



Hidroponik dengan Konsep Agro Voltec Guna Optimalisasi Kemandirian dan Ketahanan Pangan di Kelurahan Rejowinangun Selatan Kota Magelang

Hydroponics with the Agro Voltec Concept to Optimize Food Independence and Security in Rejowinangun Selatan Village, Magelang City

Alifia Revan Prananda¹, Cornelius Rangga Surya Kusuma², Daniel Gunawan³, Terra Rhebekka⁴, Galih Slamet⁵

¹⁻⁵ Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

ranggacornelius31@gmail.com

Article History:

Received: Agustus 13, 2024;

Revised: Agustus 28, 2024;

Accepted: September 17, 2024;

Online Available: September 19, 2024;

Keywords: Urban Farming, Hydroponics, Food Independence.

Abstract: Increasing population density and concretization in urban areas, such as Magelang City, have caused a significant decrease in green open spaces (RTH), which has an impact on food security and independence. Magelang City, with a population density of 7,361 people/km², faces a major challenge in providing adequate green spaces to support local food production. Rejowinangun Selatan Village, as one example, shows the limited green open spaces available. To overcome this problem, urban farming, especially through hydroponic techniques, offers an effective solution. The methods applied in this community service include various approaches to educate and directly involve the community in the practice of making hydroponics with solar panels. By utilizing renewable energy-based technology, such as solar panels and integrated electrical systems, hydroponic farming allows food production in limited spaces such as house terraces. This system not only increases food independence and security, but also ensures that the vegetables produced are healthier because of the minimal use of pesticides. Urban farming with the hydroponic method can optimize the use of limited space and become a productive and sustainable alternative for urban communities.

Abstrak. Kepadatan penduduk dan betonisasi yang meningkat di kawasan perkotaan, seperti Kota Magelang, menyebabkan penurunan signifikan dalam ruang terbuka hijau (RTH), yang berdampak pada ketahanan dan kemandirian pangan. Kota Magelang, dengan kepadatan penduduk 7.361 jiwa/km², menghadapi tantangan besar dalam menyediakan ruang hijau yang memadai untuk mendukung produksi pangan lokal. Kelurahan Rejowinangun Selatan, sebagai salah satu contoh, menunjukkan keterbatasan ruang terbuka hijau yang tersedia. Untuk mengatasi permasalahan ini, urban farming atau pertanian perkotaan, khususnya melalui teknik hidroponik, menawarkan solusi efektif. Metode yang diterapkan dalam pengabdian ini mencakup berbagai pendekatan untuk mengedukasi dan melibatkan masyarakat secara langsung dalam praktik pembuatan hidroponik dengan panel surya. Dengan memanfaatkan teknologi berbasis energi terbarukan, seperti panel surya dan sistem kelistrikan terintegrasi, pertanian hidroponik memungkinkan produksi pangan dalam ruang terbatas seperti teras rumah. Sistem ini tidak hanya meningkatkan kemandirian dan ketahanan pangan, tetapi juga memastikan sayuran yang dihasilkan lebih sehat karena minim penggunaan pestisida. Urban farming dengan metode hidroponik dapat mengoptimalkan penggunaan ruang terbatas dan menjadi alternatif yang produktif serta berkelanjutan bagi masyarakat perkotaan.

Kata Kunci: Urban Farming, Hidroponik, Kemandirian Pangan.

1. PENDAHULUAN

Banyaknya betonisasi dan peningkatan jumlah penduduk mengindikasikan ruang terbuka hijau semakin sempit dan kebutuhan pangan semakin meningkat. Sehingga ketahanan pangan jika tidak dibarengi dengan kemandirian pangan akan sangat rentan terdampak. Apalagi bagi masyarakat daerah kota yang padat penduduk. Kawasan kota padat penduduk merupakan kawasan dengan ruang yang semula luas tetapi banyak dimanfaatkan untuk dijadikan bangunan baik untuk rumah atau tempat perdagangan. Pemanfaatan ruang untuk dijadikan bangunan atau berakhir sebagai tempat timbunan sampah pada akhirnya memperparah pada berkurangnya ruang hijau guna kemandirian dan ketahanan pangan. Tentu saja hal ini cepat atau lambat dampak buruk dapat dirasakan oleh masyarakat.

