



Peningkatan Kapasitas Ibu-Ibu Kelompok Tani Desa Malakoni, Enggano, Provinsi Bengkulu dalam Pemenuhan Kebutuhan Sayuran melalui *Smart Hidroponik* dengan Tenaga Surya

Ashar Muda Lubis^{1*}, Riska Ekawita¹, Sipriyadi², Camelia Batun Abrar¹, Isra Amalia¹, Maura Alyafie Nurel¹

¹ Jurusan Fisika, Fakultas, MIPA, Universitas Bengkulu

² Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Bengkulu

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Draft diterima: 7 Mei 2025

Revisi diterima: 23 Juli 2025

Diterima: 5 Agustus 2025

Tersedia Online: 7 Agustus 2025

Corresponding author:

*asharml@unib.ac.id

Citation:

Lubis, dkk. 2025. Peningkatan Kapasitas Ibu-Ibu Kelompok Tani Desa Malakoni, Enggano, Provinsi Bengkulu dalam Pemenuhan Kebutuhan Sayuran Melalui *Smart Hidroponik* dengan Tenaga Surya: *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service*, 5(1), pp: 26-31

ABSTRAK

Pulau Enggano, merupakan salah satu pulau terluar Indonesia yang terletak di Samudra Hindia. Salah satu permasalahan di daerah Pulau Enggano berkaitan dengan ketersediaan pangan khususnya sayuran. Tujuan dari kegiatan ini untuk melatih kelompok tani dalam budidaya sayuran *smart hidroponik* dengan energi surya. Kegiatan pengabdian masyarakat telah dilakukan bulan Agustus 2024 di Desa Malakoni, Enggano, pada 2 kelompok tani ibu-ibu yakni Enggano Makmur dan Melati Enggano. Kegiatan pengabdian ini diikuti lebih dari 30 orang peserta. Kegiatan diawali dari sosialisasi/pelatihan dengan metode komunikasi secara langsung dan peragaan budidaya sayuran hidroponik serta praktek langsung menggunakan alat dan bahan seperti benih sayuran, nampan plastik, rockwool, netpot, nutrisi AB mix, dan lain-lain. Ketercapaian tujuan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini mencapai 100% dimana kelompok tani mengikuti semua rangkaian kegiatan pengabdian dengan sangat baik, dan 95% yang diundang menghadiri kegiatan pelatihan. Dari kegiatan ini terlihat adanya peningkatan kapasitas dari peserta dalam budidaya sayuran dengan *smart hidroponik*. Hasil *pre-test* pengetahuan kelompok tani tentang *smart Hidroponik* menunjukkan diangka 49%, naik menjadi 89% setelah kegiatan pengabdian. Kegiatan pengabdian ini dapat membantu meningkatkan kapasitas dan pengetahuan kelompok tani dalam budidaya sayuran hidroponik di daerah Enggano.

Kata kunci: Pelatihan; kelompok tani; sayuran; *smart*; hidroponik

ABSTRACT

Enggano Island is one of the outermost islands of Indonesia, located in the Indian Ocean. One of the problems in the Enggano Island is related to the availability of food, especially vegetables. The purpose of this activity is to train farmer groups in cultivating *smart hydroponic vegetables* using solar energy. Community service activities were carried out in August 2024 in Malakoni Village, Enggano, in 2 groups of women farmers, namely Enggano Makmur and Melati Enggano. This activity was attended by more than 30 training participant, which consist of socialization and training with direct communication and demonstrations of hydroponic vegetable cultivation. The training method is also carried out by means of direct practice using tools and materials such as vegetable seeds, plastic trays, rockwool, netpots, AB mix nutrients, and others. The achievement of the objectives reached 100% where farmer groups participated very well, and 95% of those invited attended. The results showed an increase in the capacity of participants. The pre-test results showed 49%, increasing to 89% after training. This community service activity can play a role in helping to increase the capacity and knowledge of farmer groups in hydroponic vegetable cultivation in the Enggano area.

Keywords: Training; farmer group; vegetables; *smart*; hydroponics

1. PENDAHULUAN

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar Indonesia yang terletak di Samudra Hindia dan secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bengkulu Utara jumlah penduduk Kecamatan Enggano tahun 2021 sejumlah 4.112 jiwa

yang terdiri atas 2.148 laki-laki dan 1.964 perempuan. Angka kepadatan penduduk di Kecamatan Enggano tahun 2021 sebesar 10,26 per kilometer persegi (km²).

