

PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN SISTEM IRIGASI SEMI-OTOMATIS UNTUK PERKEBUNAN BERKELANJUTAN DI KELOMPOK TANI PEDULI API

Gusti Umindya Nur Tajalla^{1*}, Riza Hidayarizka², Ismi Khairunnissa Ariani³,
Yosua Anjupaian Situmeang⁴, Bimo Surya Lesmana⁵, Yurischa Deify Utami⁶,
Muhammad Yazid Abyan Rahim⁷

^{1,4,6}Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

^{2,3,5,7}Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

gusti.unt@lecturer.itk.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Kelompok Tani Peduli Api (KTPA) adalah kelompok tani yang berlokasi di Balikpapan Utara dengan jumlah anggota terdiri dari 10 kepala keluarga. KTPA berfokus pada budidaya sayur-sayuran seperti bayam, tomat, cabai, dan kangkung. Dalam menjalani kegiatan perkebunan, KTPA masih memanfaatkan air sungai yang cukup jauh dari lahan perkebunan, sistem penyiraman manual, penggunaan pompa bahan bakar fosil, dan menggunakan pupuk kimia yang tidak tersubsidi oleh pemerintah. Permasalahan tersebut dapat diatasi menggunakan teknologi tepat guna berupa sistem irigasi semi-otomatis yang terdiri dari teknologi *Rainwater Harvesting* (RWH) yang terintegrasi dengan filter air, pompa PLTS, dan irigasi *sprinkle*, serta pembuatan pupuk organik cair (POC). Teknologi tepat guna yang hadir bisa meningkatkan efisiensi proses penyiraman sebesar 40%. Kegiatan sosialisasi yang diikuti oleh 28 warga setempat menunjukkan tren peningkatan hasil *post-test* dibandingkan *pre-test* dengan tingkat pemahaman meningkat sebesar 13,46% setelah *post-test*. Hal tersebut menunjukkan bahwa sosialisasi berhasil meningkatkan pemahaman dan pengetahuan peserta mengenai materi yang disampaikan.

Kata Kunci: Pemanenan Air Hujan; Sistem Irigasi; Pupuk Organik Cair; PLTS.

Abstract: The Kelompok Tani Peduli Api (KTPA) in North Balikpapan comprises 10 houses engaged in the cultivation of vegetables, including spinach, tomatoes, chili peppers, and water spinach. They depend on remote river water, laborious irrigation, fossil fuel-operated pumps, and unsubsidized chemical fertilizers, presenting obstacles to efficiency and sustainability. A semi-automated irrigation system was implemented to resolve these challenges, incorporating Rainwater Harvesting (RWH), a filtration system, solar-powered pumps, spray watering, and the manufacture of liquid organic fertilizer (POC). This system could enhance irrigation efficiency by 40%. A community outreach initiative with 28 participants demonstrated a 13.46% enhancement in comprehension from pre-test to post-test, signifying increased knowledge and awareness. These findings illustrate the efficacy of implementing suitable technology in empowering farmers and advancing sustainable farming practices.

Keywords: Rainwater Harvesting; Irrigation System; Liquid Organic Fertilizer; Solar PV.



Article History:

Received: 27-12-2024

Revised : 23-02-2025

Accepted: 24-02-2025

Online : 28-02-2025



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Kelompok Tani Peduli Api (KTPA) adalah kelompok tani di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan Utara, yang fokus pada budidaya buah-buahan dan sayuran seperti bayam, tomat, cabai, dan kangkung (Sulaiman et al., 2023b). Keterbatasan sumber daya air, penggunaan sistem irigasi manual, serta kualitas air hujan yang belum memenuhi standar untuk pertanian menjadi tantangan utama yang dihadapi oleh KTPA. Selain itu, terbatasnya akses terhadap listrik semakin memperparah kondisi, menyebabkan proses irigasi menjadi tidak efisien. Di sisi lain, minimnya subsidi pupuk kimia dari pemerintah turut memberikan dampak negatif, baik terhadap kualitas hasil panen maupun biaya produksi yang harus ditanggung petani (Sulaiman et al., 2023). Oleh karena itu dibutuhkan teknologi tepat guna yang inovatif sebagai solusi konkrit untuk permasalahan KTPA Karang Joang, Balikpapan.

Teknologi tepat guna yang diperkenalkan untuk mengatasi permasalahan KTPA berupa kombinasi teknologi *Rainwater Harvesting* (RWH), irigasi sprinkle, dan pembuatan pupuk organik cair (POC). RWH merupakan salah satu teknologi *water saving* dengan memanfaatkan intensitas hujan sebagai sumber utama yang dapat membantu masalah pasokan air (Al-Houri et al., 2014). Teknologi RWH dapat membantu pasokan air secara desentralisasi, meningkatkan ketahanan air dan meningkatkan pengelolaan air hujan secara maksimal (Paratkar & Nagarnaik, 2008). RWH dilengkapi dengan sistem filtrasi air agar air yang digunakan sesuai dengan standar mutu air. Air yang disimpan melalui sistem RWH akan disalurkan untuk penyiraman tanaman menggunakan sistem irigasi *sprinkle*.