Salah satu kawasan padat penduduk adalah Kota Magelang yang mana menjadi kota terpadat kedua di Jawa Tengah dengan kepadatan penduduk 7.361 jiwa/km², dengan penduduk 121.526 jiwa (Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2021). Kawasan kota padat penduduk ini sangat dimungkinkan hampir tidak ditemukannya ruang terbuka hijau. Kelurahan Rejowinangun Selatan yang terdapat di Kota Magelang menjadi bukti nyata bahwa sulitnya ditemukan ruang terbuka hijau (RTH) guna kemandirian dan ketahanan pangan.

Dalam menciptakan kemandirian dan ketahanan pangan diruang yang terbatas salah satunya dapat dilakukan dengan urban farming atau lebih dikenal dengan konsep pertanian di daerah perkotaan. Teknik pertanian urban farming yang dapat dilakukan salah satunya pertanian hidroponik yang melewati berbagai proses dari penyemaian hingga pemanenan. Kegiatan pertanian ini (hidroponik) dapat dilakukan meskipun dengan media yang terbatas. Dengan melalui rangkaian integrasi kelistrikan terdiri dari komponen panel surya, pengendalian tenaga surya (SCC), media penyimpanan aki kering, dan pompa air dengan motor listrik menggunakan tipe arus searah atau arus searah langsung. Dengan adanya teknologi ini, masyarakat daerah perkotaan dapat melakukannya. Seperti dengan memanfaatkan teras rumah untuk mengoptimalkan dalam mengimplementasikan kemandirian dan ketahanan pangan agar lebih produktif. Sehingga adanya pertanian dengan sistem ini dapat membantu masyarakat dalam kemandirian dan ketahanan pangan.

Keterbatasan ruang guna pertanian bukan merupakan suatu hambatan lagi. Melalui sistem pertanian hidroponik ini diharapkan dapat mengoptimalkan media ruang terbatas untuk menghasilkan pertanian yang tidak kalah bagusnya dengan sistem pertanian konvensional. Kebutuhan (sayur) masyarakat perkotaan melalui konsep diatas dapat terpenuhi, dan lebih mudah dilakukan serta sayuran yang dihasilkan lebih sehat. Karena tanpa pestisida dan melalui

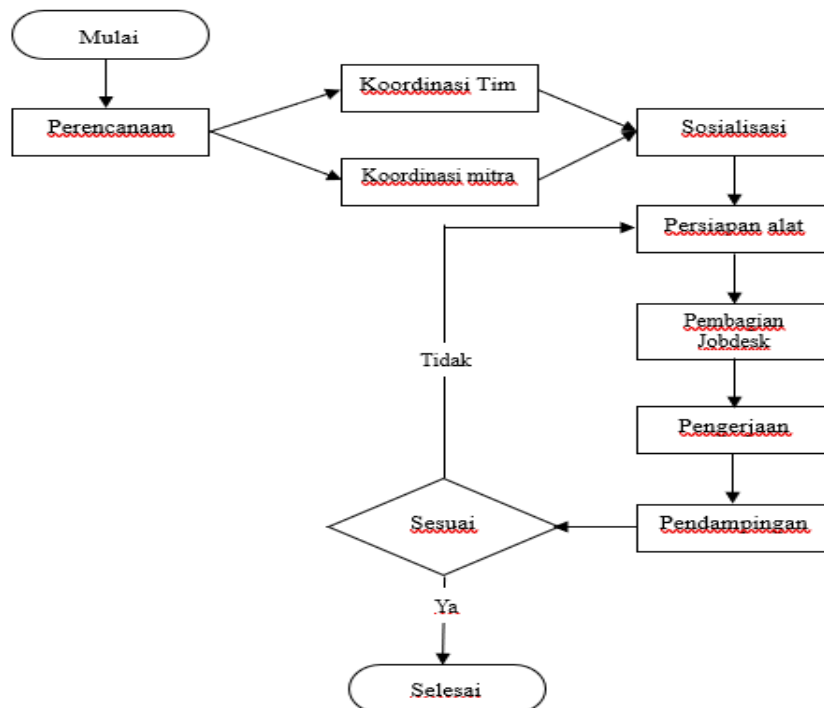
pengawasan secara langsung.