Kecamatan Enggano terdiri dari 6 Desa, yaitu: Desa Banjar Sari, Desa Meok, Desa Apoho, Desa Malakoni, Desa Kaana, dan Desa Kebun Kahyapu. Kecamatan Enggano terdiri dari 5 pulau yaitu satu pulau besar berpenghuni dan empat pulau kecil yang

tidak berpenghuni. Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar Indonesia yang berbatasan langsung Samudera Hindia (BPS, 2022). Menurut Permendagri No.84 Tahun 2015, wilayah Pulau Enggano dikategorikan sebagai desa swadaya, yaitu desa adat yang pola kehidupan dan perubahan sosial masyarakatnya sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai budaya serta kebiasaan masyarakat tradisional (Sihombing, 2021).

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau Tertinggal, Terluar dan Terdepan (3T) di Indonesia yang membutuhkan perhatian (Indonesia, P. P. R., dan Indonesia, R. (2017). Wilayah 3T (Tertinggal, Terdepan, dan Terluar) merupakan kawasan dengan tingkat pembangunan yang rendah, di mana masyarakatnya mengalami keterbatasan perkembangan dibandingkan daerah lain, baik secara nasional maupun geografis karena letaknya yang berada di perbatasan dan wilayah terluar Indonesia. Sebagian besar wilayah 3T berperan sebagai pintu gerbang di perbatasan Indonesia. Letaknya yang terpencil dari pusat pemerintahan Provinsi Bengkulu menjadi salah satu faktor penghambat pertumbuhan ekonomi, karena pembangunan infrastruktur belum merata.

Permasalahan yang ada di daerah 3T Pulau Enggano berkaitan dengan 17 *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Lafortune dkk, 2018; Santika dkk, 2019; Pham-Tuffert dkk, 2020); Di Vaio dkk, 2021; Germann dkk, 2022) diantaranya: (1) masalah kemiskinan; (2) masalah pangan yang berhubungan dengan kelaparan; (3) rendahnya kualitas Kesehatan dan kesejahteraan; (4) pendidikan yang belum merata; (5) Permasalahan air bersih dan sanitasi layak; (7) minimnya ketersediaan energi bersih dan terjangkau; (8) Pekerjaan yang belum layak dan banyak pengangguran; dan (9) infrastruktur yang tertinggal seperti jalan dan jembatan yang masih minim. Masalah seperti ini yang menyakuti isu SDGs terjadi di Pulau Enggano khususnya di Desa Malakoni Pulau Enggano.

Desa Malakoni merupakan salah satu desa di Kecamatan Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara. Luas desa ini mencapai 40,21 Ha. Secara geografis, desa ini terletak pada koordinat 3° 40'26.342 LS dan terletak pada 102° 18'10.973 BT (BPS, 2022). Suhu rata rata 34°C, sedangkan curah hujan mencapai 3.768 mm/tahun. Berdasarkan letak astronomisnya, Desa Malakoni termasuk dalam zona iklim tropis. Batas-batas wilayah desa ini adalah: sebelah selatan berbatasan dengan Desa Apoho, sebelah barat dengan Pelabuhan Perintis, sebelah utara dengan Samudra Hindia, dan sebelah timur dengan Desa Kaana.

Penduduk Desa Malakoni mayoritas berasal dari suku Enggano, sehingga berbagai bentuk kearifan lokal telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat sejak desa ini berdiri. Jumlah penduduk di desa ini secara keseluruhan berjumlah 1480 orang (BPS, 2022). Komposisi penduduk berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa jumlah perempuan lebih banyak dibandingkan laki-laki, dengan rincian 606 laki-laki dan 874 perempuan. Secara Pendidikan penduduk Desa Malakoni

mayoritas tamatan SD dan SMP dengan jumlah penduduk lebih dari 800 orang. Sementara itu, terdapat 120 orang yang belum pernah mengenyam pendidikan atau tidak bersekolah, serta 21 orang yang tercatat putus sekolah. Mata pencaharian masyarakat Desa Malakoni cukup beragam, mulai dari nelayan, petani, hingga buruh bangunan. Namun demikian, jumlah penduduk yang belum atau bekerja masih tergolong tinggi, yaitu sebanyak 649 orang.

Mayoritas penduduk Desa Malakoni bekerja sebagai nelayan pengolahan hasil perikanan, hal di karenakan Pulau ini dikelilingi oleh lautan. Kegiatan ekonomi masyarakat lainnya mencakup sektor pertanian sawah, baik yang menggunakan irigasi, semi irigasi, maupun yang bergantung pada hujan. Selain itu, masyarakat juga mengembangkan perkebunan seperti kelapa, melinjo, cengkeh, kakao, dan pisang, serta beternak hewan seperti kerbau, sapi, kambing, dan unggas (ayam/itik) (Regen 2011). Profesi sebagai nelayan didominasi oleh laki-laki, sementara ini untuk perempuan banyak yang berprofesi sebagai petani. Di Pulau Enggano pertanian yang sangat berkembang yakni pertanian tanaman budidaya pisang yang merupakan produksi pisang terbesar di Provinsi Bengkulu. Masyarakat Enggano umumnya memilih tanaman pisang dikarenakan tanaman pisang tetap berbuah dengan baik tanpa memerlukan pupuk tambahan dan dapat terhindar dari hama babi hutan.