Irigasi *sprinkle* adalah metode pemberian air pada permukaan tanah dalam bentuk percikan air yang menyerupai hujan, yang disebarkan secara merata untuk menyirami tanaman (Julia et al., 2021). Sistem *sprinkle* diterapkan sebagai alternatif metode penyiraman yang lebih *modern* dan efisien. Sistem *sprinkle* menyemprotkan air secara merata ke seluruh area lahan, menyerupai hujan buatan. Teknologi ini memungkinkan kontrol distribusi air yang lebih baik dan menghemat penggunaan air sebesar 91,97% dibandingkan irigasi manual, menghemat waktu, dan meningkatkan efisiensi penyiraman (Santoso et al., 2022). Sistem irigasi *sprinkle* dikombinasikan dengan sistem pompa bertenaga surya (Pembangkit Listrik Tenaga Surya, PLTS). Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat sebelumnya, hasil penerapan sistem irigasi *sprinkle* terintegrasi pompa PLTS menunjukkan bahwa PLTS dapat menyediakan energi yang cukup untuk mendukung sistem *sprinkle*, mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, serta menurunkan biaya operasional (Hamzah et al., 2024; Sanjaya et al., 2019). Dengan memanfaatkan panel surya untuk mengoperasikan pompa air, sistem ini dirancang untuk efisiensi penyiraman dan hemat energi. Sistem *sprinkle* ini tidak hanya berfungsi untuk mengairi

tanaman, tetapi juga dilengkapi dengan pemberian pupuk organik cair (POC) untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

POC merupakan pupuk berbasis biomassa yang mudah diserap tanaman dan mampu meningkatkan kualitas tanah serta produktivitas tanaman (Nur et al., 2016; Punitha et al., 2024). POC diperkenalkan untuk mengatasi ketiadaan subsidi pupuk kimia. Meski demikian, pemilihan bahan baku yang tepat, seperti tanaman pengikat nitrogen, dapat meningkatkan kandungan nutrisi POC sehingga mampu menggantikan pupuk nitrogen sintetis (Prasetyo et al., 2021). Dengan penerapan teknologi tepat guna, diharapkan dapat mengatasi tantangan yang dihadapi KTPA terkait keterbatasan sumber daya air, efisiensi irigasi, dan ketersediaan pupuk. Kombinasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan energi, tetapi juga mendukung keberlanjutan pertanian yang ramah lingkungan.

B. METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini melibatkan dosen dan mahasiswa Jurusan Ilmu Kebumihan dan Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Mitra kegiatan ini adalah anggota Kelompok Tani Peduli Api (KTPA) yang terletak di Karang Joang Balikpapan Utara yang beranggotakan 10 kepala keluarga. Metode pelaksanaan kegiatan ini menerapkan pendekatan partisipatif, di mana anggota KTPA berperan sebagai mitra dalam setiap tahapan kegiatan. Pendekatan ini mencakup observasi lapangan, wawancara, serta diskusi kelompok untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan yang ada. Selain itu, metode eksperimental diterapkan dalam pengujian sistem RWH dan irigasi *sprinkle* guna memastikan efektivitas serta keberlanjutannya sebelum diimplementasikan secara luas.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara terstruktur, dimulai dari tahap perancangan hingga pemasangan sistem oleh tim pelaksana. Setelah sistem terpasang, dilakukan pelatihan dan demonstrasi kepada anggota KTPA untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap teknologi yang diperkenalkan. Evaluasi dilaksanakan secara berkala melalui monitoring dan wawancara guna menilai efektivitas sistem yang telah diterapkan serta mengukur tingkat pemahaman anggota KTPA terhadap penggunaannya. Kegiatan ini dilakukan dalam dua tahap utama yaitu tahapan persiapan dan tahapan pelaksanaan.