2. METODE

Metode yang diterapkan dalam pengabdian ini mencakup berbagai pendekatan untuk mengedukasi dan melibatkan masyarakat secara langsung dalam praktik pembuatan hidroponik dengan panel surya. Pendekatan yang digunakan dibagi dalam beberapa tahap, yaitu tahap sosialisasi, pelaksanaan (praktik), dan pemantauan.

a. Sosialisasi

Pada tahap sosialisasi, berkomunikasi secara langsung dengan peserta untuk memahami fase pertumbuhan tanaman, memahami perbedaan pertanian hidroponik dengan pertanian konvensional, menjelaskan pentingnya konsumsi sayur, dan meningkatkan kesadaran lingkungan. Pada tahap ini, proses perkembangan tanaman ditunjukkan, termasuk penyemaian, pembibitan, perawatan, dan pemanenan. Pada saat kegiatan selesai, diharapkan peserta memahami proses alamiah yang terjadi pada perkembangan dan pertumbuhan tanaman sayuran. Peserta yang terlibat dalam teknologi energi terbarukan harus menyadari bahwa energi fosil akan semakin habis seiring berjalannya waktu. Panel surya akan menjadi sumber energi masa depan yang ramah lingkungan. Sebelum praktek pembuatan dimulai, teori instalasi dan pemasangan akan diberikan.



Gambar 1. Diagram alur kegiatan

b. Pengerjaan

Pembuatan hidroponik pada tahap ini akan dijelaskan penggunaan alat dan bahan yang digunakan, cara pemasangan, langkah-langkah pembuatan (media) tanaman. Disamping itu masyarakat Kelurahan Rejowinangun Selatan di beri pelatihan bagaimana cara mencampur pupuk hidroponik yaitu AB-Mix sebagai nutrisi , termasuk didalamnya mengukur kadar ph yang dibutuhkan. Pengerjaan dilanjutkan dengan pemasangan rangkaian kabel charge control, baterai, pompa, dan panel indicator. Dan pemasangan panel surya di tempat yang terkena matahari langsung guna memaksimalkan serapan sinar matahari.

c. Pemantauan

Dalam tahap pemantauan masyarakat didampingi kurang lebih selama 2 minggu untuk memastikan proses perawatan dari awal hingga akhir. Selain dalam hal ini, instalasi hidroponik apabila ditemukan masalah masyarakat diberi pendampingan untuk perbaikannya. Pada rangkaian instalasi solar sel pengecekan dilakukan secara berkala guna menjamin pompa air dapat bekerja secara optimal agar sirkulasi air dapat lancar. Serta pengecekan pada panel surya harus terjaga karena serapan sinar matahari pada panel surya dapat maksimal.

3. HASIL

Kampung Iklim merupakan program unggulan dari pemerintah Kota Magelang tentang bagaimana mengatasi perubahan iklim serta mengurangi efek dari emisi rumah kaca. Salah satu kegiatan ini adalah kampung organik yaitu urban farming dengan konsep agrovopltaic yang dilaksanakan dengan fokus kolaborasi antara teknologi pertanian hidroponik dengan dukungan tenaga listrik panel surya. Penanaman ini sebagai wujud ketahanan pangan masyarakat sekitar sehingga ketahanan pangan masyarakat setempat dapat terjaga. Kegiatan ini bertujuan untuk kemandirian dan ketahanan pangan masyarakat khususnya akan sayuran yang berguna bagi kesehatan masyarakat. Sehingga gizi yang dibutuhkan dapat tercukupi.

Pada zaman modern ini minat akan hidroponik dengan dukungan tenaga listrik dari panel surya semakin meningkat selain karena perawatan yang mudah juga tidak membutuhkan media yang cukup besar. Teknik hidroponik dengan dukungan tenaga listrik dari panel surya memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penerapannya. Kelebihannya adalah tidak memerlukan media yang cukup luas, perawatan yang cukup mudah, dan hasil yang dipanen tidak kalah dengan hasil dari pertanian konvensional. Sedangkan untuk kekurangannya pembuatannya yang memerlukan biaya yang cukup mahal.

