau tarif khusus *net-metering* bagi sektor agrikultur. Ketidakjelasan payung hukum ini membuat perbankan dan lembaga keuangan ragu untuk menyalurkan kredit hijau karena belum adanya jaminan risiko yang jelas dari pemerintah bagi sektor agropelaku skala kecil.

Keberhasilan implementasi GreenAgriSolar memerlukan sinergi antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan masyarakat. Pemerintah dapat berperan dengan menyediakan regulasi yang mendukung, seperti pembiayaan hijau, subsidi energi terbarukan, dan pelatihan teknis bagi petani. Sementara sektor swasta dapat berkontribusi melalui kemitraan investasi yang berbasis tanggung jawab sosial perusahaan.

Arah Pengembangan dan Masa Depan Pertanian Hijau

Di masa depan pengembangan GreenAgriSolar di Indonesia memiliki potensi besar untuk memperkuat arah transformasi menuju pertanian hijau dan berkelanjutan. menegaskan bahwa integrasi antara teknologi energi terbarukan dan sistem produksi pertanian akan menjadi fondasi penting dalam menciptakan efisiensi ekonomi serta keberlanjutan ekosistem. Selain itu, pengembangan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT), smart farming, dan sistem monitoring energi akan memperkuat implementasi GreenAgriSolar agar lebih adaptif dan terukur (Titisari et al., 2025).

Dalam skala nasional, penerapan pertanian hijau melalui energi surya juga mendukung target Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan ke-7 (energi bersih dan terjangkau) serta tujuan ke-12 (produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab). Transisi menuju ekonomi hijau bahkan berpotensi meningkatkan PDB nasional hingga triliunan rupiah dan membuka peluang investasi baru di sektor energi terbarukan. Dengan dukungan kebijakan, pendidikan, dan kolaborasi lintas sektor, GreenAgriSolar diharapkan menjadi tonggak penting dalam mewujudkan masa depan pertanian Indonesia yang mandiri energi, berdaya saing tinggi, dan ramah lingkungan

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penerapan GreenAgriSolar merupakan langkah inovatif yang berpotensi besar dalam memperkuat ketahanan dan keberlanjutan sektor pertanian di Indonesia. Melalui pemanfaatan energi surya, sistem ini mampu menghadirkan solusi terhadap permasalahan efisiensi energi, tingginya biaya operasional, serta ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Pemanfaatan tenaga surya di bidang pertanian juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan mengurangi emisi karbon dan memperkuat prinsip pertanian ramah lingkungan. Lebih dari sekadar inovasi teknologi, GreenAgriSolar juga membawa dampak sosial dan ekonomi yang signifikan. Teknologi ini mendorong kemandirian petani dalam memenuhi kebutuhan energi secara mandiri, meningkatkan kesejahteraan, serta membuka ruang bagi generasi muda untuk berperan aktif dalam pertanian modern. Hal ini menunjukkan bahwa transformasi pertanian tidak hanya bergantung pada peningkatan hasil produksi, tetapi juga pada kemampuan adaptasi terhadap perkembangan teknologi dan kesadaran terhadap keberlanjutan lingkungan

Konsep GreenAgriSolar sejalan dengan visi pembangunan hijau nasional yang menekankan transisi menuju energi bersih dan sistem ekonomi berkelanjutan. Namun, realisasi di lapangan masih menghadapi beberapa hambatan, seperti keterbatasan modal awal, minimnya pengetahuan teknis petani, serta dukungan kebijakan yang belum optimal. Untuk itu, dibutuhkan sinergi nyata antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan masyarakat agar penerapan GreenAgriSolar dapat berjalan efektif dan menyeluruh. Secara keseluruhan, GreenAgriSolar dapat menjadi tonggak penting dalam menciptakan masa depan pertanian Indonesia yang efisien, mandiri energi, produktif, serta berorientasi pada keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial.

Saran

1. Perlu dilakukan peningkatan sosialisasi mengenai manfaat dan cara kerja teknologi GreenAgriSolar agar lebih dikenal dan dipahami oleh petani di berbagai daerah.
2. Diperlukan dukungan pendanaan awal yang lebih terjangkau atau sistem pembiayaan bertahap untuk memudahkan petani dalam mengadopsi teknologi tenaga surya.
3. Pemerluan tenaga ahli atau teknisi lapangan yang dapat membantu petani dalam proses pemasangan, perawatan, dan perbaikan sistem GreenAgriSolar.
4. Perlu adanya kebijakan pemerintah yang lebih spesifik dan terarah untuk mendorong penerapan energi terbarukan di sektor pertanian, bukan hanya pada skala industri.
5. Diperlukan riset lanjutan mengenai efektivitas, ketahanan alat, dan dampak jangka panjang penerapan GreenAgriSolar terhadap produktivitas serta kesejahteraan petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Guno, C. S., & Agaton, C. B. (2022). *Socio-Economic and Environmental Analyses of Solar Irrigation Systems for Sustainable Agricultural Production. Sustainability (Switzerland)*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/su14116834>
- Ikhsanuddin, R. M., & Alfiyanto, M. A. (2024). Rancangan Sistem Dinamis Perencanaan Penyediaan Dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak. *Journal of Data Science Theory and Application*, 3(1), 7–13.
- Lalu Muktar, & Burhan, L. I. (2025). Inovasi Smart Greenhouse Berbasis Sensor dalam Mengatasi Tantangan Produksi Sayuran Organik di Wilayah Pedesaan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi Teknologi Tepat Guna*, 1(03), 44–53. <https://doi.org/10.63982/p0h1as48>
- Prasetyia, F., Pangestuty, F. W., & Herlambang, A. P. (2022). Optimalisasi Rantai Pasok Komoditas Pertanian Strategis di Jawa Timur. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 15(3), 257. <https://doi.org/10.19184/jsep.v15i3.34368>
- Singla, M. K., Gupta, J., Gupta, A., Safaraliev, M., Zeinoddini-Meymand, H., & Kumar, R. (2025). *Empowering Rural Farming: Agrovoltaic Applications for Sustainable Agriculture. Energy Science and Engineering*, 13(1), 35–59. <https://doi.org/10.1002/ese3.2017>
- Titisari, P. W., Maryanti, A., & Vaulina, S. (2025). *Empowerment of Women Farmer Groups Through Intercropping of Food and Horticultural Crops for Food and Household Economic Security*. 1(1), 32–40.