Disi lain kebutuhan akan sayuran didatangkan dari Kota Bengkulu yang berjarak ~ 178 km. Pulau Enggano saat ini dapat dijangkau melalui jalur transportasi laut. Sejak tahun 2002, perjalanan dari Kota Bengkulu menuju Pulau Enggano dapat dilakukan melalui Pelabuhan Pulau Baai dengan menggunakan kapal ferry yang dioperasikan oleh ASDP. Kapal ini mampu mengangkut hingga 40 kendaraan dan 400 penumpang, dengan waktu tempuh sekitar 12 jam dan frekuensi pelayaran dua kali dalam seminggu. Selain itu, akses laut ke Pulau Enggano juga dilayani oleh kapal perintis yang beroperasi dengan jadwal pelayaran setiap dua minggu sekali. Sebagai alternatif, kapal nelayan lokal kadang digunakan ketika pelayaran reguler tidak tersedia. Namun, penggunaan kapal nelayan memerlukan waktu tempuh yang lebih lama, yakni sekitar 18-20 jam pelayaran, serta lebih berisiko karena kondisi gelombang laut yang tinggi. Salah satu kendala utama dalam perjalanan menuju Pulau Enggano adalah seringnya terjadi perubahan jadwal keberangkatan. Hal ini umumnya disebabkan oleh cuaca ekstrem, keterbatasan pasokan bahan bakar (BBM), maupun berbagai kendala teknis lainnya. Sementara itu pasokan/supply akan sayuran sangat bergantung dengan alat transfortasi laut ini. Sementara itu transfortasi udara sangat jarang dan sangat terbatas, dengan pesawat kecil dan hanya mengangkut penumpang/orang.

Mengingat permasalahan di atas khususnya akan pentingnya kebutuhan sayuran masyarakat Desa Malakoni umum masyarakat Pulau Enggano, maka usaha untuk memberdayakan masyarakat khususnya Desa Malakoni Pulau Enggano dalam rangka

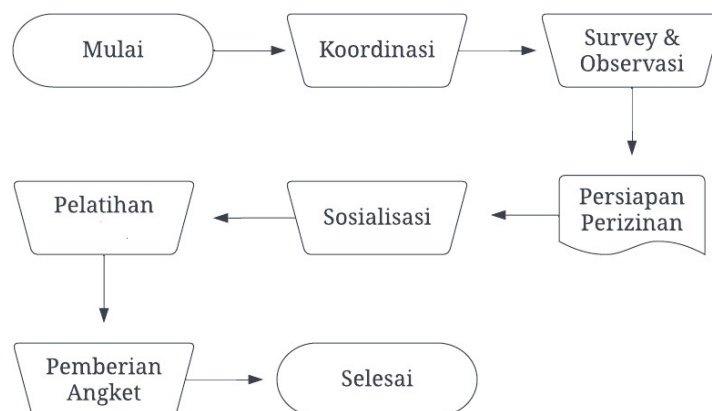
mendukung pemenuhan kebutuhan sayuran sangat perlu untuk dilakukan. Salah satu alternatif untuk pemenuhan kebutuhan sayuran ini dengan memperkenalkan *smart* Hidroponik dengan pendekatan *Internet of Thing* (IoT) yang bersumber energi surya. Adapun tujuan dari kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini adalah memberikan pengetahuan tentang budidaya sayuran hidroponik baik dari segi manfaat, metode, jenis tanaman, dan memberikan keterampilan pembuatan hidroponik yang terintegrasi dengan sistem *IoT* dan sistem panel surya. Sementara itu dari kegiatan PkM ini dapat memberikan manfaat baik untuk masyarakat dalam hal terpenuhi kebutuhan sayuran segar untuk Desa Malakoni melalui *smart farming* juga digunakan untuk kebutuhan rumah tangga.