Ketahanan pangan adalah keadaan di mana kebutuhan pangan untuk rumah tangga terpenuhi, yang tercermin dari ketersediaan pangan yang memadai dari segi kualitas maupun kuantitas, dan sayuran merupakan salah satu komoditas yang sangat diperlukan untuk dikonsumsi masyarakat. Diharapkan setelah kami membuat hidroponik dengan dukungan tenaga listrik dari panel surya kebutuhan pangan masyarakat khususnya akan sayuran di berbagai warga masyarakat dapat terpenuhi sehingga ketahanan pangan di berbagai RW dapat terpenuhi. Selain itu hasil panen dari hidroponik ini juga bisa dimanfaatkan sebagai peluang usaha bagi masyarakat untuk diperjualbelikan di pasaran, baik dijual secara online maupun offline. Kedua hal tersebut sangat menguntungkan bagi perekonomian masyarakat. Peran mahasiswa tidak sekedar pembelajaran di kampus saja tetapi juga melakukan pembangunan terhadap masyarakat karena sejatinya seorang mahasiswa sebagai agen perubahan bagi masyarakat (Cahyono1, 2019). Dan itulah yang mendasari kami untuk melaksanakan program kampung organik yang bertujuan untuk membangun masyarakat baik dari segi ketahanan pangan, penambahan nilai ekonomi serta penghijauan lingkungan sekitar.

PEMBAHASAN

Lokasi kegiatan pengabdian masyarakat di Kelurahan Rejowinangun Selatan. Kegiatan dilakukan oleh tim pelaksana PPK Ormawa DPM KM Universitas Tidar 2024 dengan jumlah 15 orang. Kegiatan pengabdian dilakukan dari bulan Juni-Oktober 2024. Media tanam dan peralatan yang dibutuhkan dalam kegiatan ini adalah menggunakan rockwool sebagai media untuk menanam bibit selada serta netpot sebagai tempat untuk meletakkan rockwool tersebut dalam rangkaian hidroponik yang telah kami desain sebelumnya. Adapun alat-alat yang dibutuhkan seperti: Gerinda, Bor, Tang, Bor dan lainnya.

a. Desain dan Perakitan

Rak dibutuhkan sebagai penopang pipa hidroponik. Sistem hidroponik ini membutuhkan pipa mendatar seperti meja, baik disusun bersampingan atau bertingkat. Adanya rak digunakan untuk menopang pipa agar rapi. Dengan seperti itu penggunaan rak dapat membantu untuk memaksimalkan penggunaan ruang tanaman. Konsep dari media tanam ini mengadopsi metode *Nutrient Film Technique* (NFT) dimana sebagian dari akar terendam dalam larutan nutrisi yang bersirkulasi selama 24 jam dan sebagian lagi dipermukaan. Adapun langkah dalam pembuatan hidroponik ini sebagai berikut:

1. Siapkan pipa PVC (Guli) dengan ukuran 2 meter
2. Pipa PVC (Guli) dipotong sesuai dengan kebutuhan

3. Pelubangan Guli dengan diameter 10 cm sesuai dengan netpot.
4. Menentukan jarak antar lubang dari tepi ke tepi diameter lubang yaitu 20 cm
5. Menentukan selang yang akan digunakan sebagai jalan pendistribusian air.
6. Menentukan titik guna sirkulasi penerimaan distribusi air
7. Ketinggian air dalam pipa disesuaikan dengan pompa air berdaya 30 Watt.



Gambar 2. Desain Panel Surya

b. Proses Penyemaian Bibit Sayuran

Semaian yang baik adalah semaian yang tidak kutilang (kurus, tinggi, kering), tetapi semaian yang tidak mudah roboh dan kuat. Cara yang paling sederhana untuk mengetahui apakah semaian kita tumbuh dengan baik adalah dengan cara membelai daunnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jika daun kuat berarti tidak mudah roboh ketika dibelai. Untuk mendukung semaian bibit yang baik hendaknya ketika sudah daun 2 dikenakan sinar matahari (secukupnya).

