

Energi Terbarukan untuk Pertanian Modern: Studi Kasus pada Budidaya Hidroponik UMKM Rumah Bali Hidroponik

Renewable Energy for Modern Agriculture: A Case Study on Hydroponic Cultivation at Rumah Bali Hydroponic SME

Dhian Herdhiansyah ^{1*}

Asriani ²

L M Fid Aksara ³

Mariani L ¹

¹Department of Food Technology, Halu Oleo University, Kendari, Southeast Sulawesi, Indonesia

²Teknologi Industri Pertanian, Muhammadiyah University of Kendari, Kendari, Southeast Sulawesi, Indonesia

³Department of Informatics Engineering, Halu Oleo University, Kendari, Southeast Sulawesi, Indonesia

email: dhian.herdiansyah@uho.ac.id

Kata Kunci

Energi terbarukan,
Pembangkit Listrik Tenaga Surya,
Hidroponik,
UMKM,
Pemberdayaan masyarakat

Keywords:

Renewable Energy,
Solar Power Plants,
Hydroponics,
SMEs,
Community Empowerment

Received: December 2024

Accepted: Januari 2025

Published: July 2025

Abstrak

Energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam pertanian modern, termasuk pada usaha kecil dan menengah (UKM) yang menerapkan teknologi hidroponik. Kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem PLTS guna meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan budidaya hidroponik di UMKM Rumah Bali Hidroponik. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi instalasi sistem PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi pada proses budidaya hidroponik, serta pemberian pelatihan teknis kepada mitra UMKM dalam pengelolaan dan pemanfaatan energi surya. Evaluasi dilakukan untuk mengukur efisiensi energi, dampak terhadap produktivitas tanaman, serta kontribusi terhadap pengurangan biaya operasional. Hasil implementasi menunjukkan bahwa penggunaan PLTS berhasil mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, menghemat biaya operasional hingga 15%, dan meningkatkan produktivitas tanaman hidroponik sebesar 18%. Pelatihan yang diberikan juga meningkatkan pemahaman peserta terhadap teknologi energi surya, dengan peningkatan pemahaman teknis mencapai 90%. Selain itu, dampak positif terhadap pengurangan emisi karbon turut mendukung pertanian yang ramah lingkungan. Kesimpulannya, penerapan PLTS dalam budidaya hidroponik pada UMKM Rumah Bali Hidroponik terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi energi, produktivitas, dan keberlanjutan usaha. Program ini tidak hanya memberikan manfaat ekonomi, tetapi juga mendukung pertanian berkelanjutan, menjadi model pemberdayaan yang dapat diterapkan pada sektor pertanian di Indonesia.

Abstract

Renewable energy, particularly Solar Power Plants (PLTS), holds significant potential to enhance sustainability and efficiency in modern agriculture, including for small and medium-sized enterprises utilizing hydroponic technology. This Program aims to implement a PLTS system to improve the productivity and sustainability of hydroponic cultivation at Rumah Bali Hydroponic SME. The methods employed include installing a PLTS system to meet energy demands in hydroponic farming processes and providing technical training for SME partners on managing and utilizing solar energy. Evaluations were conducted to measure energy efficiency, impacts on plant productivity, and contributions to reducing operational costs. The results demonstrated that the PLTS system reduced dependency on conventional energy sources, decreased operational costs by 15%, and increased hydroponic crop productivity by 18%. Additionally, training sessions significantly enhanced participants' understanding of solar energy technology, with a 90% improvement in technical comprehension. The positive impact on carbon emission reduction further supports environmentally friendly agriculture. Applying PLTS in hydroponic farming at Rumah Bali Hydroponic SME improved energy efficiency, productivity, and business sustainability. This program provides economic benefits and promotes sustainable agriculture, serving as a model for empowerment initiatives applicable to Indonesia's agricultural.



PENDAHULUAN

Ketahanan pangan berfungsi sebagai indikator penting kesejahteraan masyarakat, terutama dalam kaitannya dengan pola produksi dan konsumsi dalam masyarakat, serta ukuran kemajuan ekonomi suatu bangsa dan kemakmuran secara keseluruhan (Asriani & Herdhiansyah, 2019). Pengelolaan sumber daya alam regional diantisipasi untuk terus dioptimalkan selaras dengan karakteristik khas yang melekat pada setiap lokalitas (Herdhiansyah et al.; Herdhiansyah & Asriani, 2018). Ketahanan pangan merupakan metrik penting kesejahteraan publik dan vitalitas ekonomi, dibentuk oleh segudang faktor termasuk metodologi pertanian dan tata kelola sumber daya. Hidroponik, yang diakui sebagai metode pertanian perintis, secara signifikan berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan dengan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dan memperkuat produktivitas tanaman. Wacana ini akan memeriksa interaksi antara hidroponik dan ketahanan pangan, konsekuensi ekonominya, dan kerangka praktik pertanian berkelanjutan yang lebih luas.

Hidroponik mengacu pada budidaya flora tanpa pemanfaatan substrat tanah. Metode budidaya ini mencontohkan praktik pertanian yang berkelanjutan secara ekologis. Untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional, inovasi dalam pertanian hidroponik telah dilembagakan untuk menambah tingkat produksi barang pertanian (Asriani *et al.*, 2020; Herdhiansyah *et al.*, 2021). Sistem hidroponik memfasilitasi budidaya tanpa tanah, yang memiliki potensi untuk menghasilkan output yang lebih tinggi sementara secara bersamaan mengurangi konsumsi sumber daya, terutama dalam hal penggunaan air (Drebot *et al.*, 2024). Praktik ini sangat menguntungkan di lingkungan perkotaan di mana ketersediaan lahan dibatasi, sehingga meningkatkan produksi pangan lokal dan mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan eksternal (Kumar *et al.*, 2024).