2. METODE PELAKSANAAN

Teknologi hidroponik yang digunakan mencakup beberapa sistem, antara lain *Nutrient Film Technique* (NFT), sistem rakit apung (*Floating Hydroponics System*), dan sistem vertikal (*Vertical System*). Ketiga metode ini terbukti mampu meningkatkan kualitas tanaman serta produktivitas, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap daya saing dan pendapatan petani (Rahutomo dkk, 2022). Di sisi lain, penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pertanian hidroponik memberikan kemudahan dalam memantau dan mengatur kebun secara otomatis, sehingga mampu meningkatkan efisiensi dan mengoptimalkan hasil panen (Aliac dkk, 2018; Lakshmi dkk, 2020; Ramakrishnam dkk, 2022; Mohd Razif dkk, 2020; Sudharsan, dkk, 2019; Wedashwara dkk, 2021). Lebih lanjut sistem ini disamping untuk pemenuhan kebutuhan sayuran untuk para kelompok tani, kelebihan akan produktivitas sayuran ini nanti akan dapat dijual dan dapat meningkatkan pendapatan ekonomi para kelompok tani. Kegiatan ini kami ajukan dalam kegiatan pengabdian masyarakat Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) DIKTI. Dengan pengabdian masyarakat ini yang menyajikan sistem *smart* hidroponik dengan pendekatan *IoT* yang bersumber energi surya, maka masyarakat akan mendapatkan alih/transfer pengetahuan dan teknologi *smart farming* dengan sistem pembangkit listrik energi surya yang terjangkau, bersih, tanpa emisi, hemat biaya, portabel, dan tidak mengganggu faktor lingkungan. Dengan kegiatan ini diharapkan nanti akan berkontribusi terhadap isu-isu pembangunan yang berkelanjutan yang selaras dengan isu-isu SDGs goal yang sudah disampaikan di atas. Hal ini termasuk dalam bidang kehidupan sehat dan sejahtera, pemenuhan nutrisi dan sayuran di Pulau Terluar Enggano dengan pemanfaatan energi bersih dan terjangkau melalui pemanfaatan energi surya yang melimpah di Pulau Enggano.

Di Desa Malakoni, Pulau Enggano seperti telah diuraikan di atas masih banyak yang tidak bekerja/pengangguran. Jumlah penduduk yang belum atau tidak bekerja cukup tinggi yaitu 649 orang/Umumnya para ibu rumah tangga yang mempunyai pekerjaan tidak tetap. Untuk mengatasi tingginya pengangguran

ini Pemerintah Desa Malakoni telah membentuk kelompok tani ENGGANO MAKMURTANI pada tahun 2024 dengan jumlah anggota 20 orang dan kelompok tani MELATI ENGGANO dengan jumlah anggota 12 orang.



Gambar 1. Flowchart langkah perealisasiian kegiatan.

Kegiatan PkM ini telah dilakukan di Pulau Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. Persiapan kegiatan ini dilakukan di Fakultas MIPA Universitas Bengkulu dengan sasaran kegiatan yaitu 2 kelompok tani di Desa Malakoni Pulau Enggano. Berikut ini dari tahapan pelaksanaan kegiatan :

Rincian langkah perealisasiian dapat dilihat pada Gambar 1 yang dirincikan sebagai berikut:

- Koordinasi Pelaksanaan kepada pemerintahan setempat (Kepala Kecamatan/staff) dan melakukan koordinasi dengan pemerintah tentang kegiatan sosialisasi dan perizinan kegiatan.
- Survey dan observasi kondisi masyarakat khususnya kelompok tani termasuk potensi lahan yang akan digunakan untuk kegiatan pemberdayaan masyarakat/kelompok tani.
- Persiapan izin kegiatan sosialisasi dan persiapan pelaksanaan kegiatan.
- Sosialisasi tentang pentingnya pendidikan dan pengetahuan tentang hidroponik baik dari segi manfaat, metode, jenis tanaman, dan memberikan keterampilan pembuatan hidroponik yang terintegrasi dengan sistem *IoT* dan sistem panel surya. Disamping itu dilakukan sosialisasi pengetahuan tentang tata cara pemanfaatan energi terbarukan yaitu energi panas matahari menggunakan panel surya sebagai energi ramah lingkungan guna memenuhi kebutuhan akan energi listrik yang selain dapat dimanfaatkan untuk *smart farming* juga dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga lainnya.
- Pelatihan cara instalasi dan pemasangan sistem sayuran *smart* hidroponik dengan sistem kontrol *IoT* dengan energi surya dan dan pelatihan pembuatan dan instalasi energi surya sebagai energi listrik yang ramah lingkungan.

