

## *Application of Rainwater Harvesting and Agricultural Waste POC to Increase Plantation Productivity*

### Penerapan Rainwater Harvesting dan POC Limbah Pertanian untuk Peningkatan Produktivitas Perkebunan

Arif Wicaksono Septyanto\*<sup>1</sup>, Khairunnisa Adhar<sup>2</sup>, Ni'matus Sholihah<sup>3</sup>, Ranaya Chintya Mahitsa<sup>4</sup>, Muhammad Ariel Rayhan<sup>5</sup>, Ahmad Daffa Alfattah<sup>6</sup>, Nur Febrinalia<sup>7</sup>, Muhammad Fadly Ardyanti<sup>8</sup>, Meindigo Glenn Gelen<sup>9</sup>, Alif Husain Hizbullah<sup>10</sup>, Fikri Abdurrahman<sup>11</sup>, Najwa Aidan Yahya<sup>12</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12</sup> Institut Teknologi Kalimantan

\*E-mail: arif.wicaksono@lecturer.itk.ac.id<sup>1</sup>, khairunnisa.adhar@lecturer.itk.ac.id<sup>2</sup>, nimatus.sholihah@lecturer.itk.ac.id<sup>3</sup>, 10231078@student.itk.ac.id<sup>4</sup>, 10231058@student.itk.ac.id<sup>5</sup>, 10231008@student.itk.ac.id<sup>6</sup>, 19231047@student.itk.ac.id<sup>7</sup>, 19231038@student.itk.ac.id<sup>8</sup>, 19231037@student.itk.ac.id<sup>9</sup>, 08231005@student.ac.id<sup>10</sup>, 08231025@student.ac.id<sup>11</sup>, 08231047@student.itk.ac.id<sup>12</sup>

#### **Abstract**

*This community service initiative was grounded by the urgent need to address irrigation water scarcity and limited access to fertilizers within the Harapan Sejahtera Farmers Group (KTHS). The assistance was carried out through the construction of a Rainwater Harvesting (RWH) system equipped with filtration, along with training on producing Liquid Organic Fertilizer (LOF) derived from vegetable and fruit waste. The methods encompassed needs assessment, technical training, field-based practice, and intensive mentoring. The results indicated that the RWH installation fulfilled up to 80% of irrigation water demand, enhanced water-use efficiency, and reduced operational costs from 1.5–2.5 million to 0.5–1.5 million rupiah per month. The implementation of LOF increased farmers' understanding by 85% and expanded the treated land area from 500–1,000 m<sup>2</sup> to 800–1,500 m<sup>2</sup>. Overall, the program strengthened farmers' autonomy, operational efficiency, and agricultural productivity at KTHS.*

**Keywords:** Rainwater Harvesting (RWH), Liquid Organic Fertilizer (POC), Increasing Plantation Productivity

#### **Abstrak**

*Kegiatan pengabdian ini dilandasi urgensi keterbatasan air irigasi dan akses pupuk pada Kelompok Tani Harapan Sejahtera (KTHS). Pendampingan dilakukan melalui pembangunan sistem Rainwater Harvesting (RWH) dengan filtrasi serta pelatihan pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) berbasis limbah sayur dan buah. Metode mencakup analisis kebutuhan, pelatihan teknis, praktik lapangan, dan pendampingan intensif. Hasil menunjukkan bahwa instalasi RWH mampu memenuhi hingga 80% kebutuhan air irigasi, meningkatkan efisiensi penggunaan air, dan menurunkan biaya operasional dari 1,5–2,5 juta menjadi 0,5–1,5 juta rupiah per bulan. Implementasi POC meningkatkan pemahaman petani hingga 85% dan memperluas cakupan lahan dari 500–1.000 m<sup>2</sup> menjadi 800–1.500 m<sup>2</sup>. Secara keseluruhan, program ini memperkuat kemandirian, efisiensi, dan produktivitas pertanian di KTHS.*

**Kata kunci:** rainwater harvesting, filtrasi, pupuk organik cair, efisiensi irigasi, limbah pertanian

## **1. PENDAHULUAN**

Unit Pelaksana Teknis Daerah Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (UPTD KPHL) Balikpapan mengelola kawasan hutan lindung seluas 2.108,6 hektar dengan 14 kelompok tani yang terdiri dari 953 kepala keluarga. Selain sebagai area pertanian produktif, kawasan ini memiliki penting dalam pencegahan tambang ilegal, perlindungan resapan air, serta penyediaan cadangan air Kota Balikpapan. Keberadaan hutan lindung ini berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung ketahanan sumber daya alam di wilayah perkotaan (Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Timur, n.d.). Kelompok Tani Harapan Sejahtera (KTHS) merupakan salah satu kelompok tani di bawah pengelolaan UPTD KPHL yang berlokasi di Jalan Soekarno Hatta KM. 24 RT. 45, Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. KTHS mengelola lahan seluas 342,4 hektar dan

melibatkan 108 kepala keluarga sebagai anggota. Penganekaragaman komoditas, seperti jambu biji, buah naga, durian, merica, kakao, dan kopi, dilakukan untuk meningkatkan pendapatan petani sekaligus mendukung keberlanjutan ekonomi lokal. Namun, aktivitas pertanian di KTHS terhambat karena adanya masalah pasokan air dan pupuk, yang berdampak pada produktivitas serta keberlanjutan usaha.

Ketersediaan air menjadi masalah serius bagi KTHS, terutama ketika musim kemarau. Balikpapan berada di garis khatulistiwa, memiliki suhu udara yang tinggi sehingga sulit memperoleh sumber air memadai. Studi nasional mencatat bahwa Indonesia masih menghadapi tekanan signifikan dalam sektor air, dengan peningkatan kebutuhan irigasi akibat degradasi sistem irigasi skala kecil yang mencapai 5–10% per tahun, menyebabkan penyempitan akses air bagi petani kecil (World Bank, 2024). Kondisi tersebut relevan dengan KTHS, yang bahkan tidak memiliki sistem irigasi sama sekali. Selanjutnya, penelitian di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa ketahanan petani terhadap kelangkaan air sangat bergantung pada kepemilikan aset fisik seperti infrastruktur irigasi dan akses langsung ke sumber air (Aguilar et al., 2021). Sumber air utama pertanian berasal dari sungai yang berjarak sekitar 200 meter dari lahan dan harus diakses secara manual oleh anggota KTHS, di samping itu aliran airnya sangat minim saat musim kemarau. Akibatnya, untuk irigasi petani harus membeli air. Selain itu, ketiadaan listrik di lahan pertanian menghambat pembuatan sumur bor, karena pompa listrik modern membutuhkan aliran listrik. Kondisi ini membuat petani mengalami krisis air, terutama saat musim kemarau yang berkepanjangan.

Penerapan teknologi *Rainwater Harvesting* (RWH) atau sistem pemanenan air hujan dapat menjadi solusi yang ramah lingkungan. Pemanfaatan RWH telah dilakukan sebagai kegiatan pengabdian kepada masyarakat di bidang penyediaan prasarana dasar (kebutuhan air bersih masyarakat (Annisa, B, et al., 2023; Suwondo, et. al., 2025). Sistem ini memanfaatkan atap pondok petani di beberapa lokasi sebagai titik pengumpulan air hujan, kemudian dialihkan ke tangki penyimpanan sederhana, dan didistribusikan ke lahan pertanian menggunakan pompa bertenaga generator (Zain M. Al-Houri et al., 2014). RWH ini dapat membantu ketersediaan pasokan air secara desentralisasi, meningkatkan ketahanan air, dan pengelolaan air hujan secara maksimal (de Sá Silva et al., 2022; Paratkar & Nagarnaik, 2020). Dengan luas lahan KTHS mencapai 342,4 hektar, implementasi RWH dapat dilakukan secara bertahap di lokasi strategis yang paling membutuhkan air, seperti tanaman buah naga dan merica.