Peningkatan ketahanan pangan melalui sistem hidroponik dapat mengkatalisasi pembangunan ekonomi dengan menghasilkan peluang kerja di sektor pertanian perkotaan dan menurunkan biaya pangan (Novitasari & Sishadiyati, 2024). Penggabungan hidroponik ke dalam strategi ketahanan pangan nasional dapat meningkatkan aksesibilitas dan keterjangkauan pangan, terutama di daerah yang menghadapi kesulitan ekonomi (Novitasari & Sishadiyati, 2024). Hidroponik konsisten dengan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan, mengatasi masalah ekologis sambil memenuhi kebutuhan pangan (Beisembina, 2023). Sebaliknya, terlepas dari prospek yang menjanjikan yang disajikan oleh hidroponik, tantangan seperti beban keuangan investasi awal dan ketajaman teknis yang diperlukan dapat menghambat implementasi yang luas. Mengatasi hambatan ini sangat penting untuk sepenuhnya memanfaatkan potensi hidroponik untuk meningkatkan ketahanan pangan.

Metode hidroponik memfasilitasi pertumbuhan tanaman yang dipercepat dibandingkan dengan teknik pertanian tradisional. Penyediaan nutrisi harus dikalibrasi dengan cermat, dengan pertimbangan yang diberikan pada pencahayaan dan suhu, di samping pemeliharaan pompa air yang mengedarkan oksigen dan nutrisi dalam matriks air. Memastikan pasokan nutrisi yang memadai ke sistem akar tanaman melon melalui cara hidroponik sangat penting untuk keberhasilan perkembangannya. Budidaya hidroponik tidak memerlukan lahan yang luas, membuatnya cocok untuk diterapkan di ruang yang relatif terbatas. Untuk meningkatkan tingkat produksi dan mendorong pertumbuhan usaha agribisnis, sangat penting untuk memajukan teknologi pertanian hidroponik (Asriani *et al.*, 2022).

UMKM Rumah Bali merupakan salah satu pelaku usaha yang bergerak di bidang pertanian hidroponik. Dalam menjalankan operasionalnya, UMKM ini menghadapi tantangan utama berupa ketergantungan pada sumber energi konvensional yang tidak hanya memiliki biaya tinggi, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan emisi karbon. Masalah ini menjadi semakin mendesak di tengah meningkatnya kesadaran global akan pentingnya transisi menuju energi terbarukan guna mendukung keberlanjutan lingkungan. Selain itu, hidroponik sebagai metode budidaya modern membutuhkan pasokan energi yang stabil untuk mendukung berbagai perangkat, seperti pompa air, lampu tumbuh, dan sistem kontrol otomatis. Ketergantungan pada energi konvensional tidak hanya meningkatkan biaya produksi, tetapi juga mengurangi daya saing UMKM dalam menghadapi pasar yang semakin kompetitif. Kondisi ini menempatkan UMKM

Rumah Bali dalam posisi yang kurang optimal untuk bertumbuh dan berkontribusi lebih besar terhadap perekonomian lokal.

Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dalam budidaya hidroponik menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut. PLTS tidak hanya menyediakan sumber energi yang bersih dan berkelanjutan, tetapi juga dapat mengurangi biaya operasional secara signifikan. Pengintegrasian teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi produksi, mendukung keberlanjutan usaha, serta memberikan dampak positif pada lingkungan. Urgensi dari kegiatan pengabdian masyarakat ini terletak pada kebutuhan untuk mendukung transformasi UMKM Rumah Bali menuju model bisnis yang lebih ramah lingkungan dan berdaya saing. Dengan mengadopsi PLTS, UMKM ini dapat menjadi percontohan penerapan energi terbarukan dalam sektor hidroponik, sekaligus mendorong kesadaran masyarakat akan pentingnya inovasi teknologi untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Pemanfaatan pompa air sangat penting ketika menggunakan Teknik NFT untuk budidaya tanaman untuk memastikan bahwa air yang diresapi nutrisi mencapai sistem akar secara efektif. Namun, metode Wick tidak memerlukan penggunaan pompa air. Metode NFT berdiri sebagai teknik budidaya yang dominan dalam hidroponik. Mengingat bahwa air berfungsi sebagai pembawa nutrisi, sirkulasi dan aliran air sangat penting untuk memasok nutrisi dan oksigen yang diperlukan untuk perkembangan akar (Asriani & Herdhiansyah, 2022). Penting untuk diketahui bahwa tanaman yang membutuhkan nutrisi dan oksigen berisiko mati atau pertumbuhan terhambat jika pompa dinonaktifkan secara tidak sengaja atau selama pemadaman listrik. Dengan demikian, solusi yang layak diperlukan untuk memastikan bahwa praktisi hidroponik yang menggunakan metode NFT dapat mempertahankan upaya budidaya mereka tanpa kekhawatiran gangguan daya.