F. Sebelum kegiatan dilakukan akan diberikan angket sebagai *Pre-Test* dan setelah kegiatan akan dilakukan *Post-Test* untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan sosialisasi dan pelatihan pada kegiatan PkM ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian pada masyarakat di dihadiri oleh aparat pemerintah Desa dan Unsur Koramil dari Pemerintah Kecamatan Enggano serta peserta pelatihan yang mencapai lebih dari 30 orang (Gambar 2) Kegiatan pengabdian juga diikuti oleh Tim Pengabdian dari Universitas Bengkulu yang terdiri dari dosen dan para mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan ini. Kegiatan ini dimulai dengan koordinasi Pelaksanaan kepada pemerintahan setempat (Kecamatan) dan melakukan koordinasi dengan pemerintah tentang kegiatan sosialisasi dan perizinan kegiatan yang dilakukan pada bulan Agustus 2024 di Enggano. Kemudian dilakukan survey dan observasi kondisi masyarakat khususnya kelompok tani termasuk potensi lahan yang akan digunakan untuk kegiatan pengabdian pada masyarakat di Desa Malakoni, Kec. Enggano. Pada saat bersamaan juga dibicarakan izin kegiatan sosialisasi dan persiapan pelaksanaan kegiatan untuk kegiatan pengabdian pada masyarakat. Secara umum para peserta cukup senang dan semangat dengan adanya program pengabdian dari pendanaan DRTPM KemdikbudDikti ini yang dilaksanakan dari Fakultas MIPA Universitas Bengkulu dengan kolaraborasi antara Program Studi Geofisika, Program Studi Fisika dan Program Studi Biologi berupa sosialisasi dan pelatihan tentang memanfaatkan lahan terbatas untuk kegiatan bercocok tanam dengan metode *smart hidroponik* yang dapat menjadikan Kelompok Tani ibu-ibu di Desa Malakoni Kec. Enggano lebih berdaya dan dapat meningkatkan sumber Ekonomi dan ketersediaan sayuran segar. Materi sosialisasi dan pelatihan disampaikan melalui metode komunikasi langsung tatap muka, yang mencakup penyampaian materi secara lisan (ceramah), demonstrasi atau peragaan, diskusi interaktif, serta pemutaran *slide* dan video yang berkaitan dengan teknik hidroponik. Adapun Metode untuk budi daya sayuran menggunakan sistem hidroponik berbasis teknologi *smart* yang dilaksanakan melalui praktik langsung di lapangan, tepatnya di lahan milik ibu-ibu dari Kelompok Tani Enggano Makmur Tani dan Kelompok Tani Melati di Desa Malakoni, Kecamatan Enggano. memanfaatkan beragam media peraga, antara lain benih sayuran, baki plastik, rockwool, netpot, serta larutan nutrisi AB mix, dan perlengkapan lainnya untuk mendukung proses pembelajaran secara praktis.



Gambar 2. Dokumentasi kegiatan pengabdian

Pemberdayaan masyarakat dimulai dengan sosialisasi mengenai budidaya sayuran menggunakan sistem *smart smart* hidroponik, yang dilakukan melalui kegiatan penyuluhan dan praktik langsung, antara lain:

1. Pembuatan bibit tanaman hidroponik dilakukan dengan memotong rockwool menjadi bentuk kotak berukuran 2 cm x 2 cm, kemudian membasahinya dengan air sebelum digunakan sebagai media tanam
2. Selanjutnya, bagian tengah rockwool dilubangi menggunakan tusuk gigi, kemudian bibit yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam lubang tersebut
3. Tray semai kemudian ditutup menggunakan kain flanel atau plastik hitam untuk menghindari paparan sinar matahari, dan dibiarkan selama 1–2 hari hingga bibit mulai pecah benih. Setelah itu, bibit dijemur di bawah sinar matahari. Setelah kurang lebih 5 hingga 10 hari dan bibit mulai tumbuh daun, bibit dapat dipindahkan atau ditanam langsung ke dalam gully atau pipa hidroponik
4. ponik
5. Pembuatan instalasi hidroponik menggunakan pipa paralon dilakukan dengan menerapkan sistem hidroponik NFT atau DFT. Bahan yang dibutuhkan meliputi pipa paralon berdiameter 3 inci, tutup paralon, sambungan paralon, lem paralon, selang air, dan pompa akuarium. Adapun alat yang digunakan antara lain gergaji besi, bor dan mata bor, serta gunting atau cutter.
6. Selanjutnya, seluruh bahan yang telah disiapkan dirakit menjadi sistem hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) yang siap digunakan untuk menanam berbagai jenis tanaman hidroponik. a. Pembuatan Sistem NFT dari Pipa Paralon sistem NFT dibuat menggunakan pipa paralon yang dilubangi sebanyak 20 titik tanam, sehingga sangat cocok untuk membudidayakan berbagai jenis sayuran seperti pakcoy, kangkung, selada, kailan, dan lainnya