Selain keterbatasan pasokan air, KTHS juga mengalami kendala kurangnya akses terhadap pupuk berkualitas. Distribusi pupuk bersubsidi sering kurang memenuhi kebutuhan lahan, sementara harga pupuk komersial yang tinggi semakin memperberat beban petani, sehingga kebutuhan hara tanaman tidak terpenuhi secara optimal. Akibatnya produktivitas buah naga, merica, kakao, dan kopi menurun, sehingga pendapatan petani juga ikut berkurang. Penggunaan pupuk kandang sendiri sebagai alternatif belum efektif karena luasnya lahan pertanian dan terbatasnya bahan dasar berbasis limbah ternak. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa aplikasi POC mampu meningkatkan kandungan karbon organik, pH, serta unsur hara makro tanah pada berbagai komoditas, meskipun efektivitasnya bergantung pada formulasi dan konsentrasi (Alim et al., 2025).

Solusi berkelanjutan berupa Pupuk Organik Cair (POC) dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan baku adalah alternatif yang diusulkan. Sara et al. (2025) menegaskan bahwa integrasi POC dan pupuk anorganik dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen, fosfor, dan kalium secara signifikan pada tanah sawah. Temuan tersebut mendukung potensi pengembangan POC berbasis limbah hasil perkebunan lokal sebagai solusi rendah biaya dan ramah lingkungan. Di sekitar lahan KTHS, memiliki banyak limbah sayur dan buah yang tidak terpakai dari hasil panen kebun, seperti kulit buah, daun, atau sisa tanaman lainnya. Limbah ini memiliki potensi besar untuk dapat diolah menjadi POC daripada hanya dibuang saja. POC kaya akan nutrisi penting, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta mikroorganisme yang mendukung kesuburan tanah. Proses pembuatannya relatif sederhana dan hemat biaya, hanya membutuhkan

drum plastik bekas, air, dan campuran limbah sayur serta buah yang difermentasi dalam beberapa minggu (Inge Dwisvimiar et al., 2023; Sitanggang et al., 2022).

Penggunaan POC dapat mengurangi ketergantungan penggunaan pupuk komersil yang memiliki harga mahal dan mengurangi limbah hasil panen. Selain hemat daya, teknologi ini secara bertahap dapat meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman. Solusi ini juga sangat cocok diterapkan di KTHS, mengingat ketersediaan bahan baku limbah yang melimpah dan kebutuhan mendesak akan alternatif pupuk berkualitas (Fatimatuzzahra et al., 2023; Nur et al., 2016).

Namun, masih ada kekhawatiran bahwa hasil panen dengan penggunaan pupuk organik tidak sebaik hasil panen menggunakan pupuk kimia. Penelitian menunjukkan bahwa kandungan pupuk organik yang rendah nitrogen menyebabkan penurunan hasil pertanian organik hingga 20 - 50 % dibandingkan metode konvensional (Badgley et al., 2007). Oleh karena itu, penggunaan tanaman pengikat nitrogen sebagai bahan baku POC dapat meningkatkan kualitasnya, bahkan dapat menggantikan pupuk nitrogen sintetis. Pemilihan bahan baku yang tepat dalam pembuatan POC menjadi faktor kunci keberhasilan produksi perkebunan, sehingga penting bagi petani memahami cara optimalisasi bahan baku agar hasil panen tetap kompetitif dengan metode konvensional.

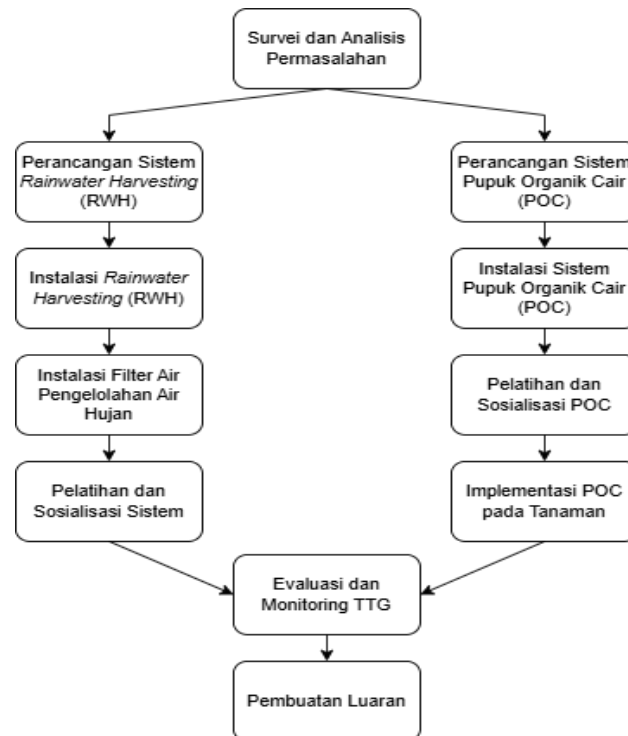
Berdasarkan kondisi tersebut, perumusan masalah dalam kegiatan ini ditetapkan pada dua aspek utama: (1) bagaimana mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pemanenan air hujan (*Rainwater Harvesting-RWH*) yang mampu mengurangi ketergantungan petani terhadap sumber air konvensional di wilayah dengan risiko kekeringan tinggi, dan (2) bagaimana memanfaatkan limbah organik pertanian sebagai bahan baku POC untuk menekan biaya produksi sekaligus memperbaiki kualitas tanah secara berkelanjutan. Dua isu ini berakar pada kebutuhan mendesak untuk meningkatkan ketahanan petani kecil terhadap variabilitas iklim dan fluktuasi input produksi, sebagaimana dipaparkan pada studi ketersediaan air di lahan kering dan penelitian efektivitas POC dalam meningkatkan kesuburan tanah. Dengan demikian, pendahuluan ini memperkuat argumentasi ilmiah bahwa intervensi berbasis RWH dan POC bukan hanya relevan, tetapi juga didukung oleh bukti empiris mutakhir.

## 2. METODE

Berdasarkan solusi yang telah diuraikan, kegiatan ini akan dilaksanakan dalam dua tahap utama, yaitu:

1. Peningkatan sistem irigasi dengan menerapkan teknologi *RWH* dan pengelolaan air hujan menggunakan filter air.
2. Mengolah limbah sayur dan buah menjadi pupuk organik cair (POC) untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Adapun tahapan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini pada KTHS ditunjukkan pada diagram alir kegiatan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan PKM

#### A. Survei dan Analisis Permasalahan

Tim melakukan survei awal dengan wawancara dan diskusi untuk identifikasi permasalahan yang dihadapi oleh KTHS. Setelah identifikasi masalah berhasil, kegiatan selanjutnya adalah survei lapangan untuk observasi secara langsung. Observasi ini dilakukan untuk mengetahui kondisi nyata di wilayah KTHS sekaligus merancang solusi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan lingkungan setempat.

Berdasarkan hasil survei, terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi petani dalam merawat perkebunan. Permasalahan utama meliputi keterbatasan pasokan air pada musim kemarau serta kurangnya akses terhadap distribusi pupuk organik. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini memiliki tujuan untuk meningkatkan sistem irigasi melalui penerapan teknologi *RWH* serta mendorong pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) guna meningkatkan kesuburan tanah.

Pihak-pihak yang terlibat dalam survei dan pelaksanaan kegiatan ini terdiri atas tim pengabdian masyarakat dari Institut Teknologi Kalimantan dan mitra petani setempat. Harapannya kegiatan pengabdian ini dapat mempererat hubungan antara petani dengan tim pelaksana, serta memberikan dampak positif yang berkelanjutan bagi KTHS di Karang Joang. Dokumentasi survei lapangan sebelum tahap penerapan sistem irigasi dan pengolahan POC dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Perkebunan Kelompok Tani Harapan Sejahtera

## B. Tahap Perancangan

### a. Penguatan sistem irigasi dengan *RWH* dan filter untuk pengolahan air hujan.

Berdasarkan hasil survei lapangan, tim terlebih dahulu menyusun desain sistem *RWH* beserta filter pengolahan air hujan sebelum memulai pembangunan infrastruktur irigasi. Desain sistem *RWH* ini mencakup alur penampungan air, proses penyaringan, hingga distribusi air ke lahan. Berikut merupakan hasil rancangan sistem irigasi *RWH* yang telah disiapkan oleh tim.