Diantisipasi bahwa resolusi dalam bentuk sistem pembangkit energi matahari yang disesuaikan untuk budidaya hidroponik menggunakan Teknik NFT akan diusulkan melalui partisipasi dalam inisiatif ini. Upaya Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini diproyeksikan menghasilkan keuntungan dan kontribusi, khususnya bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang pertanian hidroponik. Peningkatan pengetahuan dan kemahiran dalam menerapkan sistem pembangkit energi matahari untuk budidaya hidroponik merupakan keuntungan signifikan dari inisiatif PKM ini. Dibayangkan bahwa program ini akan memfasilitasi transformasi ekonomi dengan mendirikan entitas bisnis baru bagi para pemangku kepentingan yang terlibat.

METODE

Pelatihan Penerapan Sistem Energi Surya untuk Budidaya Hidroponik: Metodologi Strategis PKM

Program pelatihan penerapan sistem energi surya dalam budidaya hidroponik merupakan metode strategis dalam pelaksanaan inisiatif Program Kemitraan Masyarakat (PKM). Kegiatan PKM ini dilaksanakan pada 19 Agustus 2024, dengan melibatkan 20 peserta dari perwakilan dari UMKM Rumah Bali Hidroponik Kota Kendari dan TIM PKM Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo. Metode yang digunakan adalah pendekatan demonstratif, yang berpusat pada pemasangan sistem energi surya yang disesuaikan untuk kebutuhan budidaya hidroponik selama sesi pelatihan.

Prosedur Kerja

Kolektif UMKM Rumah Bali Hidroponik di Kendari, Sulawesi Tenggara, terlibat dalam program pelatihan ini yang dimulai dengan tahap persiapan. Tahap ini mencakup pengembangan aplikasi sistem energi surya untuk budidaya hidroponik, termasuk pengaturan alat yang dibutuhkan dan sumber daya pelatihan, serta penjelasan rinci mengenai proses instalasi sistem energi surya di lingkungan hidroponik.

Sosialisasi Penerapan Sistem Energi Surya untuk Budidaya Hidroponik

Fase awal pelatihan, yang disebut sosialisasi, difokuskan pada pengenalan strategi penerapan sistem energi surya dalam budidaya hidroponik. Dalam majelis sosialisasi ini, beberapa kesepakatan terkait rencana operasional akan dibahas. Semua pemangku kepentingan, termasuk tim pelaksana dan mitra, diharapkan mencapai konsensus yang mencakup penyusunan jadwal dan cetak biru operasional. Baik tim pelaksana maupun peserta UMKM Rumah Bali Hidroponik

diwajibkan untuk berpartisipasi aktif dalam sesi pelatihan yang berorientasi pada penerapan praktis sistem energi surya dalam budidaya hidroponik.

Kegiatan PKM dan Kolaborasi

Kegiatan PKM direncanakan dilaksanakan melalui kerja sama antara Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo Kendari, dan UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari, dengan mempertimbangkan ketersediaan jadwal peserta. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran, menarik minat mitra, serta memberikan pengetahuan dan pemahaman yang relevan kepada UMKM Rumah Bali Hidroponik. Selain itu, sesi pelatihan juga mencakup evaluasi awal keterlibatan mitra dan pertukaran pengalaman antara tim pelaksana dan mitra UMKM Rumah Bali Hidroponik.

Konseling secara berkala juga akan dilakukan, baik secara individu maupun kelompok, untuk memperkuat motivasi dan moral mitra yang terlibat. Kegiatan serupa akan dilakukan menjelang akhir program untuk menyebarluaskan hasil kepada mitra dan menilai keberhasilan inisiatif PKM ini. Materi penyuluhan yang diberikan meliputi metodologi penerapan sistem energi surya dalam budidaya hidroponik, serta manfaat dan strategi implementasi inisiatif tersebut. Pendekatan yang komprehensif ini memastikan bahwa program pelatihan tidak hanya memberikan pengetahuan teknis, tetapi juga mendorong keterlibatan jangka panjang dan keberlanjutan dalam pemanfaatan energi terbarukan untuk praktik pertanian modern.

Alat dan bahan

Instrumen dalam Penerapan Sistem Pembangkit Tenaga Surya untuk Budidaya Hidroponik

Budidaya Hidroponik

Budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam dikenal sebagai hidroponik. Metode ini memungkinkan tanaman tumbuh dengan memastikan aliran air yang terus-menerus untuk memberikan oksigen dan nutrisi penting langsung ke sistem perakaran. Karena berbagai keunggulannya, teknologi pertanian hidroponik telah berkembang pesat. Keuntungan utama dari budidaya hidroponik meliputi kemudahan perawatan, peningkatan efisiensi penggunaan pupuk, pengurangan limbah, serta peningkatan keamanan dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain itu, tanpa ketergantungan pada musim tanam tradisional, budidaya hidroponik menghasilkan produksi yang lebih konsisten (Linga, 2005).

Dalam metode ini, pupuk organik dapat dicampur atau dilarutkan ke dalam air untuk memenuhi kebutuhan nutrisi yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Larutan nutrisi tersebut dapat diperoleh secara komersial atau dibuat secara mandiri dengan memanfaatkan pupuk sintetis atau bahan yang telah diformulasikan sebelumnya, seperti garam mineral dengan komposisi tertentu. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi pertumbuhan tanaman hidroponik yang diterapkan pada UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari sebagai salah satu contoh penerapan teknologi ini.



Gambar 1. Pengembangan tanaman hidroponik pada UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari (Herdhiansyah, *et al.*, 2024).

Motor Listrik sebagai Pompa Air pada Sistem Hidroponik.