1. Tahapan Persiapan

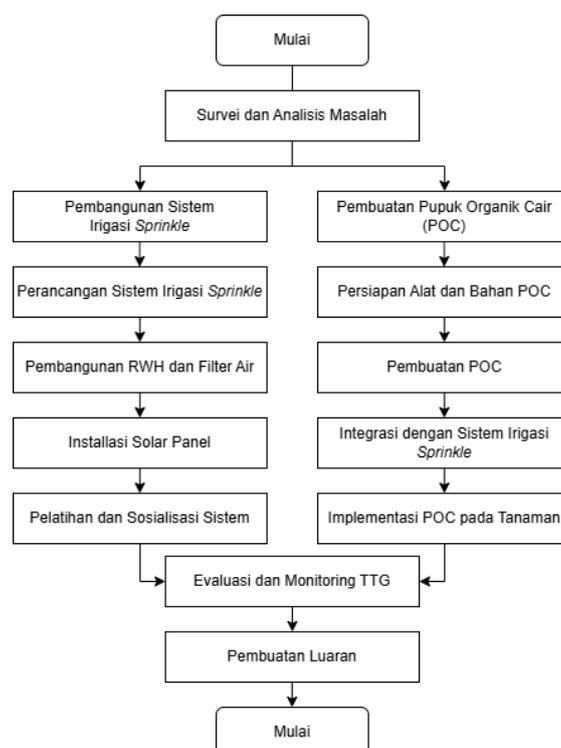
Pada tahap persiapan ini, dilakukan survei awal untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh KTPA. Proses identifikasi dilakukan melalui wawancara dan diskusi langsung dengan anggota KTPA. Setelah masalah teridentifikasi, melakukan survei lapangan dan observasi untuk mengkaji permasalahan secara langsung serta merumuskan solusi yang dapat diterapkan di wilayah KTPA.

2. Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan dimulai dengan survei lapangan untuk mengidentifikasi kebutuhan petani, fasilitas yang tersedia, kontur tanah, jenis sayuran, dan biomassa yang dapat dimanfaatkan. Data ini menjadi dasar perancangan sistem RWH dan sistem irigasi *sprinkle* yang terintegrasi dengan tandon air, pompa PLTS, filter, pipa pengairan, serta POC. Setelah pemasangan selesai, dilakukan uji coba untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik, diikuti dengan pelatihan dan demonstrasi pembuatan filter air untuk anggota KTPA. Modul panduan penggunaan dan perawatan sistem disusun dan didaftarkan sebagai Hak Cipta. Monitoring dilakukan untuk memastikan system berjalan dengan baik.

3. Tahap Evaluasi

Tahapan evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas sistem yang telah diterapkan serta tingkat pemahaman anggota KTPA terhadap teknologi yang diperkenalkan. Evaluasi dilakukan melalui pengukuran kinerja sistem RWH dan irigasi *sprinkle*, termasuk efisiensi distribusi air dan keberlanjutan penggunaan energi dari pompa PLTS. Selain itu, dilakukan survei dan wawancara kepada anggota KTPA untuk mengetahui tingkat pemahaman mereka setelah mengikuti pelatihan. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan atau optimalisasi sistem serta memberikan rekomendasi bagi keberlanjutan program di masa mendatang. Kegiatan ini dilaksanakan sejak Juli 2024 hingga Desember 2024. Untuk lebih lengkap berikut alur pelaksanaan kegiatan yang dapat dilihat pada Gambar 1.

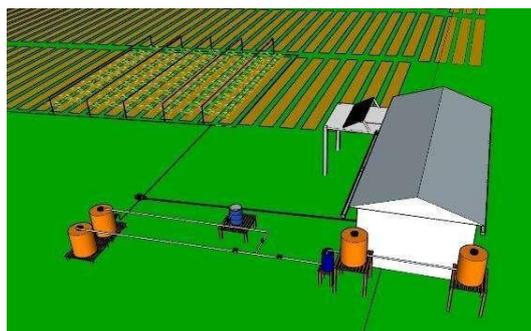


Gambar 1. Alur Pelaksanaan Kegiatan

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan dan Pembangunan *Rainwater Harvesting* (RWH)

Sistem RWH adalah metode untuk mengumpulkan air hujan ke dalam tangki atau wadah. Air hujan yang jatuh akan mengalir melalui talang yang terpasang di atap Gudang dan disimpan pada tandon, kemudian dialirkan melalui pipa menuju penampungan di bawah. Sebelum melakukan pembangunan sistem RWH dilakukan perancangan terlebih dahulu. Rancangan RWH yang akan dibangun di KTPA Kelurahan Karang Joang, Balikpapan didesain terlebih dahulu menggunakan *software* SketchUp seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan RWH

Untuk pembangunan RWH disiapkan beberapa bahan-bahan yaitu tandon air 1200L, pipa 2 inci, pipa 1 inci, *ball valve* 2 inci, *tee* 2 inci, dan sambungan 2 inci. Lokasi peletakan tandon terdiri dari dua bagian yaitu tandon penampungan air hujan dan tandon penampungan air bersih. Lokasi penampungan air hujan berada dibelakang gudang wilayah perkebunan KTPA (Gambar 3), dimana air hujan yang turun diatas atap akan mengalir ke tandon penampungan air hujan ini melalui talang air yang sudah dipasang pada atap gudang. Tandon penampungan air bersih diletakkan berjarak sejauh 20 meter dari tandon penampungan air bersih yang dihubungkan oleh pipa 2 inci. Tanah di sepanjang tandon air hujan menuju tandon air bersih merupakan lereng sehingga pengaliran air memanfaatkan gaya gravitasi tanpa bantuan pompa.