1. Desain Sistem Irigasi *RWH* dan Filter Pengolahan Air Hujan. Berikut adalah hasil dari perancangan desain sistem irigasi *RWH*.



Gambar 3. Desain perancangan sistem irigasi *RWH*

Berikut beberapa kebutuhan yang digunakan pada pembangunan sistem irigasi *RWH* dan filter air hujan pada kebun KTHS adalah, sebagai berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Alat *Rainwater Harvesting* (*RWH*)

1. Tandon 1200 Liter	5. Stop kran
2. Pipa 1 inc	6. Sprinkler
3. Pipa ½ inc	7. Pompa air
4. Pipa ¾ inc	8. Filter air

### 2. Instalasi *Rainwater Harvesting* (*RWH*)

Pembangunan *RWH* dilakukan secara menyeluruh dengan membangun beberapa komponen penting seperti menara penampung, tandon filter pipa, pipa penghubung, pompa air, serta jaringan pipa distribusi yang sesuai kebutuhan lahan pertanian. Menara penampung digunakan sebagai titik utama pengumpulan air, sementara tandon filter dengan sistem filtrasi multi-lapis digunakan untuk memastikan air yang disimpan bersih dan layak digunakan untuk irigasi. Pipa-pipa dan pompa yang digunakan dirancang untuk distribusi air berjalan efisien dan merata ke seluruh area pertanian. Setelah pembangunan, dilakukan uji coba untuk memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik. Tim juga menyusun model teknis berupa rancangan, cara penggunaan, dan perawatan sistem yang didaftarkan sebagai Hak Cipta. Adapun tata cara perakitan infrastruktur *RWH*, sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang tertera pada tabel 1.
- b. Membangun menara penampung air hujan

- c. Memasang talang air hujan pada pondok sebelah menara tandon penampung.
- d. Memasang pipa-pipa untuk distribusi air ke wilayah perkebunan sesuai desain yang telah dibuat.
- e. Memasang 4 sprinkler pada tiap pembagian wilayah perkebunan yang memiliki luas 100 x 50 meter.



Gambar 4. Instalasi Sistem Irigasi Rainwater Harvesting (RWH)

### 3. Instalasi Filter Pengelolaan Air Hujan

Instalasi filter air pada sistem pengelolaan air hujan berbasis RWH dilakukan dengan memasang beberapa lapisan media filtrasi yang bertugas menyaring kotoran dan kontaminan dari air yang ditampung. Prosesnya dimulai dari air hujan yang masuk melalui talang, kemudian dialirkan ke tandon penyimpanan. Dari sana, air diteruskan melalui pipa penghubung yang sudah dipasang filter sebagai penyaring awal, sehingga material kasar tidak ikut masuk ke dalam sistem penyimpanan.



Gambar 5. Instalasi Rainwater Harvesting (RWH) instalasi filter air (kiri), pompa air (kanan) dan jalur irigasi

### 4. Pengelolaan dan Pelatihan Sistem

Setelah sistem RWH dan filter air terpasang, tim melanjutkan kegiatan dengan memberikan pelatihan serta melakukan monitoring kepada seluruh anggota KTHS. Tujuannya untuk memastikan para anggota kelompok tani KTHS benar-benar memahami cara kerja dan cara mengoperasikan sistem irigasi tersebut secara optimal. Pelatihan dilakukan langsung di lapangan, disertai pendampingan rutin untuk mengevaluasi penggunaan sistem dan membantu mengatasi kendala teknis yang muncul. Keberhasilan pelatihan dinilai melalui kuesioner dan wawancara dengan anggota KTHS, sehingga tim dapat mengetahui tingkat pemahaman, dampak penggunaan sistem, serta sejauh mana teknologi ini diterapkan. Sebagai bentuk dokumentasi dan berbagi informasi ke masyarakat yang lebih luas, tim juga membuat video kegiatan yang diunggah ke YouTube dan

menulis artikel untuk media massa agar manfaat program ini dapat dikenal dan berkelanjutan.

b. Pemanfaatan limbah sayur dan buah sebagai Pupuk Organik Cair (POC)

Setelah melakukan survei lapangan mengenai cara pengolahan limbah pertanian di KTHS, tim kemudian mulai menyusun rancangan sistem pembuatan Pupuk Organik Cair (POC). Bahan dasar pupuk organik cair dapat disesuaikan dari sisa-sisa limbah organik yang mudah diperoleh. Hal ini didukung dari berbagai kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan sebelumnya. Hadipramana, Sari, dan Riza (2023) menekankan pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai sumber POC sekaligus pestisida alternatif. Suryadjaja dan Herlambang (2023) menggarisbawahi pemanfaatan limbah tahu sebagai bahan dasar POC yang aplikatif bagi masyarakat perkotaan. Kristian dan Mussadun (2022) menambahkan bahwa urin sapi dapat digunakan sebagai POC untuk meningkatkan produktivitas padi dengan metode SRI. Sementara itu, Suhaeni (2021) menekankan potensi limbah ternak sebagai bahan dasar POC untuk tanaman sayuran. Secara keseluruhan, temuan-temuan ini memperlihatkan konsistensi bahwa pemanfaatan limbah organik lokal menjadi strategi yang ramah lingkungan sekaligus memberdayakan masyarakat melalui penggunaan sumber daya yang tersedia secara langsung. Bahan dasar yang mudah ditemukan di sekitar are perkebunan KTHS adalah limbah sayur dan buah.

Proses penyusunan pemanfaatan limbah tersebut menjadi bahan dasar POC dibagi ke dalam empat tahap utama. Tahap pertama adalah membuat desain komposter dan menentukan alur kerja pembuatan POC. Tahap berikutnya adalah mengidentifikasi sekaligus menyiapkan bahan dan peralatan yang diperlukan. Setelah itu, barulah dilakukan proses pembuatan dan perakitan komposter. Tahap terakhir mencakup pelatihan, uji coba, serta evaluasi hasil penerapan POC di lapangan.

1. Desain Sistem Komposter dan Alur Pembuatan POC

Proses perancangan dilakukan oleh tim pengabdian dan disusun bersamaan dengan desain sistem RWH. Pada tahap ini, tim menyiapkan rancangan komposter mulai dari bentuk dan kapasitas fermentasinya, hingga alur pengolahan limbah menjadi POC yang nantinya terhubung dengan instalasi RWH, seperti ditunjukkan pada Gambar 6 Desain tersebut dibuat agar proses fermentasi bisa berlangsung optimal selama 14–21 hari, sekaligus memanfaatkan air dari sistem RWH untuk membantu proses pembuatan maupun penerapan POC di lahan. Dari hasil perancangan tersebut, disusunlah daftar alat dan bahan utama yang diperlukan untuk pembuatan POC di KTHS. Kebutuhan tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Utama Pembuatan POC

1. Drum plastik 200 liter.	7. Starter fermentasi (EM4)
2. Drum 60–80 liter	8. Air cucian beras pertama
3. Pipa PVC ½ inci untuk aerasi	9. Ember takaran
4. Keran komposter (tap valve)	10. Pisau/alat pencacah
5. Saringan kain halus	11. Sarung tangan, masker, dan alat kebersihan
6. Bahan organik: limbah sayur dan buah	12. Gula merah/molase

2. Perakitan Komposter dan Pembuatan POC

Setelah semua bahan dan peralatan lengkap, tim mulai merakit komposter di lokasi KTHS. Proses perakitannya dilakukan bertahap. Pertama, pipa aerasi dipasang di bagian dalam drum untuk membantu proses fermentasi aerob. Setelah itu, kran komposter dipasang di bagian bawah drum sebagai jalur keluarnya POC. Dinding drum kemudian diberi beberapa lubang aerasi agar sirkulasi udara tetap

terjaga. Terakhir, tutup komposter dirakit sehingga drum tetap tertutup selama proses fermentasi, namun tetap memiliki sedikit celah udara. Ketika komposter sudah siap, proses pembuatan POC dilakukan bersama para anggota KTHS. Limbah sayur dan buah dicacah terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan gula merah atau molase dan EM4 ke dalam komposter. Fermentasi dibiarkan berlangsung selama 14–21 hari, sebelum akhirnya cairan yang sudah terbentuk disaring menjadi POC yang siap digunakan.