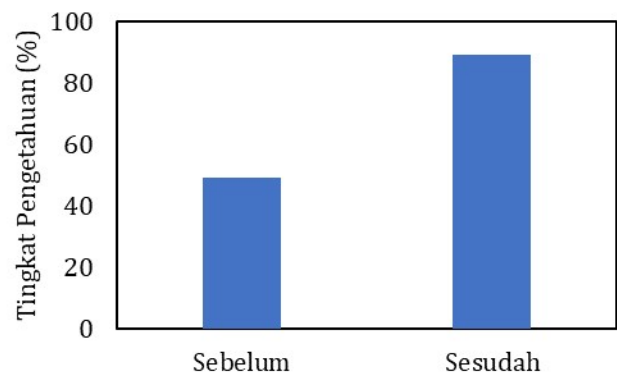
7. Kemudian, dibuat terlebih dahulu penyangga-penyangga yang terbuat dari pipa PVC dengan ukuran sebagai berikut: pipa PVC 3/4 inci sebanyak 2 batang, keni 3/4 inci sebanyak 10 buah, dan sambungan T sebanyak 16 buah. Sedangkan untuk sistem NFT sendiri, bahan yang diperlukan adalah pipa paralon berdiameter 3 inci sebanyak 1 batang dengan panjang 6 meter yang dilubangi menggunakan bor dan holesaw, tutup pipa sebanyak 2 buah, penyambung pipa dari ukuran 3 inci ke 2 inci sebanyak 7 buah, pipa paralon 2 inci sepanjang 60 cm, keni 2 inci sebanyak 6 buah, serta keni 1/2 inci sebanyak 2 buah.
8. Sebagai wadah tanam, bisa digunakan netpot daur ulang. Alternatif hemat adalah memanfaatkan gelas plastik bekas (seperti gelas air mineral). Caranya adalah dengan melubangi bagian bawah gelas plastik menggunakan solder agar akar tanaman memperoleh cukup oksigen serta dapat menjalar ke dalam larutan nutrisi, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.
10. Caranya sangat sederhana, yaitu dengan memanaskan solder menggunakan listrik, lalu membuat beberapa lubang pada bagian bawah gelas plastik. Pastikan lubang-lubang tersebut cukup besar agar akar tanaman dapat menembusnya dengan mudah. Lubangi gelas plastik sesuai kebutuhan, atau buat lebih banyak sebagai cadangan jika ada gelas yang rusak. Jika ingin lebih praktis, netpot siap pakai juga bisa dibeli dengan harga yang cukup terjangkau. Keunggulan netpot siap pakai adalah daya tahannya yang lebih lama dibandingkan dengan gelas plastik bekas atau aqua.
11. Selanjutnya, dilakukan pembuatan dan perakitan instalasi panel surya, termasuk pembuatan tiang penyangga dan perakitan komponen-komponennya, yang dikerjakan oleh Tim Pengabdian dari Laboratorium Bengkel Fisika, FMIPA UNIB. Instalasi panel surya ini dilengkapi dengan aki (baterai) dan solar controller yang terintegrasi dengan teknologi IoT untuk pengendalian dan pemantauan yang lebih efisien.

Panel surya adalah perangkat yang bekerja berdasarkan prinsip fotovoltaik, yaitu kemampuan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan biasanya disimpan dalam baterai atau aki, sehingga tetap dapat digunakan pada sore atau malam hari, serta saat cuaca mendung atau hujan. Dalam kegiatan PkM ini, digunakan panel surya berkapasitas 100 WP yang dipasang pada tiang penyangga dari besi siku berlubang berukuran 60 cm x 60 cm dengan tinggi 150 cm, cukup kokoh untuk menopang panel secara stabil. Sistem ini dilengkapi dengan solar controller dan aki berkapasitas 12 V 10 Ah. Solar controller berfungsi untuk mengatur proses pengisian daya ke aki, sementara aki menyimpan energi listrik yang dihasilkan. Energi tersebut kemudian digunakan untuk menjalankan satu unit pompa air DC berdaya 65Watt dan tegangan 12 V, yang berfungsi mengalirkan air dan nutrisi dalam sistem hidroponik secara efisien. Secara teoritis, pompa tersebut mengonsumsi listrik sekitar 1,56 kWh jika digunakan terus menerus selama 24 jam. Panel surya yang dipasang memiliki estimasi umur pakai sekitar 4 tahun. Berdasarkan hasil pengujian selama satu bulan, sistem masih

mampu menyalakan pompa meskipun pada malam hari atau saat hujan, yang menandakan bahwa panel surya mampu menyediakan energi yang cukup untuk kebutuhan sistem *smartsmart* hidroponik. Selain itu, sistem ini dapat menghasilkan energi listrik lebih dari 2,4 kWh per hari.

Hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 2. Ketercapaian tujuan pelatihan mencapai 100% dimana masyarakat kelompok tani mengikuti semua rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan sangat baik, dan 95% yang di undang dapat menghadiri kegiatan pelatihan. Kemudian juga ditandai adanya peningkatan pengetahuan dari peserta tentang pemanfaatan lahan terbatas dan tata cara bercocok tanam dengan menggunakan metode *smart* hidroponik. Hasil pre-test pengetahuan kelompok tani tentang *smart* Hidroponik menunjukkan diangka 49%. Sementara itu setelah dilakukan kegiatan pengabdian pada masyarakat khususnya kelompok tani, maka pengetahuannya meningkat menjadi 89% (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini dapat berperan dalam membantu meningkatkan pengetahuan tentang hidroponik untuk meningkatkan ketahanan pangan atau sayuran yang sehat dan bebas pestisida dengan rasa yang lebih enak dibandingkan dengan sayuran yang ditanam dengan menggunakan media tanah, serta dapat mewujudkan beberapa produk sayuran berkualitas yang memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi.