Fungsi dan Prinsip Kerja Motor Listrik

Motor listrik yang digunakan dalam pompa hidrolik berfungsi untuk mendukung sirkulasi atau distribusi air dalam sistem budidaya hidroponik. Prinsip dasar operasional motor listrik melibatkan beberapa tahapan:

1. Pembentukan Gaya Medan Magnet: Ketika medan magnet diaktifkan melalui aliran listrik, gaya magnet akan terbentuk. Jika belitan berbentuk melingkar dialiri listrik, gaya tersebut menghasilkan pergerakan dalam arah tertentu, atau sebaliknya, gaya yang berlawanan akan mendorong medan magnet.
2. Rotasi Koil: Koil motor akan berputar akibat gaya kopling yang timbul dari torsi atau dinamika rotasi.
3. Konsistensi Daya: Untuk menghasilkan daya yang stabil, beberapa loop dimasukkan ke dalam armatur motor. Medan magnet diciptakan melalui pengaturan elektromagnetik yang dikenal sebagai kumparan medan, sehingga motor dapat bekerja secara efisien.

Kategori Beban pada Motor Listrik

Motor listrik sering menghadapi tiga jenis beban utama, yaitu:

1. Beban dengan Torsi Konstan: Beban ini mempertahankan torsi yang tidak berubah meskipun terjadi variasi dalam permintaan energi output akibat kecepatan operasional. Contoh aplikasi beban ini meliputi conveyor, pompa dengan perpindahan konstan, dan kiln putar.
2. Beban dengan Energi Konstan: Beban ini mencirikan permintaan torsi yang berfluktuasi secara proporsional terbalik dengan kecepatan motor. Contohnya adalah peralatan seperti mesin produksi, yang menunjukkan sifat daya konstan.

Penggunaan motor listrik dalam sistem pompa air hidroponik menjadi komponen penting untuk memastikan kelancaran distribusi air dan nutrisi ke tanaman. Efisiensi motor listrik ini sangat bergantung pada penyesuaian torsi dan beban sesuai dengan kebutuhan operasional sistem hidroponik.

Panel Surya untuk Budidaya Melon Hidroponik

Efek Fotovoltaik dan Teknologi Panel Surya

Salah satu metode unggulan dalam menghasilkan energi listrik adalah melalui efek fotovoltaik, sebuah terobosan teknologi yang mengubah energi matahari menjadi arus listrik. Panel surya, perangkat berbasis efek fotovoltaik, berfungsi dengan memanfaatkan prinsip konservasi energi untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Dengan teknologi fotovoltaik (PV), radiasi matahari diubah menjadi listrik yang kemudian disimpan dalam baterai untuk digunakan oleh berbagai perangkat elektronik sesuai kebutuhan energi yang diperlukan (Anonim, 2022).

Pemeliharaan dan Efisiensi Panel Surya

Pemeliharaan panel surya merupakan langkah penting untuk memastikan umur operasional yang panjang dan efisiensi optimal. Umumnya, panel surya memiliki masa pakai sekitar 20 tahun, selama itu efisiensi fungsionalnya tetap stabil. Namun, efisiensi panel surya yang melebihi 20% masih jarang ditemukan, dengan rata-rata panel yang tersedia di pasaran memiliki tingkat efisiensi sekitar 15%.

Manfaat Lingkungan dan Aplikasinya dalam Hidroponik

Selain berkontribusi terhadap konservasi energi melalui pemanfaatan tenaga surya, panel surya juga mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Tidak seperti bahan bakar fosil, teknologi ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berbahaya, sehingga memberikan dampak positif terhadap mitigasi perubahan iklim. Penerapan panel surya pada sistem budidaya melon hidroponik, terutama di dalam rumah kaca, dapat menyediakan energi berkelanjutan dan udara yang lebih bersih. Tenaga surya, sebagai salah satu sumber daya paling melimpah di Bumi, menjadi solusi ideal untuk mendukung sistem pertanian modern yang ramah lingkungan.

Implementasi pada UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari

Di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari, sistem ini mencakup panel surya, pengontrol muatan, dan baterai untuk mendukung kebutuhan energi dalam budidaya melon hidroponik. Dengan integrasi ini, panel surya tidak hanya memastikan pasokan energi yang stabil tetapi juga meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem hidroponik yang diterapkan (Gambar 2).



Gambar 2. Panel surya, charge controller dan battery pada UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari.

Kelebihan dan Kekurangan Teknologi Panel Surya

Kelebihan Panel Surya:

1. Ramah Lingkungan: Panel surya merupakan teknologi yang ekologis dan berkelanjutan, karena operasinya tidak menghasilkan emisi karbon dioksida atau gas rumah kaca lainnya. Dengan demikian, penggunaannya tidak memperburuk perubahan iklim.
2. Energi yang Melimpah: Matahari menyediakan sumber energi paling melimpah di Bumi, menjadikan tenaga surya sebagai solusi berkelanjutan yang dapat diandalkan.
3. Instalasi dan Pemeliharaan yang Mudah: Panel surya relatif mudah dipasang dan hanya memerlukan perawatan minimal, membuatnya menjadi opsi praktis bagi banyak pengguna.
4. Dukungan Insentif: Di beberapa negara, pemerintah memberikan insentif atau subsidi kepada pengguna panel surya, sehingga meningkatkan daya tarik investasi teknologi ini.
5. Umur Panjang: Panel surya memiliki masa pakai lebih dari dua dekade, memungkinkan penggunaannya untuk menghemat biaya energi secara signifikan dalam jangka panjang.