Gambar 6. (a) Perancangan POC; (b) perakitan POC; (c) drum tempat POC; dan (d) bahan-bahan POC - limbah sayuran dan buah

Gambar 6 memperlihatkan instalasi pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) yang memanfaatkan limbah organik rumah tangga. Bahan utama yang digunakan seperti potongan limbah buah dan sayur, cairan EM4 sebagai pengurai, serta air cucian beras pertama yang berfungsi sebagai tambahan nutrisi. Pada gambar tampak wadah besar sebagai tempat pencampuran bahan, dilengkapi pipa atau selang untuk mengalirkan cairan, serta sistem aerasi sederhana yang membantu mempercepat proses fermentasi. Warna cairan yang tampak kecoklatan atau kehijauan menandakan bahwa proses fermentasi sedang berlangsung dengan baik. Penataan instalasinya pun terlihat rapi sehingga memudahkan proses pemantauan dan pengambilan POC untuk digunakan pada lahan pertanian.

### C. Tahap *Transfer of Knowledge*

Tahapan ini dilaksanakan pada kedua kegiatan utama dalam pengabdian masyarakat, Gambar 1, pada pemasangan RWH dan sistem irigasi serta pembuatan POC. Namun, secara umum pelaksanaan pelatihan, *Transfer of Knowledge*, tersebut dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

#### Tahap 1. Analisis Kebutuhan dan Pemetaan Masalah

Observasi lapangan dan wawancara kelompok dilakukan untuk memperoleh gambaran rinci terkait kondisi di lokasi kegiatan.

#### Tahap 2. Sosialisasi Program dan Penyamaan Persepsi

Materi yang disampaikan dalam kegiatan sosialisasi mencakup tujuan dan manfaat sistem RWH serta produksi POC; rencana tahapan kegiatan tim pengabdian kepada masyarakat; dan pembentukan komitmen kelompok serta penetapan peran petani dalam setiap tahap.

#### Tahap 3. Pelatihan Teoretis

Kegiatan ini dilaksanakan secara tatap muka dalam bentuk ceramah-interaktif yang mencakup:

- 1) Prinsip kerja *Rainwater Harvesting* (RWH)
- 2) Dasar-dasar pembuatan POC

#### Tahap 4. Pelatihan Praktik Lapangan

4.A Pembangunan Instalasi RWH, kegiatan ini dilaksanakan oleh anggota tim pengabdian bersama petani. Pada tahapan ini dilakukan diskusi penentuan lokasi tangkapan air; perakitan tangki dan saluran masuk; instalasi filtrasi; dan uji aliran dan uji kualitas air sederhana.

4B. Pembuatan POC dari Limbah Pertanian, kegiatan ini terdiri dari pemilahan limbah sayur dan buah; pencacahan dan pencampuran bahan; penambahan aktivator dan fermentasi dalam wadah tertutup; dan pengamatan proses fermentasi selama 7-14 hari.

#### Tahap 5. Pendampingan Berkala

Pendampingan dilakukan selama 1-2 bulan, kegiatan ini mencakup monitoring volume air tampungan RWH; supervisi penggunaan POC pada tanaman uji; dan pencatatan perubahan produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan air.

Tahap 6. Evaluasi Ketercapaian Keberhasilan, Tahap ini menilai keberhasilan dari aspek sikap sosial-ekonomi- teknis melalui angket survei. Terdapat

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat bersama KTHS di Balikpapan Utara berjalan dengan baik dan berhasil menjalankan dua program utama. Program pertama adalah penerapan sistem RWH lengkap dengan filter air, dan program kedua adalah pengolahan limbah pertanian menjadi Pupuk Organik Cair (POC). Kedua program ini dirancang untuk membantu petani mengatasi masalah air dan pupuk sekaligus mendorong praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan.

#### A. Peningkatan Level Keberdayaan Mitra Aspek Manajemen Menggunakan Rainwater Harvesting RWH

Sistem RWH yang digunakan terdiri dari talang untuk menampung air hujan, tangki penampungan, filter, dan pompa yang dijalankan dengan generator. Dengan sistem ini, petani bisa memenuhi hingga 80% kebutuhan air irigasi lahan kelompok tani. Air yang dihasilkan juga lebih bersih, sehingga lebih aman digunakan, dan biaya pembelian air dan juga bensin untuk menghidupkan diesel pompa air dapat ditekan cukup signifikan. Para anggota KTHS juga mendapat pelatihan tentang cara mengoperasikan dan merawat sistem tersebut agar penggunaannya bisa terus berlanjut dalam jangka panjang.



Gambar 7. Talang pengumpul air hujan, tangki penampungan, dan filter yang dipasang sebagai rangkaian sistem RWH untuk KTHS

#### a. Kegiatan Pelatihan RWH

Pelatihan ini dilakukan untuk membantu anggota KTHS meningkatkan kemampuan dalam mengelola sistem RWH secara mandiri dan lebih efisien. Dalam kegiatan tersebut, para anggota dikenalkan pada cara kerja sistem RWH beserta filter air dan cara perawatan dan penggunaannya. Tim juga melakukan demonstrasi pemasangan talang penangkap air hujan, tangki penampungan, dan jaringan pipa yang mengalirkan air

ke lahan dan disebarakan menggunakan sprinkler air. Selain itu, peserta dilatih cara merawat dan memelihara sistem, mulai dari membersihkan filter hingga memeriksa kondisi pompa. Mereka juga mempraktikkan langsung cara mengatur distribusi air irigasi sesuai kebutuhan tanaman melalui sistem RWH dan sprinkler air. Untuk mendukung keberlanjutan, anggota diberi pelatihan mengenai cara mencatat dan memantau penggunaan air sebagai bahan evaluasi kedepannya.



Gambar 8. Dokumentasi kegiatan pelatihan manajemen penggunaan RWH pada anggota KTHS

b. Survei dan Analisis Peningkatan

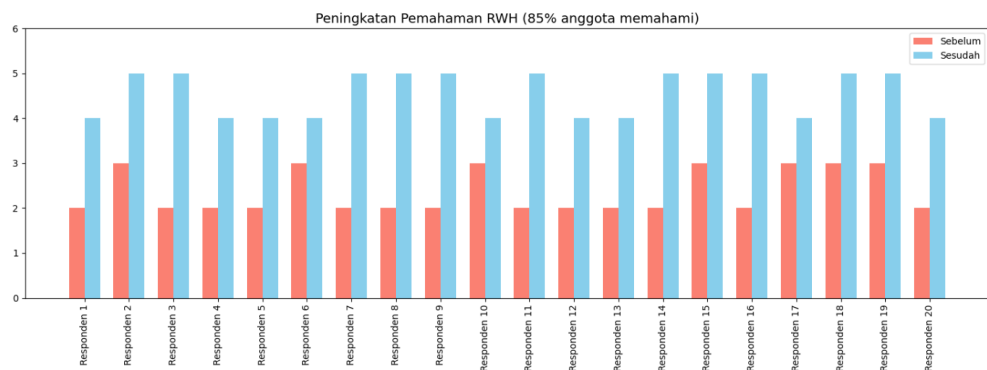
Untuk mengetahui sejauh mana kemampuan anggota KTHS meningkat dalam mengelola sistem RWH, dilakukan survei sebelum dan sesudah pelatihan. Ada beberapa hal yang menjadi fokus penilaian meliputi

1. Pemahaman anggota KTHS terkait prinsip dan cara kerja RWH, termasuk pemeliharaan dan pengoprassian sistem.
2. Efisiensi penggunaan air irigasi, termasuk kemampuan anggota dalam mendistribusikan air secara optimal.
3. Luas area terlayani setelah adanya RWH.
4. Biaya operasional bulanan terutama pengeluaran untuk bensin diesel pompa air dan biaya tenaga kerja untuk penyiraman dapat ditekan berkat penerapan sistem RWH.