Ketercapaian penyampaian seluruh materi yang telah direncanakan berhasil disampaikan oleh tim pengabdian. Materi yang diberikan meliputi pemanfaatan lahan terbatas menjadi kebun, teknik bercocok tanam menggunakan metode hidroponik, cara penanaman dan perawatan tanaman, serta strategi pemasaran produk apabila hasil panen melebihi perkiraan. Tingkat penguasaan materi oleh peserta dapat dikategorikan cukup baik. Penyampaian materi dilakukan melalui metode ceramah dan praktik langsung, sehingga mendukung pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan oleh tim pengabdian. Secara keseluruhan, pelatihan *smart* hidroponik ini dinilai berhasil, yang dapat dilihat dari capaian beberapa komponen tersebut.



Gambar 3. Tingkat pengetahuan peserta pelatihan hidroponik sebelum dan sesudah kegiatan

Inovasi teknologi telah merevolusi penanaman hidroponik, memungkinkan kelompok tani khususnya di daerah Desa Malakoni Enggano mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan produktivitas, dan mengelola operasi mereka secara lebih efisien. Dengan memanfaatkan sistem yang dikendalikan otomatis berbasis *IoT* yang bertenaga surya untuk sistem sirkulasi air, dan teknologi monitor jarak jauh, para kelompok tani dapat mengatasi tantangan pertanian dan meningkatkan keberlanjutan. Kelompok tani yang ada di Desa Malakoni, Kec Enggano setelah melalui kegiatan sosialisasi *smart* hidroponik dapat mengembangkan hidroponik untuk merangkul teknologi ini dan memanfaatkan manfaatnya yang luar biasa untuk pertanian.

Salah satu inovasi teknologi yang sangat penting dalam penanaman hidroponik adalah penggunaan tenaga surya dan *IoT* yang dapat tidak hanya menghemat biaya listrik, tetapi juga memberikan cahaya yang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu perkembangan teknologi inovatif dalam hidroponik adalah sistem sirkulasi larutan nutrisi. Sistem ini menggunakan pompa dan pengatur waktu untuk memastikan distribusi larutan nutrisi yang merata ke seluruh akar tanaman. Pompa yang didesain dengan menggunakan tenaga surya dapat bekerja 24 jam secara terus menerus, mengalirkan larutan nutrisi melalui jaringan pipa atau selang. Aliran konstan ini mencegah stagnasi, yaitu penumpukan larutan nutrisi yang dapat menyebabkan pembusukan akar. Dengan sirkulasi yang baik, tanaman selalu mendapat pasokan nutrisi yang optimal, sehingga pertumbuhan dan hasil panen pun maksimal.

Selain mencegah stagnasi, sistem sirkulasi yang cerdas juga menghemat air dan nutrisi. Larutan nutrisi yang dialirkan dari akar tanaman akan masuk kembali ke dalam reservoir, untuk kemudian dipompa kembali ke tanaman. Sirkulasi ini menciptakan siklus tertutup yang meminimalisir pemborosan air dan menjaga stabilitas nutrisi. Pengatur waktu juga memainkan peran penting dalam sistem ini. Dengan mengatur waktu penyiraman, kita dapat mengontrol jumlah dan frekuensi pemberian nutrisi. Ini sangat krusial untuk pertumbuhan tanaman yang sehat, karena kebutuhan nutrisi setiap jenis tanaman berbeda-beda. Sistem sirkulasi yang pintar ini memungkinkan kita menyesuaikan penyiraman dengan kebutuhan spesifik masing-masing tanaman. Inovasi teknologi telah merevolusi penanaman hidroponik, mengoptimalkan produksi dan menjadikan praktik ini lebih berkelanjutan. Dari pemantauan jarak jauh hingga sistem otomatisasi, teknologi telah memberdayakan petani hidroponik untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Kemajuan teknologi memungkinkan petani memantau dan mengendalikan sistem hidroponik mereka dari jarak jauh.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan kegiatan PkM bagi kelompok tani di Desa Malakoni, Kecamatan Enggano, dapat disimpulkan bahwa

program ini sukses meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam mengelola lahan terbatas untuk kegiatan pertanian menggunakan metode *smartsmart* hidroponik. Masyarakat dapat memahami cara membuat media hidroponik sederhana yang dapat dipraktikkan di halaman rumah masing-masing. Kemudian masyarakat memperoleh pemahaman secara menyeluruh tentang proses budidaya tanaman hidroponik. Dampak nyata dari penyuluhan *smartsmart* hidroponik ini terlihat dari keterampilan dan pengetahuan kelompok tani di Desa Malakoni, Kecamatan Enggano, dalam menyusun media tanam hidroponik secara sederhana yang meningkat dari tingkat pengetahuan 49 menjadi 89%.