Setelah tanaman sudah muncul daun sejati (asli) pemindahan tanaman dapat dilakukan. Daun asli biasanya memiliki tulang dan helai daun. Hal ini biasanya terjadi pada helai ketiga daun, yang terdiri dari dua helai yang melebar ke samping dan bukan daun. Ketika ini terjadi, proses fotosintesis sudah mulai berlangsung, yang berarti bahwa tanaman perlu diberikan nutrisi agar bisa terangsang untuk tumbuh lebih cepat. Ketika tanaman siap dipindahkan maka dibutuhkan netpot sebagai media tanaman untuk menggantung. Adapun cara untuk menyemai bibit adalah:

1. Siapkan nampan plastik/sejenisnya guna tempat penyemaian.
2. Isi nampan plastik dengan media rockwool yang telah dipotong berbentuk dadu.
3. Basahi media rockwool sampai lembab.

4. Dan kemudian, biji bibit tanaman bisa dimasukkan ke dalam rockwool yang sudah dilubangi. Dua atau tiga bibit rockwool dapat dimasukkan ke dalam setiap lubang.
5. Supaya lembab selama masa pertumbuhan rockwool dapat di siram secara rutin
6. Minimal dua hari sekali dilakukan pengecekan untuk melihat pertumbuhan dari tanaman.
7. Bibit tanaman dapat dipindahkan ketika sudah berumur kurang lebih 1 minggu.



Gambar 3. Penyemaian Tanaman

c. Penutrisian

Takaran dalam penutrisian biasanya hanya mengandalkan pengalaman dengan mencoba dari setiap takaran yang diberikan. Tentunya hal ini tidak efektif, maka diperlukan dosis yang sudah terukur. Dosis terukur setidaknya dapat dilakukan dengan *total dissolved solid* (TDS) dengan satuan ukur bagian per juta (PPM) atau biasanya disebutkan alat ukur PPM. Meskipun demikian tentu saja kadar nutrisi atau pH yang diperlukan tentu saja berbeda. Untuk memastikan tingak kesesuaian ini maka kami menggunakan suatu tabel *refrensi* yang sudah ada nilai ukuran dan nutrisi yang di butuhkan. Tetapi perlu diperhatikan bahwa PPM ini diperuntukan untuk jenis tanaman remaja sampai dengan usia dewasa. Kadar nutrisi yang diperlukan untuk penyemaian dapat disesuaikan.

d. Perakitan panel Surya

Proses perakitan panel surya ini melibatkan pihak luar sebagai mentor untuk melaksanakan perakitan yang tentunya sudah sangat mahir dibidangnya. dalam perakitan panel surya ini membutuhkan beberapa peralatan yaitu solar cell, kabel, batrai serta alat untuk mengatur kelistrikan, sehingga mendapatkan hasil yang maksimal, sehingga hidroponik dengan konsep panel surya dapat digunakan sehingga ketergantungan akan energi listrik dapat berkurang dan tentunya ramah akan lingkungan dan menimbulkan kemanfaatan kepada masyarakat.

e. Sosialisasi dan Demonstrasi

Sosialisasi program ini dihadiri oleh peserta undangan yang terdiri dari ibu-ibu PKK, masyarakat umum hingga perangkat desa. Sasaran kegiatan ini adalah masyarakat Kelurahan Rejowinangun Selatan, tujuannya adalah masyarakat bisa memahami fase pertumbuhan tanaman, memahami perbedaan pertanian hidroponik dengan pertanian konvensional, menjelaskan pentingnya konsumsi sayur, dan meningkatkan kesadaran lingkungan. Sehingga menciptakan kemandirian dan ketahanan pangan dan bisa berbudidaya dengan memanfaatkan ruang/lahan di sekitar rumah.

Minat masyarakat terhadap sosialisasi ini sangatlah tinggi, karena adanya ilmu baru dikalangan masyarakat tentang hidroponik dengan panel surya. Hal ini juga dapat dibuktikan adanya masyarakat yang meminta jika program ini dapat terlaksana, harus di dampingi sampai kemandirian dan ketahanan pangan masyarakat dapat tercapai. Terlebih nantinya harapan masyarakat ini dapat membantu untuk meningkatkan perekonomian masyarakat juga.