Hasil survei sebelum dan sesudah pelatihan menunjukkan adanya perubahan yang cukup besar dalam cara anggota KTHS mengelola penggunaan air. Dari grafik perbandingan terhadap 20 responden, terlihat beberapa perkembangan:

1. Pemahaman tentang RWH

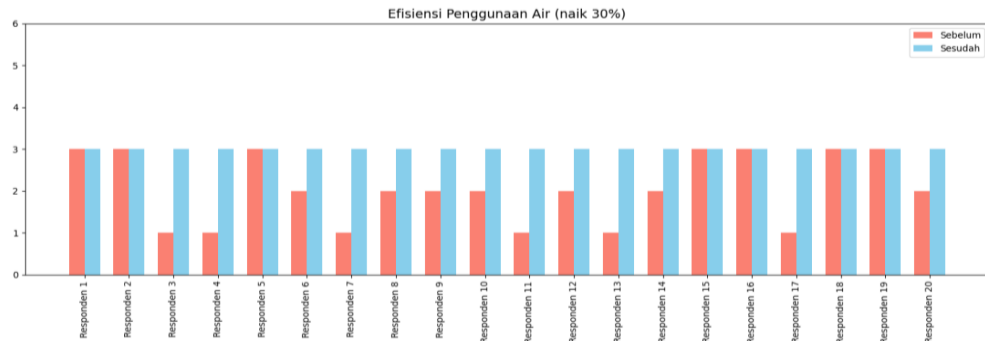
Sebelum pelatihan, kebanyakan anggota hanya tahu gambaran umum tentang cara kerja sistem RWH. Setelah pelatihan, sekitar 85% anggota sudah benar-benar memahami bagaimana sistem ini bekerja dan bagaimana merawatnya. Ini terlihat dari kenaikan skor yang umumnya berada pada level 4-5. Artinya, pelatihan yang diberikan berjalan cukup efektif.



Gambar 9. Hasil survei peningkatan pemahaman manajemen penggunaan RWH KTHS

## 2. Efisiensi Penggunaan Air

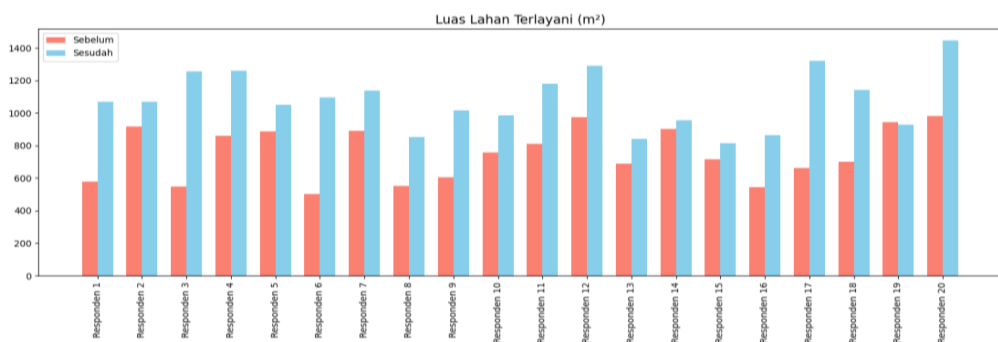
Setelah memahami sistemnya, penggunaan air irigasi menjadi jauh lebih efisien sekitar 30% lebih baik dibandingkan sebelumnya. Grafik menunjukkan peningkatan skor efisiensi yang cukup jelas. Para anggota KTHS sudah bisa mengatur aliran air dengan lebih tepat dan mengurangi pemborosan.



Gambar 10. Hasil survei efisiensi penggunaan air oleh KTHS

## 3. Luas Lahan yang Bisa Dialiri

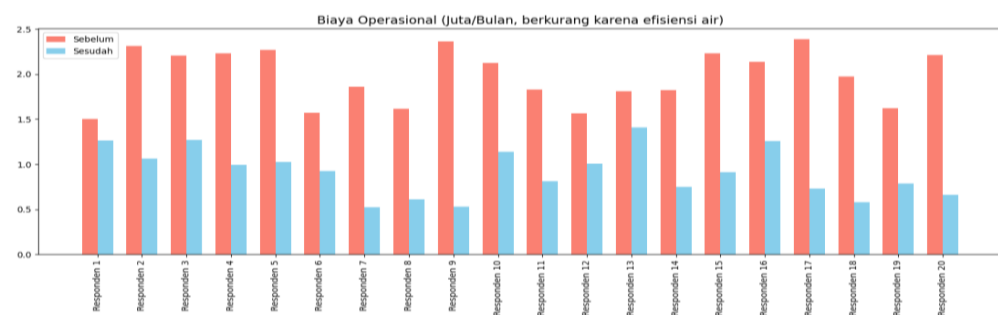
Dengan sistem RWH yang berjalan lebih baik, air kini bisa menjangkau lahan yang lebih luas. Jika sebelumnya hanya 500–1.000 m<sup>2</sup>, kini bisa mencapai 800–1.500 m<sup>2</sup>. Artinya distribusi air menjadi lebih merata dan hasilnya tentu lebih produktif.



Gambar 11. Hasil survei luas lahan terlayani di area perkebunan KTH

## 4. Biaya Operasional

Efisiensi air ini juga berpengaruh langsung pada biaya operasional. Pengeluaran yang sebelumnya berada di kisaran 1,5–2,5 juta rupiah per bulan untuk beli diesel pompa air dan biaya tenaga kerja untuk penyiraman kini turun menjadi sekitar 0,5–1,5 juta rupiah. Penurunannya terutama berasal dari berkurangnya pemakaian bensin untuk pompa dan lebih efisienya pengaturan air.



Gambar 12. Hasil survei biaya operasional yang berkurang sebagai dampak penggunaan air dari RWH pada area perkebunan KTHS

Secara keseluruhan, grafik tersebut menunjukkan bahwa anggota KTHS mengalami peningkatan nyata mulai dari pemahaman teknis hingga penghematan biaya. Selain membuat pekerjaan mereka lebih ringan, sistem RWH juga membantu menciptakan pola pertanian yang lebih mandiri dan berkelanjutan. Hasil survei juga menunjukkan bahwa implementasi sistem RWH mampu meningkatkan hingga 80% kebutuhan air irigasi mitra sebagai dampak dari peningkatan 30% efisiensi saluran irigasi yang diinstal. Hal ini kemudian disertai peningkatan pemahaman petani terhadap cara kerja sistem mencapai 85%. Temuan ini selaras dengan studi de Sá Silva et al. (2022), yang menyimpulkan bahwa RWH bukan hanya berdampak ekologis, tetapi juga memberikan efisiensi ekonomi dan peningkatan ketahanan sosial bagi komunitas yang terdampak ketidakstabilan suplai air. Mereka menegaskan bahwa sistem pemanenan air hujan mampu menjadi sumber alternatif yang berkelanjutan, termasuk pada wilayah dengan keterbatasan akses air bersih. Dengan demikian, keberhasilan RWH pada mitra menunjukkan konsistensi dengan prinsip keberlanjutan lingkungan, efisiensi biaya, dan peningkatan kapasitas adaptif sebagaimana dipaparkan dalam kajian tersebut.

Penurunan biaya operasional juga sejalan dengan riset-riset terdahulu, seperti Paratkar & Nagarnaik (2020) tentang efisiensi pengumpulan air hujan melalui atap bangunan, serta temuan Al-Houri et al. (2014) yang menegaskan potensi RWH sebagai sumber air alternatif yang signifikan dalam kondisi defisit air. Hal ini memperkuat posisi bahwa keberhasilan implementasi RWH pada mitra bukan merupakan hasil kebetulan, tetapi sesuai dengan tren ilmiah bahwa sistem pemanenan air hujan dapat mengurangi tekanan terhadap sumber air konvensional dan meningkatkan ketahanan irigasi.