Gambar 3. Teknologi RWH KTPA

Untuk mengetahui volume air yang akan tertampung di atap-atap gudang KTPA sepanjang tahun berdasarkan curah hujan andalan dapat digunakan persamaan (1) (Maryono, 2016).

$$Q = a \times R \times A \quad (1)$$

Dimana: Q = total air hujan yang dapat dipanen (liter/bulan); A = luasan atap (m²); a = koefisien limpasan (*run off*); dan R = rerata curah hujan bulanan (mm/bulan). Data curah hujan harian di Balikpapan diperoleh dari Stasiun Meteorologi BMKG Kelas I Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian Balikpapan selama 3 tahun (2021–2023). Curah hujan andalan dihitung dengan mengurutkan data curah hujan tahunan berdasarkan besarnya, lalu menentukan peluang setiap data menggunakan persamaan 2 (Cahyani & Helda, 2022).

$$P = \frac{n}{m+1} \times 100\% \quad (2)$$

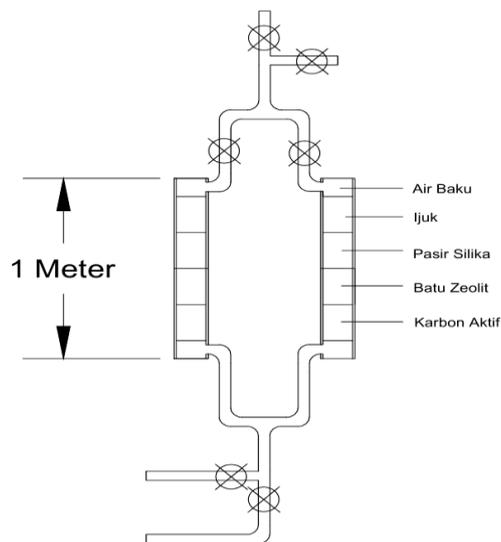
Dimana: P = peluang; n = urutan data curah hujan berdasarkan besar curahan hujan; dan m = jumlah data yang digunakan. Setelah peluang dihitung untuk setiap data, dipilih data yang paling mendekati peluang 80% untuk menentukan curah hujan andalan bulanan. Dengan menggunakan koefisien aliran atap sebesar 0,95 (Cahyani & Helda, 2022) didapatkan hasil curah hujan dan panen air hujan bulanan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketersediaan Air Hujan (Q) dalam Setahun

Bulan	Curah Hujan (m)	Luas Atap (m ²)	Koefisien Aliran Atap (m ²)	Panen Air Hujan (liter)
Januari	0,207	24	0,95	4719,6
Februari	0,135	24	0,95	3087,12
Maret	0,167	24	0,95	3807,6
April	0,16	24	0,95	3643,44
Mei	0,109	24	0,95	2485,2
Juni	0,176	24	0,95	4012,8
Juli	0,127	24	0,95	2891,04
Agustus	0,083	24	0,95	1894,68
September	0,104	24	0,95	2378,04
Oktober	0,205	24	0,95	4667,16
November	0,083	24	0,95	1903,8
Desember	0,226	24	0,95	5152,8
Total	1,783	288	11,4	40643,28

2. Perancangan dan Pembuatan Sistem Filtrasi Air

Sebelum masuk ke tempat penampungan, air hujan akan disaring terlebih dahulu melalui tabung filter untuk menghilangkan kotoran. Sebelum pembuatan filter air, dilakukan perancangan terlebih dahulu menggunakan *software* AutoCAD yang diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Filter Air

Pembuatan filter air membutuhkan bahan berupa pipa 6 inci, doped pipa 6 inci, pipa 1 inci, tee 1 inci, elbow inci, dakron, jaring pembatas media dan ruang kosong, media filter pasir silika, zeolit, ijuk, dan karbon aktif (Ade Ula Saswini et al., 2023; Al Nawiswary et al., 2022; Nasution et al., 2022; Suliastuti et al., 2022). Karbon aktif yang digunakan pada media filter merupakan karbon aktif yang dibuat dari kayu ulin yang merupakan biomassa disekitar wilayah perkebunan KTPA. Karbon aktif yang dibuat dikeringkan di bawah sinar matahari. Gambar 5 menunjukkan proses karbonisasi dilakukan menggunakan metode pirolisis dalam drum tertutup pada suhu 500–600 °C selama 1 jam (Sa'diyah et al., 2021).



Gambar 5. Proses Pirolisis Kayu Ulin

Media media filter disusun dalam pipa 6 inci berdasarkan susunan pada Gambar 4. Setiap media filter diberikan pembatas berupa dakron selanjutnya pipa 6 inci ditutup dengan doped tampak seperti pada Gambar 6. Selanjutnya filter air yang sudah selesai, diintegrasikan pada rangkaian RWH.