Kekurangan Panel Surya:

1. Biaya Awal yang Tinggi: Meskipun ada upaya dari produsen untuk menurunkan harga, biaya investasi awal untuk panel surya tetap cukup tinggi, sehingga menjadi tantangan bagi sebagian pengguna.
2. Potensi Limbah Berbahaya: Jika panel surya yang sudah tidak terpakai tidak didaur ulang dengan baik, limbahnya dapat menimbulkan ancaman bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh keberadaan bahan seperti selenium dan silikon, yang jika tidak dikelola dengan benar, dapat berdampak negatif terhadap ekosistem.

Dengan mempertimbangkan keuntungan dan kekurangan ini, implementasi panel surya harus direncanakan dengan matang untuk memastikan keberlanjutan, efisiensi, dan dampak lingkungan yang minimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Inisiatif Pengabdian Masyarakat di UMKM Rumah Bali Hydroponik

Inisiatif pengabdian masyarakat (PKM) di UMKM Rumah Bali Hydroponik, yang berlokasi di Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, dilaksanakan melalui pendekatan empat tahap yang terstruktur.

1. Tahap Teoritis (Tahap Pertama hingga Ketiga): Pada tiga tahap awal, peserta diberikan pengetahuan teoritis tentang kelayakan usaha dan bahan-bahan yang diperlukan untuk pemasangan sistem tenaga surya. Fokus utama adalah penerapan teknologi ini untuk budidaya melon hidroponik dalam lingkungan rumah kaca. Materi yang disampaikan mencakup manfaat, proses instalasi, dan potensi keberlanjutan dari teknologi tenaga surya dalam mendukung hortikultura hidroponik.

2. Tahap Praktis (Tahap Keempat): Tahap keempat mencakup pelatihan praktis yang berorientasi pada pengalaman langsung. Dalam tahap ini, peserta belajar secara langsung cara memasang sistem tenaga surya untuk mendukung pertanian hidroponik.

Metode Pelaksanaan:

Kegiatan teoritis dilakukan dengan pendekatan pedagogis yang menarik, didukung oleh sesi diskusi interaktif. Penyampaian materi difasilitasi menggunakan proyektor LCD dan perangkat lunak PowerPoint, sehingga peserta dapat dengan mudah memahami informasi yang disampaikan.

Partisipasi dan Waktu Pelaksanaan:

Kegiatan PKM ini dilaksanakan pada 19 Agustus 2024, dengan melibatkan 20 peserta dari perwakilan dari UMKM Rumah Bali Hidroponik Kota Kendari dan TIM PKM Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo.

Pelaksanaan Kegiatan:

Suasana sesi penyebaran informasi mengenai penerapan sistem pembangkit tenaga surya untuk mendukung budidaya melon hidroponik. Sesi ini memperlihatkan kolaborasi antara tim pelaksana, peserta, dan mitra, menegaskan pentingnya integrasi teori dan praktik dalam pengembangan teknologi berbasis energi terbarukan di bidang hortikultura (Gambar 3).



Gambar 3. Pemberian materi penerapan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik.

Tahapan Penerapan Sistem Pembangkit Tenaga Surya untuk Pertanian Hidroponik

Rencana penerapan sistem pembangkit tenaga surya untuk pertanian hidroponik di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari meliputi beberapa tahapan yang saling terkait untuk memastikan kelancaran operasional dan keberlanjutan sistem. Tahapan tersebut mencakup evaluasi kriteria pemilihan panel surya, sistem baterai, serta analisis kebutuhan daya listrik untuk pompa air hidroponik yang mendukung proses aerasi, distribusi air, dan pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik.

1. Evaluasi Kriteria Pemilihan Panel Surya dan Sistem Baterai: Tahap pertama adalah mengevaluasi kriteria pemilihan panel surya dan sistem baterai yang sesuai dengan kebutuhan daya listrik dari sistem hidroponik. Dalam hal ini, kebutuhan energi yang dihasilkan oleh panel surya harus cukup untuk memenuhi operasional pompa air hidroponik, yang berfungsi untuk sirkulasi air dan distribusi nutrisi ke tanaman.
2. Desain dan Pengujian Empiris Sistem Tanpa Baterai: Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan panel surya yang menghasilkan tegangan arus searah (DC) sebagai output, yang langsung digunakan untuk kebutuhan operasional. Pada tahap ini, pengujian empiris dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik tanpa baterai, memanfaatkan daya langsung dari panel surya.
3. Akumulasi Energi dan Manajemen Penyimpanan Energi: Energi yang dihasilkan oleh panel surya perlu disimpan dalam baterai atau kapasitor untuk pemakaian di waktu yang dibutuhkan. Tegangan yang diterapkan pada media penyimpanan energi tidak boleh melebihi batas tertentu untuk menghindari degradasi cepat pada baterai. Selain itu, jika tegangan berada di bawah ambang batas baterai yang diperlukan, energi tidak akan dapat disimpan, yang dapat mengganggu kestabilan pasokan energi. Oleh karena itu, pengontrol muatan dan sistem manajemen penyimpanan energi sangat penting dalam memastikan umur panjang baterai dan kinerja sistem yang optimal.

Jenis pengontrol muatan surya yang digunakan di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari dalam penerapan sistem pembangkit tenaga surya. Pengontrol muatan ini berfungsi untuk mengatur arus dan tegangan yang disalurkan ke baterai, memastikan efisiensi dan keberlanjutan penggunaan energi yang dihasilkan dari panel surya (Gambar 4).