#### B. Peningkatan Level Keberdayaan Mitra Aspek Produksi dengan pemanfaatan Pupuk Organik Cair (POC)



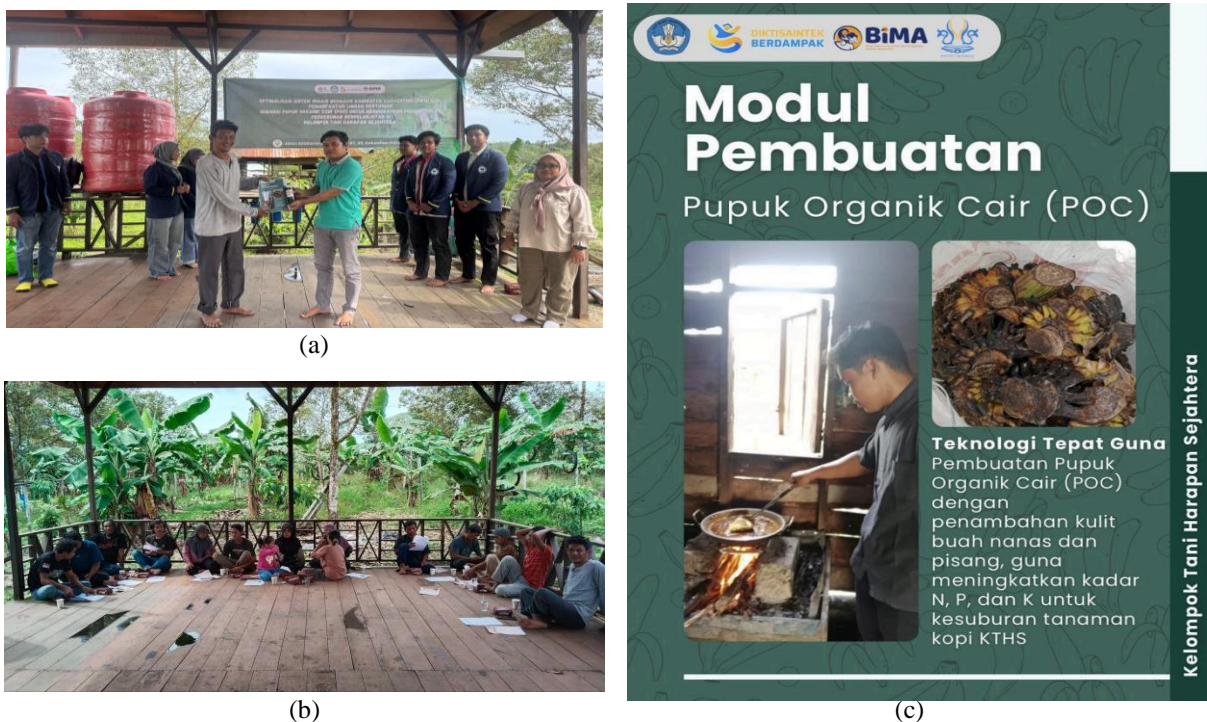
Gambar 13. Instalasi POC (a) tempat drum POC (b) instalasi POC dengan RWH

Bahan dasar pupuk organik cair dapat menPOC ini dibuat dari sisa sayur dan buah yang tersedia dari penjual buah di sepanjang Jalan Soekarno-Hatta di sekitar area perkebunan maupun sisa panen buah dari kebun sekitar. Sisa sayur dan buah tersebut direndam campuran air cucian beras pertama dan juga EM4, dan juga Gula merah/molase lalu difermentasi menggunakan peralatan sederhana seperti tangki fermentasi dan komposter cair. Hasilnya mengandung berbagai nutrisi dan mikroorganisme baik yang bisa membantu menyuburkan tanah dan meningkatkan hasil tanaman. Para anggota KTHS juga mendapat pelatihan langsung, sehingga mereka kini sudah bisa membuat POC sendiri tanpa bergantung pada pihak luar.

##### a. Kegiatan Pelatihan POC

Pelatihan ini bertujuan membantu anggota KTHS agar mampu membuat dan menggunakan Pupuk Organik Cair (POC) dengan baik dan mandiri. Kegiatan yang dilakukan meliputi:

1. Pengenalan POC: Anggota dijelaskan tentang apa itu POC, manfaatnya untuk tanaman, kandungan nutrisinya, dan kenapa POC bisa menjadi alternatif yang lebih baik dibanding pupuk kimia.
2. Demonstrasi Pembuatan POC: Peserta diajak mempraktikkan langsung cara membuat POC menggunakan bahan organik yang mudah ditemukan, termasuk bagaimana proses fermentasi dan cara menyimpannya.
3. Pelatihan Penggunaan POC: Anggota diberi panduan mengenai takaran pemakaian, seberapa sering digunakan, serta teknik dan jenis tanaman yang cocok diberi POC.
4. Praktik di Lapangan: Setelah memahami teori, anggota langsung mencoba mengaplikasikan POC di lahan mereka, mulai dari proses pengenceran hingga penyemprotan.
5. Pemberian Buku Panduan: Setiap anggota menerima buku manual yang berisi langkah-langkah pembuatan, penyimpanan, penggunaan, hingga cara memantau hasil penggunaan POC.



Gambar 14. Pelatihan pembuatan POC anggota KTMS (a) serah terima manual book pembuatan POC dan juga produk Kombucha Coffee (b) pelatihan bersama KTMS (c) manual book pembuatan POC

#### b. Survei dan Analisis Peningkatan POC

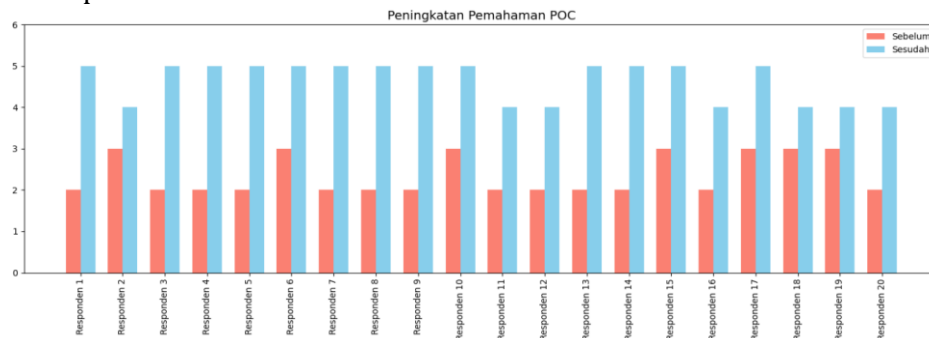
Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kemampuan anggota KTMS dalam membuat dan menggunakan Pupuk Organik Cair (POC), dilakukan survei sebelum dan setelah pelatihan. Beberapa hal yang menjadi perhatian dalam survei ini antara lain:

1. Pemahaman tentang POC: Mulai dari cara membuat POC, manfaatnya bagi tanaman, sampai cara mengaplikasikan yang benar.
2. Efisiensi penggunaan POC: Mengukur apakah anggota sudah mampu menentukan dosis dan frekuensi pemakaian yang tepat agar tanaman bisa tumbuh lebih baik.
3. Luas lahan yang mendapat aplikasi POC: Menilai seberapa banyak area pertanian yang bisa memanfaatkan POC secara efektif.
4. Biaya operasional bulanan: Melihat pengeluaran anggota terkait bahan baku dan penerapan POC, untuk mengetahui apakah penggunaan POC dapat menekan biaya operasional.

Hasil survei sebelum dan sesudah pelatihan menunjukkan adanya peningkatan yang cukup besar dalam cara anggota KTHS mengelola dan menggunakan Pupuk Organik Cair (POC). Dari grafik perbandingan yang melibatkan 20 responden, terlihat beberapa perkembangan penting.

### 1. Pemahaman tentang POC

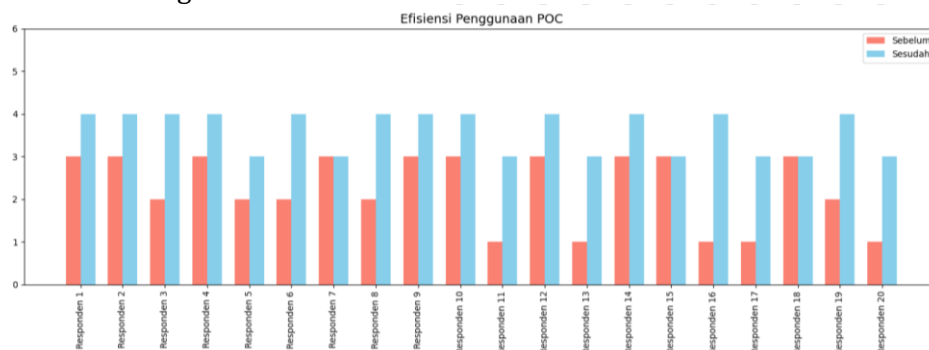
Sebelum pelatihan, sebagian anggota hanya memahami dasar-dasarnya saja. Setelah pelatihan, sebagian besar peserta mendapatkan skor 4–5. Artinya, sekitar 85% anggota kini lebih paham tentang cara membuat POC, langkah fermentasi nya, serta bagaimana menggunakannya dengan benar. Ini menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan pemahaman teknis mereka.