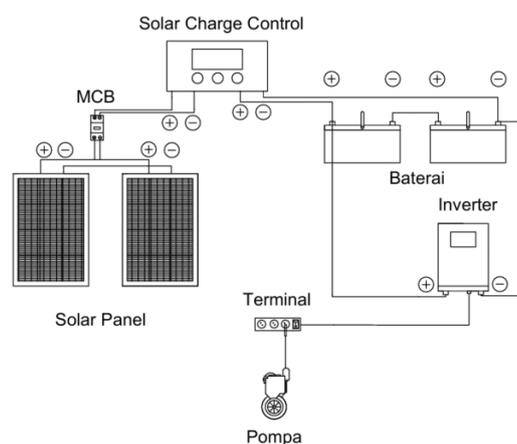


Gambar 6. Filter Air Terintegrasi

Sebagai parameter keberhasilan sistem filtrasi air, dilakukan pengujian air hujan sebelum dan sesudah di filter. Pengujian dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah (LABKESDA) Balikpapan. Melalui sistem filtrasi, air hujan setelah filtrasi sudah memenuhi standar mutu dan didapatkan bahwa filter air yang dibuat dapat menurunkan nilai kekeruhan dan meningkatkan pH air hujan. Awal tingkat kekeruhan air hujan adalah 2,88 NTU menjadi 1,86 NTU Dimana kadar yang diperbolehkan harus kurang dari 3. Selanjutnya untuk pH yang semulanya 6,36 menjadi 6,62 dimana kadar yang diperbolehkan adalah 6,5-8,5. Hal tersebut dikarenakan media filter ijuk, pasir silika, dan zeolit bekerja dengan cara menyaring partikel besar dan kotoran melalui pori-porinya yang kasar, sementara karbon aktif mengadsorpsi senyawa organik dan bahan kimia terlarut dengan pori-porinya yang halus (Sulastri & Nurhayati, 2014). Kombinasi media filter ini dapat menghasilkan air yang lebih bersih dan jernih, dengan mengurangi kekeruhan yang disebabkan oleh partikel dan kontaminan.

3. Perancangan dan Pembangunan Sistem Pompa PLTS

Untuk mengalirkan air ke lahan pertanian dalam irigasi *sprinkle* dibangun pompa bertenaga surya untuk menghemat energi dan meningkatkan efisiensi penyiraman. Perancangan pompa PLTS dilakukan terlebih dahulu menggunakan *software* AutoCAD yang diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perencanaan Rangkaian Solar Panel

Pembangunan sistem pompa PLTS tentunya memerlukan pompa dan beberapa kelengkapan panel surya, diantaranya *photovoltaic* (PV) sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik, *Miniature Circuit Breaker* (MCB) pengatur tegangan yang dihasilkan panel surya untuk menghindari adanya hubungan singkat, *Solar Charger Control* (SCC) sebagai pengontrol pengisian baterai, Baterai penyimpan arus DC, Inverter untuk mengubah arus DC ke AC, dan terminal untuk penghubung pompa dan arus *output* arus AC dari inverter. Adapun spesifikasi masing-masing komponen panel surya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Panel Surya

No	Bahan	Spesifikasi
1	PV	24V-550Wp
2	MCB	24V DC
3	SCC	24/48V 30A
4	Baterai	12V 200Ah
5	Inverter	24V to 230V AC 2400W
6	Pompa	500W

Dalam merangkai panel surya harus memperhatikan jenis rangkaian yang dipakai. PV dipasang secara paralel untuk menghindari tegangan DC yang terlalu tinggi, sehingga SCC dapat bekerja secara optimal. Baterai harus dirangkai secara seri agar tidak menghasilkan tegangan AC yang terlalu rendah. Penggunaan rangkaian seri pada PV harus menggunakan spesifikasi SCC yang tinggi agar tidak terjadi *overcharging*. *Photovoltaic* (PV) yang digunakan berjumlah 2 PV. Untuk daya maksimal dihasilkan 1 PV sebesar 550Wh, sehingga daya maksimal 2 PV adalah 1100Wh dimana kondisi maksimal, pada kenyataannya tidak akan menyampai angka tersebut. Oleh karena itu, daya beban harus kurang dari 1100W.

4. Pembangunan Irigasi *Sprinkle*

Pembangunan irigasi *sprinkle* dipasang dengan radius 2 meter. *Sprinkle* diintegrasikan dengan pipa sepanjang 16-17 meter disela-sela bedeng pertanian dengan jarak per *sprinkle* adalah 2 meter sehingga membutuhkan 8-9 *sprinkle* dalam setiap bedeng. Satu deretan *sprinkle* dapat menyiram 2 bedeng perkebunan dengan ketinggian pipa terintegrasi *sprinkle* adalah 1,5 meter diatas permukaan tanah. Hal tersebut dikarenakan tanaman yang sering ditanam pada perkebunan ini adalah terong, tomat, dan cabai yang tinggi nya tidak lebih dari 1,2 meter sehingga penyiraman dapat berjalan secara optimal.

5. Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pembuatan POC memanfaatkan limbah organik lokal yang mudah diperoleh. Pembuatan POC dilakukan berdasarkan komposisi yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Bahan Pupuk Organik Cair (Aprilia & Azis, 2022; Mellyssa et al., 2019; Novriani, 2016; Saputra Siregar et al., 2022; Triwuri et al., 2019)

No	Bahan	Komposisi	Satuan
1	Kunyit	7,5	Kg
2	Gula Merah	2,5	Kg
3	Daun Gamal	10	Kg
4	Susu	50	Liter
5	EM4	2	Liter
6	Air Beras	200	Liter

Kemudian semua bahan padat yang tersedia dicacah atau dihaluskan terlebih dahulu untuk memudahkan dan mempercepat dalam proses reaksi fermentasi. Setelah dihaluskan, semua bahan dimasukkan ke dalam drum dengan volume 250 Liter. Proses pembuatan POC dilanjutkan dengan tahap pematangan selama 14 hari. Indikator keberhasilan fermentasi ditandai dengan adanya belatung pada POC.

6. Sistem Irigasi Semi-Otomatis

Sistem irigasi semi-otomatis adalah sistem irigasi yang menggunakan teknologi untuk mengontrol aliran air secara otomatis, namun tetap membutuhkan bantuan manusia untuk pengoperasiannya. Teknologi RWH, sistem filtrasi air, sistem pompa PLTS, dan irigasi *sprinkle*, dan POC digabungkan untuk membentuk sistem irigasi semi-otomatis yang tidak hanya dibuat untuk penyiraman tanaman, tetapi dapat juga digunakan untuk pemupukan tanaman. Berdasarkan sistem irigasi semi-otomatis dari penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan listrik pompa air, diperlukan dua panel surya (PV) dengan kapasitas masing-masing 80 W, satu unit solar charge controller dengan kapasitas 20 A, dan satu unit baterai berkapasitas 100 Ah. Daya keluaran rata-rata yang dihasilkan adalah 72,35 Wh dengan efisiensi sebesar 18,68%. Dengan menggunakan dua buah PV berkapasitas 1100 W, satu unit *solar charge controller* (SCC) dengan kapasitas 30 A, dan satu unit baterai dengan kapasitas 200 Ah, diharapkan efisiensi sistem dapat lebih tinggi dibandingkan dengan sistem sebelumnya yang memiliki efisiensi 18,68% (Hamzah et al., 2024). Kapasitas komponen yang lebih besar berpotensi meningkatkan efisiensi keseluruhan (Govindasamy & Kumar, 2023). Berdasarkan perhitungan, penyiraman manual untuk 6 bedeng membutuhkan waktu 25 menit. Sedangkan penggunaan sistem irigasi semi-otomatis mempercepat proses penyiraman menjadi 15 menit. Sehingga, efektifitas penyiraman diperkirakan meingkat sebesar 40%.

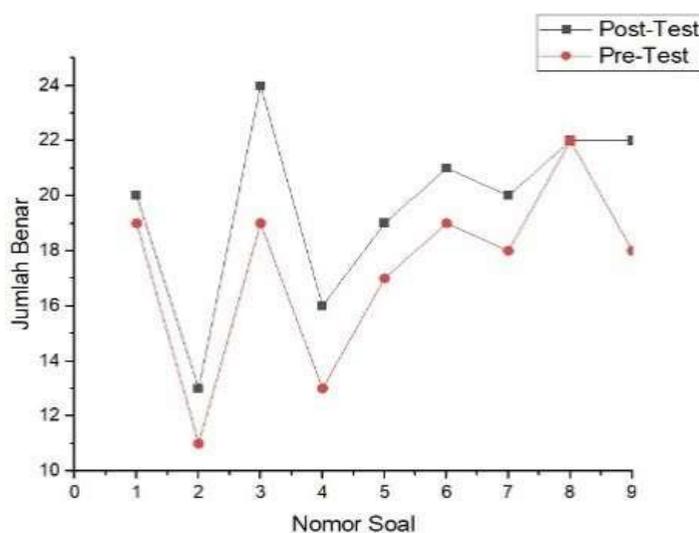
7. Kegiatan Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi meliputi penjelasan mengenai rancang bangun sistem irigasi dan pemupukan terpadu bertenaga surya (Gambar 8). Kegiatan sosialisasi dilakukan di KTPA KM. 20 Karang Joang Balikpapan Utara yang dihadiri 28 warga kelompok tani setempat. Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan dapat memberikan pembekalan bagi masyarakat dalam memanfaatkan berbagai energi seperti air, matahari, dan biomassa dalam kegiatan perkebunan. Modul rancang bangun yang telah dibuat diberikan kepada para peserta. Modul ini telah dicatatkan di Kementerian Hukum dengan nomor EC002024258296.