Gambar 4. Jenis solar charge controller pada penerapan 'sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik.

Memanfaatkan Arus Searah ke Inverter Arus Bolak-Balik dalam Sistem Panel Surya untuk Budidaya Hidroponik

Sistem budidaya hidroponik yang ditenagai oleh panel surya dan dilengkapi dengan inverter dirancang untuk memudahkan penggunaan, karena inverter mengonversi tegangan arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC). Hal ini memungkinkan pengguna untuk memanfaatkan pompa air hidroponik yang umumnya tersedia di pasar komersial, yang sebagian besar menggunakan sistem arus bolak-balik.

1. Konversi DC ke AC: Inverter DC ke AC bekerja dengan mengonversi energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya, yang berupa arus searah (DC), menjadi arus bolak-balik (AC) dengan tegangan output sekitar 230 V. Variasi tegangan output yang diizinkan sekitar 10%, yang menjamin sistem tetap berfungsi dalam rentang toleransi yang aman untuk perangkat-perangkat lain yang terhubung dalam sistem.
2. Parameter Input dan Output: Inverter DC ke AC biasanya menggunakan parameter input yang kompatibel dengan baterai standar 12V. Proses konversi ini penting karena arus bolak-balik (AC) lebih mudah digunakan untuk berbagai perangkat komersial, termasuk pompa air hidroponik, yang banyak diproduksi dengan tegangan AC.
3. Identifikasi Kabel Penghubung: Dalam sistem ini, kabel positif (+) biasanya ditandai dengan warna merah, sedangkan kabel negatif (-) diberi warna hitam. Penandaan warna pada kabel ini memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi koneksi yang tepat antara inverter dan perangkat lainnya, sehingga proses pemasangan lebih aman dan efisien.

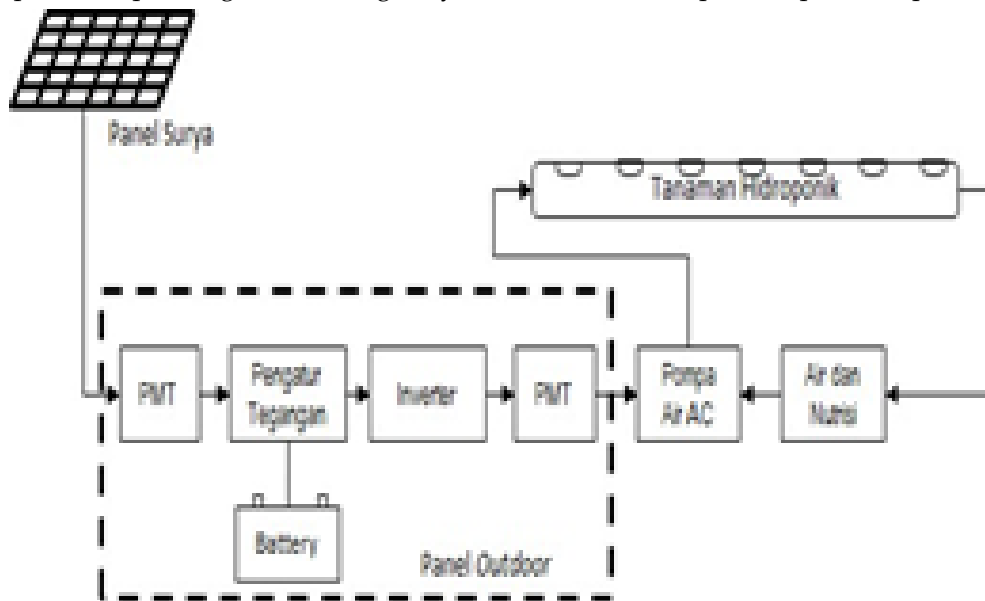
Penerapan Inverter dalam Sistem di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari:

Penerapan inverter daya DC ke AC dalam sistem pembangkit tenaga surya yang digunakan di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari. Inverter ini mengonversi energi dari panel surya yang menghasilkan arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), yang kemudian digunakan untuk memfasilitasi operasional pompa air hidroponik dan sistem lainnya yang membutuhkan sumber daya listrik (Tabel 1).

Tabel I. Power Inverter DC ke AC pada 'penerapan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik pada UMKM Rumah Bali Hidroponik

Model	1200 W
Conversion Efficiency	60 %
Input Voltage	12 V
Low Voltage Range	< 10,5 V
Low Voltage Range	15 V
Output Voltage	130 + 10%
Output Frequency	50 Hz + 3%
Output Waveform	Modified Sine Wave
Dimension (mm)	150"93"55
Weight (gr)	500 mg

Skema penerapan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik' dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema 'penerapan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik pada UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari.