Gambar 15. Hasil Survei Peningkatan Pemahaman POC

### 2. Efisiensi Penggunaan POC

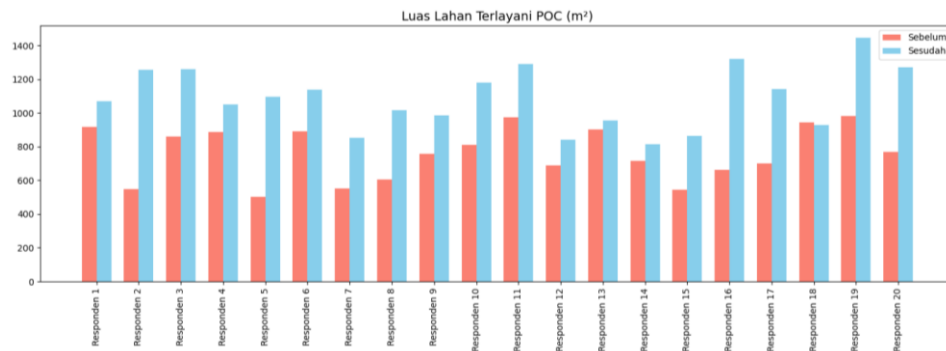
Setelah pelatihan, anggota menjadi lebih tepat dalam menentukan dosis dan jadwal pemberian POC. Hal ini tampak dari peningkatan skor efisiensi pada grafik. POC digunakan lebih terarah sehingga penyerapan nutrisi tanaman lebih optimal dan tidak banyak bahan terbuang.



Gambar 16. Hasil Survei Efisiensi Penggunaan POC

### 3. Luas Lahan yang Mendapat Aplikasi POC

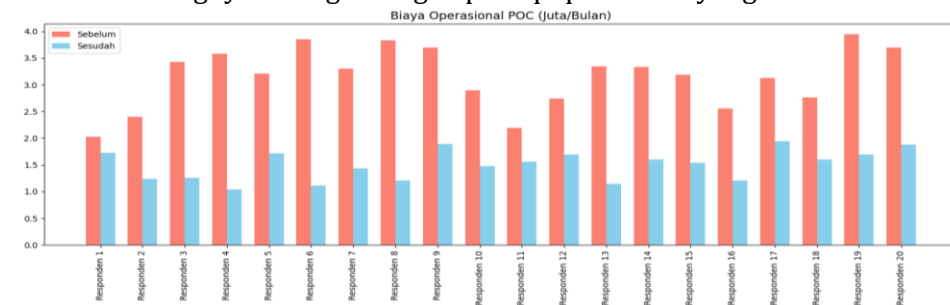
Setelah metode penggunaan POC dipahami dengan lebih baik, lahan yang dapat memanfaatkan POC juga semakin luas. Jika sebelumnya hanya sekitar 500–1.000 m<sup>2</sup>, kini meningkat menjadi 800–1.500 m<sup>2</sup>. Ini menunjukkan bahwa POC dapat didistribusikan lebih merata dan memberikan dampak lebih besar terhadap produksi tanaman.



Gambar 17. Hasil Survei Luas Area Yang Bisa Terjangkau POC

4. Biaya Operasional

Peningkatan pemahaman dan efisiensi berpengaruh langsung pada pengeluaran bulanan. Anggota KTHS mampu menurunkan biaya operasional dari 2–4 juta rupiah per bulan menjadi sekitar 1–2 juta rupiah. Penurunan ini terjadi karena penggunaan POC yang lebih efisien serta berkurangnya ketergantungan pada pupuk kimia yang lebih mahal.



Gambar 18. Hasil Survei Biaya Operasional POC

Secara keseluruhan, grafik memperlihatkan perubahan positif dalam pengelolaan POC oleh anggota KTHS. Mulai dari pemahaman yang lebih baik, penggunaan yang lebih efisien, cakupan lahan yang lebih luas, hingga penghematan biaya. Pelatihan ini memberi dampak nyata dan mendukung praktik pertanian yang lebih mandiri, berkelanjutan, dan produktif. Peningkatan penggunaan dan produksi Pupuk Organik Cair (POC) sebesar 85% oleh mitra menunjukkan kecocokan dengan temuan Fatimatuzzahra et al. (2023) dan Inge Dwisvimiari et al. (2023), yang menegaskan bahwa POC berbahan baku limbah organik mampu meningkatkan kualitas tanah dan menurunkan ketergantungan terhadap pupuk kimia. Studi-studi tersebut menekankan bahwa POC yang dihasilkan melalui proses fermentasi sederhana dapat memberikan dampak ekologis dan ekonomis positif pada usaha tani, sejalan dengan perubahan yang diamati pada KTHS.

Selain itu, penelitian Hadipramana et al. (2023) serta Suryadjaja & Herlambang (2023) memperlihatkan bahwa POC dari limbah pertanian terbukti meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus menurunkan biaya input. Peningkatan kualitas tanah dan kesuburan di kelompok mitra sesuai dengan tren empiris tersebut, yang mengonfirmasi bahwa pengolahan limbah pertanian menjadi POC merupakan intervensi tepat untuk memperkuat ketahanan ekonomi petani.

c. Pembuatan Produk *Kombucha Coffee*

Selain mengerjakan instalasi sistem RWH dan memberikan pelatihan terkait Pupuk Organik Cair (POC), kami juga mendampingi KTHS dalam mengembangkan produk olahan berbasis hasil pertanian mereka, yaitu *Kombucha Coffee*.



Gambar 19. Pembuatan *Kombucha Coffee* bersama KTHS

Pada gambar 19 dapat dilihat proses penggilingan biji kopi pada gambar sebelah kiri dan produk Kopi Kombucha dalam kemasan. Kegiatan utama yang dilakukan dalam pembuatan Kopi Kombucha, antara lain:

1. Pengolahan Kopi menjadi Kombucha Coffee:  
Anggota KTHS dibimbing mulai dari pemilihan biji kopi yang baik, proses fermentasi kombucha, hingga tahap pengemasan agar produk yang dihasilkan bersih, higienis, dan memiliki tampilan yang menarik.
2. Pendaftaran HAKI (Hak Kekayaan Intelektual):  
Merek dan logo dari Kombucha Coffee yang dikembangkan didaftarkan sebagai HAKI agar memiliki perlindungan hukum dan nilai jual yang lebih kuat.
3. Penyusunan Buku Panduan Produksi:  
Kami juga menyerahkan manual book berisi panduan lengkap pembuatan Kombucha Coffee, mulai dari langkah fermentasi, kontrol kualitas, cara penyimpanan, hingga tips pemasaran. Dengan adanya panduan ini, anggota KTHS dapat memproduksi secara mandiri dan berkelanjutan.