Gambar 8. Kegiatan Sosialisasi

Setelah pemaparan materi, dilakukan pengisian kuesioner. Kuesioner digunakan untuk mengetahui sejauh mana masyarakat memahami materi yang disampaikan. Pengisian kuesioner dilakukan sebelum (*pre-test*) dan sesudah kegiatan sosialisasi (*post-test*). Pada kuesioner, masyarakat diberikan 9 pertanyaan terkait materi sosialisasi dan didapatkan hasil seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta setelah kegiatan sosialisasi. Pada *pre-test*, jumlah jawaban benar peserta berkisar antara 11 hingga 21, dengan nilai terendah pada soal nomor 2 dan 4. Setelah sosialisasi, hasil *post-test* mengalami peningkatan cukup signifikan pada semua nomor soal. Secara keseluruhan, tren peningkatan hasil *post-test* dibandingkan *pre-test* dengan tingkat pemahaman meningkat sebesar 13,46% setelah *post-test*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sosialisasi efektif dalam meningkatkan pemahaman dan pengetahuan peserta terkait materi yang diberikan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Permasalahan keterbatasan sumber daya air, penggunaan sistem irigasi manual, keterbatasan listrik, dan ketiadaan subsidi pupuk kimia oleh pemerintah dapat diatasi menggunakan teknologi tepat guna berupa sistem irigasi semi-otomatis yang terdiri dari teknologi RWH yang terintegrasi dengan filter air, pompa PLTS, dan irigasi *sprinkle*. Kehadiran teknologi tepat guna berupa sistem irigasi semi-otomatis diperkirakan meningkatkan efisiensi proses penyiraman sebesar 40%. Selain itu, peningkatan pengetahuan masyarakat sebesar 13,46%, diharapkan mampu mengimplementasikan teknologi tepat guna yang dibangun dan memanfaatkan energi baru terbarukan untuk mendukung manajemen dan produktivitas Perkebunan di KTPA Karang Joang Balikpapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Abdimas mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisintek), yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini, sehingga program ini dapat terlaksana dengan baik. Tak lupa, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Kalimantan (LPPM ITK) yang telah membantu dan mendukung terselenggaranya kegiatan ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Ade Ula Saswini, A., Syafri, M., & Yusriyanto. (2023). *Barongko Jurnal Ilmu Kesehatan Studi Penggunaan Media Filtrasi Pasir Silika, Manganese, Dan Arang Aktif Untuk Menurunkan Parameter Pencemaran TDS, Mangan, Nitrat (NO₂) dan MPN Coliform Terhadap Kuliatas Air Sumur Gali di Kelurahan Patingalloang, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar Tahun 2023* (Vol. 1, Issue 3), 215-227.
- Al Nawiswary, A., Bieby, D., & Tangahu, V. (2022). *Design of Silica Sand Filter Media and Activated Carbon Filter as a Treatment Technology for Polluted Groundwater in the Former Keputih Landfill Area*, 21(1), 1-10. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v21.i1.431>.
- Al-Houri, Z. M., Abu-Hadba, O. K., & Hamdan, K. A. (2014). The Potential of Roof Top Rain Water Harvesting as a Water Resource in Jordan: Featuring Two Application Case Studies. *International Journal of Environmental and*