Pencegahan Kegagalan Prematur Motor Pompa Air dengan Inverter Tegangan Gelombang Sinus Murni

Untuk menghindari kegagalan prematur pada motor pompa air dalam sistem hidroponik, inverter yang digunakan dalam aplikasi ini dirancang untuk memberikan output tegangan gelombang sinus murni. Tegangan gelombang sinus murni sangat penting karena menghasilkan gelombang listrik yang halus dan stabil, yang ideal untuk peralatan seperti motor listrik. Berikut ini adalah penjelasan tentang penerapan inverter gelombang sinus murni dalam sistem pembangkit tenaga surya untuk budidaya hidroponik:

1. **Inverter Gelombang Sinus Murni:** Inverter dengan output gelombang sinus murni menghasilkan gelombang listrik yang lebih stabil dan bersih, yang sangat kompatibel dengan motor pompa air. Dengan demikian, motor dapat beroperasi dengan efisiensi yang lebih tinggi dan umur yang lebih panjang, karena arus listrik yang diterima oleh motor tidak mengandung gangguan atau fluktuasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen motor.
2. **Manfaat Gelombang Sinus Murni:**
 - a. **Pengurangan Risiko Kerusakan:** Tegangan yang stabil dan halus mengurangi risiko kegagalan motor karena lonjakan tegangan atau fluktuasi arus yang sering terjadi pada inverter non-sinus murni.
 - b. **Efisiensi Operasional:** Dengan tegangan yang lebih konsisten, motor dapat bekerja dengan efisiensi maksimal tanpa pemborosan energi, sehingga menghemat biaya operasional dalam jangka panjang.
 - c. **Perpanjangan Umur Peralatan:** Penggunaan gelombang sinus murni dapat memperpanjang umur motor dan perangkat lainnya karena mengurangi ketegangan dan stres listrik pada komponen motor.

Penerapan di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari: Penerapan sistem pembangkit tenaga surya dengan inverter gelombang sinus murni di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari dapat dilihat pada Gambar 6. menunjukkan sistem tenaga surya diterapkan untuk mendukung operasional pompa air hidroponik yang efisien dan andal, dengan inverter yang memberikan output tegangan gelombang sinus murni.



Gambar 6. Pemasangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik pada UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari.

Hasil Penilaian dan Dampak Pelatihan Sistem Pembangkit Tenaga Surya untuk Budidaya Hidroponik di UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari

Berdasarkan temuan penilaian awal dan evaluasi pasca-tes yang dilakukan setelah pelaksanaan inisiatif Program Kemitraan Masyarakat (PKM), terdapat kemajuan yang signifikan dalam pengetahuan dan keterampilan peserta mengenai penerapan sistem pembangkit tenaga surya untuk budidaya hidroponik di lingkungan rumah kaca.

1. **Penilaian Awal:** Pada tahap awal, 55% peserta memiliki pengetahuan dan kompetensi yang diperlukan untuk secara efektif memanfaatkan sistem pembangkit tenaga surya dalam budidaya hidroponik. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta sudah memiliki pemahaman dasar tentang teknologi ini.
2. **Evaluasi Pasca-Tes:** Setelah mengikuti sesi kuliah instruksional, diskusi interaktif, dan pelatihan praktis, 90% peserta menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pengetahuan dan keterampilan mereka. Evaluasi pasca-tes mengungkapkan bahwa pemahaman mereka tentang pembangunan dan penerapan sistem tenaga surya untuk pertanian hidroponik meningkat secara substansial, dengan 90% peserta menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pengetahuan mereka (Tabel 2).

Tabel II. Hasil Pre Test dan Post Test Kegiatan PKM

Parameter	Hasil Pre-Test	Hasil Post-Test	Peningkatan
Rata-rata Nilai	60	80	+20
Nilai Tertinggi	75	95	+20
Nilai Terendah	50	70	+20
Persentase Ketuntasan 55%		90%	+35%

Ketreangan:

- a. **Persentase Ketuntasan:** Sebelum kegiatan, hanya 55% peserta mencapai nilai minimal yang ditentukan, sedangkan setelah kegiatan, persentase meningkat menjadi 90%.
- b. **Rata-rata Nilai:** Meningkat sebesar +20 poin, menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mengalami peningkatan pemahaman atau keterampilan.

- c. Nilai Tertinggi/Terendah: Juga mengalami peningkatan signifikan, menunjukkan bahwa intervensi berdampak pada berbagai level peserta.

Tabel 2 dapat digunakan untuk menunjukkan keberhasilan kegiatan PKM dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta.

Manfaat Pelatihan untuk UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari:

- a. Peningkatan Pengetahuan dan Kompetensi: Program pelatihan ini memberikan manfaat yang signifikan bagi kolaborator dari UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari. Mereka tidak hanya memahami bagaimana membangun sistem pembangkit tenaga surya, tetapi juga mempelajari penerapan praktis teknologi ini dalam konteks pertanian hidroponik. Pengetahuan ini akan membantu mereka meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional.
- b. Demonstrasi yang Sukses: Demonstrasi pemasangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk budidaya hidroponik yang dilakukan selama sesi pelatihan menunjukkan penerapan yang efektif dan memberikan hasil positif. Para peserta secara langsung dapat melihat dan berpartisipasi dalam proses pemasangan, sehingga meningkatkan pemahaman praktis mereka.
- c. Hasil Latihan Lapangan: Proses latihan lapangan yang melibatkan pemasangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk budidaya hidroponik di hadapan peserta berlangsung dengan baik. Berdasarkan pengamatan selama sesi pelatihan, sistem ini siap untuk dioperasikan secara sukses di lingkungan UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari.
- d. Reaksi Peserta: Peserta dari UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari melaporkan minat yang signifikan dan menyatakan bahwa mereka memperoleh wawasan baru tentang cara memanfaatkan teknologi sistem pembangkit tenaga surya untuk meningkatkan efisiensi pertanian hidroponik mereka. Umpan balik yang diterima menunjukkan antusiasme yang tinggi dan harapan besar terhadap potensi penerapan teknologi ini dalam meningkatkan hasil produksi melon hidroponik mereka.
- e. Kepuasan Penyelenggara dan Manfaat untuk Masyarakat: Penyelenggara kegiatan PKM menyatakan kepuasan yang besar dengan umpan balik positif yang diterima dari peserta. Para peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan teknis yang baru, tetapi juga mengembangkan keterampilan yang berguna untuk implementasi sistem tenaga surya di usaha hidroponik mereka. Informasi yang disebarluaskan selama kegiatan ini diharapkan dapat memberikan dampak positif, baik bagi UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari maupun masyarakat luas, dengan meningkatkan kesadaran tentang kemajuan sistem pembangkit tenaga surya yang dapat mendukung pertanian hidroponik berkelanjutan.