### C. Kendala Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat pada KTHS

Dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat pada Kelompok Tani Harapan Sejahtera, tim pelaksana menghadapi beberapa kendala yang mempengaruhi kelancaran kegiatan di lapangan. Berikut beberapa kendala yang dihadapi tim pengabdian kepada masyarakat :

1. Kendala Aksesibilitas dan Transportasi  
Lokasi kegiatan yang berjarak cukup jauh dari pemukiman dan sarana umum menjadi salah satu kendala utama. Kondisi jalan yang berlumpur dan belum beraspal turut menghambat mobilitas mahasiswa, terutama pada musim hujan. Hal ini menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih lama dan kegiatan di lapangan harus disesuaikan dengan kondisi akses.
2. Kendala Logistik dan Operasional  
Keterlambatan pengiriman alat sprinkler mengakibatkan jadwal pemasangan dan rencana kerja harian perlu disesuaikan kembali agar tetap berjalan efektif. Selain itu, kerusakan genset yang berfungsi sebagai sumber tenaga pompa air juga menghambat kelancaran operasional kegiatan di lapangan.
3. Kendala Koordinasi dan Pelaksanaan Program  
Beberapa program yang telah direncanakan oleh tim mengalami ketidaksesuaian dalam pelaksanaannya, karena sebagian pekerjaan telah terlebih dahulu dilakukan oleh pihak mitra tanpa adanya koordinasi sebelumnya. Hal ini menyebabkan perlunya penyesuaian ulang terhadap rencana kerja yang telah disusun.
4. Kendala Faktor Cuaca  
Perubahan cuaca yang tidak menentu, seperti hujan deras yang datang secara tiba-tiba, sering mengganggu jadwal kegiatan yang telah direncanakan. Kondisi ini menuntut adanya fleksibilitas dalam pelaksanaan program di lapangan.

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di KTHS ini secara tuntas mencapai dua tujuan utama, yaitu (1) mengoptimalkan ketersediaan air irigasi melalui penerapan sistem RWH dan (2) meningkatkan kemandirian petani dalam menyediakan pupuk ramah lingkungan melalui produksi POC berbasis limbah pertanian. Penerapan RWH menjadi salah satu alternatif solusi ketersediaan air saat musim kemarau hingga mampu memenuhi hingga 80% kebutuhan air irigasi kelompok mitra, sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber air konvensional dan menurunkan biaya operasional secara signifikan. Pada saat yang sama, pemanfaatan POC meningkat hingga 85%. Perubahan ini menunjukkan bahwa program tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga meningkatkan kapasitas pengetahuan, serta sikap petani terhadap praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Keunggulan dari kegiatan ini apabila dilihat dari segi luaran, diantaranya:

- 1) Teknologi mudah direplikasi karena biaya relatif rendah dan bahan dapat diperoleh secara lokal;
- 2) Petani memperoleh keterampilan teknis melalui proses *Transfer of Knowledge* yang berlangsung sepanjang pendampingan (manajemen RWH, pembuatan POC, dan pengembangan produk unggulan Kombucha *Coffee*);
- 3) Teknologi RWH dan POC saling melengkapi sehingga memberi dampak sinergis pada efisiensi usaha tani (manfaat terhadap lingkungan dan dampak terhadap sosial ekonomi petani).

Secara keseluruhan, program ini tidak hanya menyelesaikan tantangan teknis di lapangan, tetapi juga mendorong inovasi produk, menambah nilai ekonomi, serta memperkuat kapasitas dan kemandirian anggota KTHS.

Namun dalam pelaksanaannya, kegiatan ini memiliki keterbatasan, yakni:

- 1) Efektivitas RWH masih sangat bergantung pada curah hujan musiman;
- 2) Kapasitas tampung belum mencukupi kebutuhan air apabila terjadi musim kering ekstrem; dan
- 3) Kualitas POC masih bervariasi antar-*batch* sehingga membutuhkan standar formulasi dan kontrol fermentasi yang lebih spesifik.

Oleh karena itu, beberapa rekomendasi yang perlu dilakukan untuk keberlanjutan program perlu ditindaklanjuti, baik oleh kelompok tani maupun kegiatan pengabdian selanjutnya. Pertama, memperbesar kapasitas tampungan RWH atau menambah unit baru agar kebutuhan air dapat dipenuhi secara lebih stabil sepanjang tahun, Kedua, melakukan penguatan kelembagaan kelompok melalui pembentukan unit usaha bersama yang memproduksi POC secara terstandar, termasuk peningkatan kualitas fermentasi, dan pengujian hara secara berkala. Ketiga, mendorong kemitraan lanjutan antara KTHS dan pemerintah lokal setempat maupun instansi terkait untuk mendukung replikasi teknologi ke kelompok tani lainnya. Keempat, melakukan monitoring jangka panjang untuk mengevaluasi dampak keberlanjutan terhadap kesuburan tanah, produktivitas tanaman dan kemandirian ekonomi petani.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kemendiktisaintek melalui Program BIMA Skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) Nomor: 12815/IT10.L1/PPM.04/2025. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam pengabdian ini, termasuk LPPM Institut Teknologi Kalimantan serta Kelompok Tani Harapan Sejahtera, sehingga kegiatan penelitian dapat berjalan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1096279>
- Aguilar, F. X., Hendrawan, D., Cai, Z., Roshetko, J. M., & Stallmann, J. (2021). Smallholder farmer resilience to water scarcity. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 2543–2576. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-021-01545-3>
- Alim, N., Sanjaya, M. F., Ramadan, L. M. A. H., Roland, D., Irwansyah, I., & Fitri, F. (2025). Effects of leachate-based liquid organic fertilizer on soil fertility and chili growth in biochar-amended marginal soil. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 22(2). <https://journal.unilak.ac.id/index.php/jip/article/view/23248>
- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A., & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), 86–108. <https://doi.org/10.1017/S1742170507001640>
- de Sá Silva, A. C. R., Bimbato, A. M., Balestieri, J. A. P., & Vilanova, M. R. N. (2022). Exploring environmental, economic and social aspects of rainwater harvesting systems: A review. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103475. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103475>
- Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Timur. (n.d.). *Profil dan sejarah Dinas Kehutanan*. Retrieved April 6, 2025, from <https://dishut.kaltimprov.go.id/profil/sejarah-dinas-1>
- Fatimatuzzahra, I., Artha Utami, F. E., & Mardiyah, A. (2023). Review Literatur melalui Publish or Perish pada pembuatan pupuk organik cair sebagai alternatif proyek dalam Kurikulum Merdeka. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 6(4). <https://doi.org/10.20961/shes.v6i4.80733>
- Hadipramana, J., Sari, E. N., & Riza, F. V. (2023). Utilization of eggshell waste to become liquid organic fertilizer (POC) and pesticides as a substitute for regular fertilizers through thematic KKN activities in Pasang Lela Village, North Labuhan Batu Regency. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(3), 740–745. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i3.14574>
- Inge Dwisvimiar, R., Kusumaningsih, R., & Efriyanto. (2023). Pembuatan pupuk organik cair (POC). *JILPI: Jurnal Ilmiah Pengabdian dan Inovasi*, 1(4), 679–690. <https://doi.org/10.57248/jilpi.v1i4.190>
- Kristian, W., & Mussadun. (2022). Aplikasi POC urin sapi pada padi SRI di Jorong Ganting Taram. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 704–715. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i3.9966>
- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. (2016). Pembuatan pupuk organik cair dari sampah organik rumah tangga dengan penambahan bioaktivator EM4, 5(2).
- Paratkar, A. A., & Nagarnaik, D. P. B. (2020). Study of rooftop rainwater harvesting for typical building in Nagpur, 07(05).
- Sara, D. S., Sofyan, E. T., & Citraresmini, A. (2025). Effect of liquid organic fertilizer and inorganic fertilizer on soil nutrient content (N, P, and K) in lowland rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Life Science and Agriculture Research*, 4(8), 470–474. [https://ijlsar.org/public/storage/articles/pdf/articles\\_20250811\\_090139.pdf](https://ijlsar.org/public/storage/articles/pdf/articles_20250811_090139.pdf)
- Sitanggang, R., Dachi, T. U., & Manurung, I. H. G. (2022). Rancang bangun sistem penjualan tanaman hias berbasis web menggunakan PHP dan MySQL, 4(1).
- Suhaeni, H. (2021). Pupuk organik cair berbahan dasar limbah ternak untuk tanaman sayuran. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(6), 1465–1471. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i6.5534>
- Suryadjaja, R., & Herlambang, S. (2023). Pendampingan pemanfaatan limbah tahu sebagai pupuk organik cair (POC) bagi masyarakat Kelurahan Kayu Manis. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 374–382. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i2.13267>
- World Bank. (2024). *Making every drop count: Rebuilding small-scale irrigation in Indonesia to counter climate change*. The Water Blog. <https://blogs.worldbank.org/en/water/making-every-drop-count--rebuilding-small-scale-irrigation-i>