Dalam pelatihan ini, sistem hidroponik DFT digunakan, yang memanfaatkan sirkulasi air selama proses pertumbuhan tanaman. Sayuran seperti sawi, pakcoi, dan selada ditanam dalam pelatihan ini. Diharapkan bahwa program pelatihan budidaya tanaman hidroponik energi solar panel ini akan mendorong orang untuk menerapkan pelatihan dan edukasi hidroponik yang telah diberikan. Ini akan membantu mengatasi kelangkaan bahan pangan karena lahan pertanian yang semakin sempit. Beralih ke energi hijau adalah tujuan utama peningkatan kesadaran masyarakat tentang perubahan iklim bumi. Ini adalah kampanye kecil yang bertujuan untuk mendorong pengembangan



Gambar 4. Sosialisai Hidroponik Agrololtec

f. Pemantauan Pertumbuhan Tanaman

Pastikan semua komponen solar panel bekerja dengan baik untuk menjaga pasokan

listrik. Dengan melihat display SCC yang berfungsi, pengecekan mengukur tegangan baterai 50 Volt dan tegangan baterai kering 9 Volt. Kondisi tersebut dapat menyediakan 30 watt daya pompa air dengan tipe arus searah/DC.

Penanganan ketersediaan air sangat penting untuk tanaman hidroponik. Sekitar 80 hingga 90 persen tanaman hidroponik terdiri dari air, yang membantu mempercepat pertumbuhan tanaman. Agar tanaman dapat tumbuh semaksimal mungkin, jumlah ppm yang diperlukan berbeda-beda.

Tabel.1

Nutrisi	Pakcoy	Selada
Kalori	13 kkal	15 kkal
Air	95%	95%
Protein	1,5g	1,4g
Lemak	0,2g	0,2 g
Karbohidrat	2,2g	2,9 g
Serat	1,0g	1,3 g
Kalsium	105 mg	36 mg
Zat besi	0,8 mg	0,8 mg
Magnesium	19 mg	13 mg
Fosfor	37 mg	29 mg
Kalium	252 mg	194 mg
Vit c	45 mg	9,2 mg
Vit a	4468 IU	7405 IU
Folat	66 mcg	38 mcg

Setelah benih ditanam dan selama masa pertumbuhan hingga panen, kegiatan monitoring ini dilakukan. Untuk menangani tanaman hidronik di sini, penulis menggunakan tanaman pakcoi dengan masa panen 35 hingga 40 hari. Mereka menggunakan AB-Mix untuk tahapan pemberian nutrisi dengan ppm maksimal 1150 ppm dan pH 6- 7 (kekuatan hidrogen/pH). Dengan mengukur parameter nutrisi dan pH air, pertumbuhan tanaman pakcoi dapat dimaksimalkan. Mencukupi nutrisi diukur setiap dua hingga tiga hari sekali dengan peningkatan 30 hingga 40 ppm dan pH air tetap konstan. Berdasarkan pengalaman individu yang berbeda-beda, nutrisi ini dapat dijadikan acuan.

4. KESIMPULAN

Hasil kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Antusias peserta dari sosialisasi kegiatan/program ini sangat tinggi untuk mengetahui hidroponik berbasis panel surya
2. Jumlah peserta 25 orang termasuk didalamnya ibu-ibu PKK, masyarakat umum, hingga

perangkat desa.