- Ecological Engineering*, 8(2), 147–153.
<https://doi.org/DOI:10.5281/zenodo.1096279>
- Aprilia, P., & Azis, A. (2022). Pembuatan dan Pembagian Pupuk Organik Cair (POC) dengan Memanfaatkan Limbah Air Cucian Beras di Masa Pandemi Covid-19 Manufacture and Distribution of Liquid Organic Fertilizer (POC) by Utilizing Rice Wash Water Waste during the Covid-19 Pandemic. *OPEN ACCESS Jurnal Abditechno*, 2(2), 54–58.
- Cahyani, A. A., & Helda, N. (2022). Analisis Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH) untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih pada Masjid Raya Sabilal Muhtadin di Banjarmasin. *Sustainable Technology Journal*, 11(02), 56.
<http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB>
- Govindasamy, D., & Kumar, A. (2023). Experimental analysis of solar panel efficiency improvement with composite phase change materials. *Renewable Energy*, 212(1), 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.05.028>
- Hamzah, A., Rusianto, T., Rahayu, S. S., Sholeh, M., Fadjeri, A., Zuhdi, R., Rahmawati, A., Hermawan, R., Nugroho, J., & Hidayat, T. (2024). Pengembangan PLTS untuk Sistem Irigasi Sprinkle di Area Pertanian Cabai Desa Tlogopragoto, Kebumen. In *Communnity Development Journal* (Vol. 5, Issue 6), 11184-11190.
- Julia, V., Johandersson Tiwery, C., & Saklaressy, A. (2021). *Perencanaan Sistem Pemberian Air Dengan Sistem Sprinkler Untuk Lahan Pertanian Desa Waiheru, Kecamatan Baguala Kota Ambon*. 7(1), 42-48.
- Maryono, A. (2016). Memanen Air Hujan (Rainwater Harvesting). *Gadjah Mada University Press*.
- Mellyssa, W., Razi, F., & Hayati, R. (2019). Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Pupuk Organik Cair. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 2598–3954.
- Nasution, N., Daulay, A. H., & Sitorus, P. R. A. (2022). *Penerapan Filter Air Berbasis Zeolit Dan Pasir Silika Dengan Penambahan Karbon Aktif Biji Salak Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali*, 10(13), 48-53
<https://doi.org/10.24114/einstein.v10i1.33072>
- Novriani. (2016). *Pemanfaatan Daun Gamal sebagai Pupuk Organik Cair (POC) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis Bunga (Brassica oleracea L.) pada Tanah Podsolik*, 11(1), 15-19.
- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. (2016). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bioaktivator EM4 (Effective Microorganism). *Konversi*, 5(2), 5–12. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4766>
- Paratkar, A. A., & Nagarnaik, P. B. (2008). Study of Rooftop Rainwater Harvesting for Typical Building in Nagpur. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 7(5), 2011-2016. www.irjet.net
- Prasetyo, D., Evizal, D. R., Tanah, J. I., Pertanian, F., Lampung, U., Agroteknologi, J., Sumantri, J., No, B., Meneng, G., & Lampung, B. (2021). *Production and Effort to Improve the Quality of Liquid Organic Fertilizer*, 20(2), 68-88.
- Punitha, P., Priyadharshini, P., Nanthini Devi, K., Dinesh Kumar, S., Roopavathy, J., Begum, A., Santhanam, P., & Perumal, P. (2024). Effect of seaweed liquid extract as an organic biostimulant on the growth, fatty acids and high-value pigment production of *Vigna radiata*. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(6), 7345–7357. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03048-1>
- Sa'diyah, K., Suharti, P. H., Hendrawati, N., Pratamasari, F. A., & Rahayu, O. M. (2021). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu sebagai Karbon Aktif melalui Proses Pirolisis dan Aktivasi Kimia. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(2), 91. <https://doi.org/10.25273/cheesa.v4i2.8589.91-99>
- Sanjaya, O. I., Giriantari, I., & Kumara, I. N. S. (2019). Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak

- Semaagung. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(3), 114.
<https://doi.org/10.24843/spektrum.2019.v06.i03.p16>
- Santoso, D., Sari, N., & Hatta, S. (2022). *Efisiensi Teknologi Irigasi Sprinkler Di Lahan Kelompok*. 15(1), 13-24. <https://doi.org/10.17969/rtp.v15i1.23360>
- Saputra Siregar, E., bimbingan, dibawah, & Eko Wiyanto, dan. (2022). *Kualitas Pupuk Organik Cair (Biourin) yang Difermentasi dengan Penambahan Starter Effective Microorganism 4 (EM4)*, 1-11.
- Sulaiman, M., Karim, A. A., Maharani, Y., Anisa, N., & Gultom, E. S. (2023a). Pemberdayaan Kelompok Tani Peduli Api Balikpapan Melalui Budidaya Maggot Black Soldier Fly Dalam Mengurangi Limbah Organik. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), 1471-1480.
<https://doi.org/10.33379/icom.v3i3.3138>
- Sulaiman, M., Karim, A. K., Maharani, Y., Anisa, N., & Gultom, E. G. (2023b). Pemberdayaan Kelompok Tani Peduli Api Balikpapan Melalui Budidaya Maggot Black Soldier Fly Dalam Mengurangi Limbah Organik. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), 1471-1480.
<https://doi.org/10.33379/icom.v3i3.3138>
- Sulastri, & Nurhayati, I. (2014). *Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna, dan TDS pada Air Telaga di Desa Balongpanggung*, 12(1), 43-47. <https://doi.org/10.36456/waktu.v12i1.825>
- Sulastuti, I., Angraini, A., & Iskandar, T. (2022). *Pengaruh Perbandingan Jumlah Media Filter (Pasir Silika, Karbon Aktif, Zeolit) Dalam Kolom Filtrasi Terhadap Kualitas Air Mineral*, 1(1), 1-5.
- Triwuri, N. A., Dwityaningsih, R., & Handayani, M. (2019). *Potensi Susu Basi menjadi Pupuk Organik dengan Penambahan Larutan Effective Microorganism 4 dan Cocopeat*. 16(3), 180-185.