Inisiatif ini berpotensi untuk menjadi model yang berguna dalam meningkatkan ketahanan pangan lokal melalui pemanfaatan energi terbarukan, serta mengurangi ketergantungan pada energi konvensional yang lebih merusak lingkungan

KESIMPULAN

Pelaksanaan program PKM mengenai penerapan sistem pembangkit tenaga surya untuk tanaman hidroponik telah memberikan hasil yang sangat positif, tercermin dari peningkatan substansial dalam pemahaman dan kemahiran peserta. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan, terdapat peningkatan luar biasa sebesar 90% dalam pengetahuan dan keterampilan peserta mengenai penerapan sistem tenaga surya dalam budidaya hidroponik. Secara keseluruhan, pelaksanaan kegiatan PKM ini memberikan dampak yang sangat positif baik untuk peserta maupun untuk UMKM Rumah Bali Hidroponik Kendari. Peningkatan pengetahuan dan kemampuan peserta dalam menerapkan sistem tenaga surya dalam budidaya hidroponik memperlihatkan potensi yang besar untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dalam sektor pertanian. Inisiatif ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga dapat berkontribusi pada keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan, yang merupakan tujuan jangka panjang dari penerapan teknologi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengapresiasi dana pengabdian kepada masyarakat dengan Tanggal Kontrak 13 Juni 2024 dan Nomor Kontrak 71/UN29.20/AM/2024 yang diberikan oleh LPPM Universitas Halu Oleo Kendari dan Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat - Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi . Kami juga berterima kasih kepada UMKM Rumah Bali Hidroponik di Kota Kendari atas bantuannya yang sangat berarti dalam penyelenggaraan kegiatan PKM.

REFERENSI

- Anonim. (2022). Sun Energy: Cara kerja, manfaat & pemasangan panel surya. <https://sunenergy.id/blog/panel-surya/>
- Asriani, & Herdhiansyah, D. (2019). Factors affecting the economic policy of food in Indonesia. *Mega Aktiva: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 8(1), 11–17. <https://doi.org/10.32833/majem.v8i1.76>
- Asriani, & Herdhiansyah, D. (2022). Rancangan usaha agribisnis hidroponik. Penerbit NEM.
- Asriani, Herdhiansyah, D., & Nurcayah. (2022). Rancangan usaha agribisnis tanaman sayuran berbasis hidroponik. *Jurnal Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 8(1), 407–416. <https://dx.doi.org/10.25157/ma.v6i1.2595>
- Asriani, W., Embe, F. N., & Herdhiansyah, D. (2020). Persepsi masyarakat terhadap agribisnis sayuran metode hidroponik starterkit wick di Kota Kendari. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 6(1), 11–18. <https://dx.doi.org/10.25157/ma.v6i1.2595>
- Beisembina. (2023). Conceptual foundations of food security management in the region. *Vestnik Torajgyrov Universiteta*. <https://doi.org/10.48081/bqlr9800>
- Drebot, O., Palapa, N., & Dikhtiar, I. (2024). Food security is a global problem of humanity and the main factors affecting it. *Agroekologičeskij žurnal*. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311176>
- Herdhiansyah, D., Asriani, & Midi, L. (2022). Pelatihan desain kemasan produk sayuran hidroponik pada usaha Nuri Holti Hidro Kota Kendari Sulawesi Tenggara. *Proseding - Seminar Nasional UNIMUS*, 5(1), 2244–2251 .
- Herdhiansyah, D., Asriani, Syukri, M., Resman, & Gafarudin. (2021). PKM Sekolah Pangan Lestari (SPL) organik pada sekolah menengah kejuruan Kota Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(2), 194–201. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v8i2.1246>
- Herdhiansyah, D., Sutiarto, L., Purwadi, D., & Taryono. (2012). Analisis potensi wilayah untuk pengembangan perkebunan komoditas unggulan di Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(2), 106–114.
- Herdhiansyah, D., & Asriani. (2018). Strategi pengembangan agroindustri komoditas kakao di Kabupaten Kolaka – Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroindustri Halal*, 4(1), 30–41. <https://doi.org/10.30997/jah.v4i1.1124>
- Kumar, A., Simran, A., Kumar, A., & Mubashshir, M. (2024). Food security and its conservation technology. *International Journal of Research Publication and Reviews*. 5(5):8124–8128. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0524.1331>
- Lingga, P. (2005). Berkebun hidroponik secara murah. Penebar Swadaya.
- Novitasari, & Sishadiyati. (2024). The impact of food security on economic growth through interaction with poverty levels. *Journal of Economics, Finance and Management Studies*. 7(5) <https://doi.org/10.47191/jefms/v7-i5-36>