3. Media tanam yang diberikan adalah seperangkat media tanam hidroponik berbasis panel surya, yaitu: Pipa PVC (Guli): Digunakan untuk aliran air dan larutan nutrisi. Pipa ini akan dilubangi untuk menempatkan tanaman di dalam netpot. Panjang pipa biasanya disesuaikan dengan kebutuhan dan ukuran ruang. Netpot: Wadah kecil berlubang yang digunakan untuk menopang tanaman. Netpot akan diletakkan di dalam lubang yang dibuat pada pipa PVC, sehingga akar tanaman dapat menyerap larutan nutrisi dari dalam pipa. Rockwool: Media tanam yang digunakan sebagai tempat tumbuh bibit tanaman. Rockwool menyerap air dan nutrisi dengan baik serta menjaga kelembaban yang dibutuhkan oleh tanaman. Pompa Air: Pompa yang digunakan untuk mengalirkan larutan nutrisi secara terus-menerus ke akar tanaman. Pompa ini akan beroperasi menggunakan listrik yang dihasilkan dari panel surya. Sayuran pakcoi tumbuh dengan baik hari setelah tanam, dengan daun yang lebar dan hijau. Pemberitahuan nutrisi yang tepat melalui pemeriksaan mingguan.
4. Kebutuhan nutrisi setiap minggu pada Hari Setelah Tanam (HST), diukur dari 550 ppm hingga 1100 ppm hingga masa tanaman di panen

5. PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam menyukseskan kegiatan program pengabdian masyarakat ini, khususnya terkait dengan pelaksanaan kampung iklim dan kampung organik di Kelurahan Rejowinangun Selatan, Kota Magelang.

Pertama-tama, kami sampaikan penghargaan yang mendalam kepada tim PPK Ormawa Universitas Tidar atas perencanaan, koordinasi, dan pelaksanaan yang telah dilakukan dengan penuh dedikasi. Keberhasilan kegiatan ini tidak terlepas dari peran aktif dan komitmen yang tinggi dari tim kami. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada perangkat desa dan pemerintahan lokal Kelurahan Rejowinangun Selatan yang telah memberikan izin dan dukungan penuh dalam pelaksanaan program ini. Kerjasama dan koordinasi yang baik dengan pihak kelurahan sangat berharga dalam menjamin kelancaran dan kesuksesan kegiatan. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada masyarakat sekitar yang telah antusias dalam menerima bibit pohon salam dan berpartisipasi aktif dalam perawatan serta pemeliharannya. Minat dan partisipasi warga dalam program ini menunjukkan bahwa program kampung organik memiliki dampak positif dan mendapat sambutan hangat dari masyarakat.

Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan materiil, baik dalam bentuk saran, dana, maupun sumber daya lainnya. Kontribusi Anda sangat berarti dalam mewujudkan program ini dan memastikan manfaatnya dapat dirasakan oleh masyarakat. Akhir kata, kami berharap agar kegiatan ini dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang berkelanjutan. Semoga kolaborasi ini menjadi inspirasi untuk kegiatan-kegiatan pengabdian masyarakat lainnya di masa depan. Terima kasih atas segala dukungan dan kerjasama yang telah diberikan.

6. DAFTAR REFERENSI

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2020). Program Kampung Iklim: Pedoman Pengelolaan dan Implementasi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Setiawan, B., & Hidayat, S. (2021). Urban Farming dan Ketahanan Pangan di Indonesia. *Jurnal Pertanian Perkotaan*, 5(3), 112-119.
- Soetopo, R. & Nugroho, A. (2020). Penggunaan Teknologi Hidroponik Berbasis Panel Surya untuk Efisiensi Energi dalam Pertanian Modern. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 76-82.
- Wibisono, R., & Hartono, S. (2019). Penerapan Panel Surya dalam Sistem Hidroponik untuk Peningkatan Ketahanan Pangan. *Jurnal Energi Terbarukan*, 11(1), 45-50.
- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). Ketahanan Pangan Nasional: Strategi dan Tantangan. Kementerian Pertanian.
- Mulyani, A., & Pratiwi, R. (2021). Konsep Ketahanan Pangan dan Urban Farming: Membangun Kemandirian Pangan Masyarakat. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2), 54-62.
- Jensen, M. H. (2019). *Hydroponic Culture for the Tropics: NFT and Other Methods*. CTA Publishing.
- Ahmad, F., & Rahman, A. (2021). Penerapan Teknik Nutrient Film Technique dalam Pertanian Hidroponik. *Jurnal Hortikultura*, 19(3), 20-28.
- Cahyono, T. (2019). Peran Mahasiswa Sebagai Agen Perubahan Sosial di Masyarakat. *Jurnal Sosial dan Pembangunan*, 6(1), 23-30.