Saran program PkM ini diharapkan dapat dilaksanakan di lokasi lain pada tahun-tahun mendatang, guna mendukung peningkatan pengetahuan dan kreativitas kelompok tani serta masyarakat dalam memanfaatkan lahan terbatas menjadi lahan yang produktif. Selain itu, penting untuk memperkenalkan media tanam alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Sistem hidroponik juga dapat menjadi solusi pertanian tanpa pestisida, sehingga tidak mencemari tanah. Diharapkan masyarakat lebih sering mendapatkan pelatihan inovatif, misalnya dalam membuat instalasi hidroponik dari bahan lokal seperti bambu, yang lebih murah dan mudah diperoleh.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak yang sebesar-besarnya kepada DRTPM DIKTI KemdikbudDikti tahun 2024 dengan Nomor Kontrak 064/ES/PG.02.00/PM.BARU/2024. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Bengkulu atas dukungan yang telah diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Unsur Pemerintah Kecamatan Enggano khususnya Perangkat Desa Malakoni yang telah banyak membantu untuk kelancaran kegiatan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani ibu-ibu di Desa Malakoni telah ikut berpartisipasi dalam kegiatan ini dan memberikan banyak bantuan selama kegiatan ini berlangsung di Desa Malakoni, Kec Enggano. Kemudian ucapan terima kasih juga kepada para mahasiswa yang telah banyak mempersiapkan kegiatan ini sampai pada tahap pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

Aliac, C. J. G., & Maravillas, E. (2018, November). *IOT hydroponics management system*. In *2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)* (pp. 1-5). IEEE.

- BPS. (2022). Kecamatan Enggano Dalam Angka 2022. 112, ISSN 2623-128X
- Di Vaio, A., Trujillo, L., D'Amore, G., & Palladino, R. (2021). Water governance models for meeting sustainable development Goals: A structured literature review. *Utilities Policy*, 72, 101255.
- Germann, V., & Langergraber, G. (2022). Going beyond global indicators—policy relevant indicators for SDG 6 targets in the context of Austria. *Sustainability*, 14(3), 1647.
- Indonesia, P. P. R., & Indonesia, R. (2017). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional. *Peratur Pres Republik Indones Nomor*, 18, 2020-4.
- Lafortune, G., Fuller, G., Moreno, J., Schmidt-Traub, G., & Kroll, C. (2018). SDG index and dashboards detailed methodological paper. *Sustainable Development Solutions Network*, 9, 1-56.
- Lakshmi, V. C., Avarna, K., Bhavani, N. D., & Spandana, S. G. (2020). Hydroponic farm monitoring system using *IoT*. *IRE J*, 3(10), 257-261.
- Mohd Razif, M. H., Hussin, M. Z., Md Sin, N. D., Zainuddin, H., & Abdul Shukor, S. F. (2020). Hydroponics Management System Based Internet of Things.
- Pham-Truffert, M., Metz, F., Fischer, M., Rueff, H., & Messerli, P. (2020). Interactions among Sustainable Development Goals: Knowledge for identifying multipliers and virtuous cycles. *Sustainable development*, 28(5), 1236-1250.
- Ramakrishnam Raju, S. V. S., Dappuri, B., Ravi Kiran Varma, P., Yachamaneni, M., Verghese, D. M. G., & Mishra, M. K. (2022). Design and Implementation of *Smart* Hydroponics Farming Using *IoT*-Based AI Controller with Mobile Application System. *Journal of Nanomaterials*, 2022(1), 4435591.
- Rahutomo, F., Sutrisno, S., Pramono, S., Sulisty, M. E., Ibrahim, M. H., & Haryono, J. (2022). Implementasi dan Sosialisasi *Smart* Farming Hidroponik Berbasis Internet of Thing di Dusun Ngentak, Bulakrejo, Sukoharjo. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(6), 1961-1970.
- Regen, R. (2011). Profil kawasan konservasi Enggano. *Bengkulu: BKSDA Bengkulu & Enggano-Conservation*.
- Santika, W. G., Anisuzzaman, M., Bahri, P. A., Shafiullah, G. M., Rumpf, G. V., & Urmee, T. (2019). From goals to joules: A quantitative approach of interlinkages between energy and the Sustainable Development Goals. *Energy Research & Social Science*, 50, 201-214.
- Sihombing, E. N. (2021). Hukum Pemerintahan Desa. *Kumpulan Buku Dosen*.
- Sudharsan, S., Vargunan, R., Vignesh Raj, S., Selvanayagan, S., & Ponmurugan, P. (2019). *IoT* based automated hydroponic cultivation system. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14(11), 122-125.
- Wedashwara, W., Jatmika, A. H., Zubaidi, A., & Arimbawa, I. W. A. (2021, November). Solar-powered *IoT* based *smart* hydroponic nutrition management system using FARM. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 913, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.