

RESEARCH ARTICLE

# ***Peningkatan Produktivitas Lahan Pertanian berbasis Climate-Smart Agriculture (CSA) dan Integrated Farming di Dusun Cisema, Bandung, Jawa Barat***

**Hadi Hariyanto\*, Satrio Adinoto Hertian Putro, Reyza Siva Dewi, Fauzan Naufal Rizqi, Shilva Nursafitri**

Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University, Jl. Telekomunikasi, Terusan Buahbatu – Bojongsong, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat

\*Corresponding author: [hadihariyanto@telkomuniversity.ac.id](mailto:hadihariyanto@telkomuniversity.ac.id) / Telkom University

Received on (21/Februari/2025); accepted on (01/April/2025)

## **Abstrak**

Ketidakpastian pola hujan, yang disebabkan oleh perubahan iklim global, menurunkan produktivitas lahan tadah hujan di Dusun Cisema, Desa Mangunjaya, Arjasari, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Kontur lahan pegunungan Dusun Cisema memengaruhi akses dan distribusi irigasi pertanian. Jika dua tantangan ini tidak tertangani, maka akan berdampak terhadap degradasi lahan menuju lahan kritis dan terbengkalai. Tujuan dari program ini yaitu penyediaan solusi irigasi dengan pendekatan *Climate Smart Agriculture* (CSA) berupa embung *geomembran* dan saluran irigasi HDPE untuk menjangkau 2 ha lahan pertanian tadah hujan di Dusun Cisema. Desain, pembuatan, dan implementasi irigasi pertanian melibatkan komunitas Mismada Farm sebagai *local hero*, dengan harapan agar mereka mempunyai *showcase* untuk menunjukkan bahwa pendekatan irigasi CSA dan *integrated farming* dapat mengembalikan kesuburan lahan. Tahapan kegiatan mencakup desain, implementasi, dan evaluasi pembuatan sarana irigasi yang dilakukan pada tanggal 1 - 22 November 2024. Implementasi program menghasilkan dua embung dengan volume total 10,5 m<sup>3</sup> yang terintegrasi dengan instalasi pipa air bersih mata air Cisema. Instalasi embung dan pipanisasi berdampak pada ketersediaan pasokan air irigasi untuk 2 ha lahan Mismada Farm yang memungkinkan petani dapat melakukan budidaya 3 kali siklus tanam (sepanjang tahun). Selain itu keberadaan embung memastikan pasokan air bersih warga tidak terganggu. Secara sosial-ekonomi, pendapatan petani diharapkan meningkat selain karena bisa menanam sepanjang tahun, mereka berpotensi mendapatkan penghasilan tambahan dari diversifikasi komoditas pertanian sistem *integrated farming*, yang mencakup hasil pertanian, peternakan, dan perikanan. Secara keseluruhan, program ini diharapkan dapat memperbaiki produktivitas lahan, kesejahteraan petani, dan keberlanjutan ekosistem pertanian di Dusun Cisema.

**Keywords:** *Climate-Smart Agriculture, Integrated Farming*, Irigasi, Pemberdayaan Komunitas, Pertanian Berkelanjutan.

## **Pendahuluan**

Ketidakpastian pola hujan, yang disebabkan oleh perubahan iklim global, menurunkan produktivitas lahan tadah hujan di Dusun Cisema, Jawa Barat. Pertanian tadah hujan sangat rentan terhadap kekeringan, mengakibatkan penurunan produktivitas lahan dan kegagalan panen yang berulang. Perubahan iklim juga memengaruhi kualitas tanah, meningkatkan erosi, dan mengurangi kesuburan lahan yang semakin menyulitkan petani untuk mempertahankan produktivitasnya.

Menurut penelitian Ruminta [1], penurunan luas panen padi sebesar 5.2% per tahun dan penurunan produksi padi sebesar 11.2% dapat terjadi karena tingkat kekeringan akibat perubahan iklim karena sawah non irigasi masih cukup luas dan infrastruktur irigasi kurang baik. Jika ditinjau secara geografis, kontur tanah di lahan pegunungan Dusun Cisema juga mempengaruhi akses, distribusi air dan efisiensi pengairan pertanian karena adanya limpasan air dan rendahnya infiltrasi air [2]. Untuk mengatasi tantangan ini dibutuhkan inovasi irigasi yang dapat mengantisipasi perubahan iklim dan keterbatasan akses akibat kontur lahan pertanian.

Jawa Barat menghadapi tantangan serius terkait lahan kritis. Pada 2021, tercatat 907.979 hektar lahan kritis di provinsi ini, yang menjadikannya wilayah dengan luas lahan kritis terbesar ketiga secara nasional [3]. Di Kabupaten Bandung sendiri, selain kondisi kontur berbukit, fenomena *El Nino* semakin memperburuk kekeringan. Ratusan hektar sawah kekeringan, terutama di musim kemarau, sehingga pemerintah berupaya mengatasi masalah ini melalui program pompanisasi dan pipanisasi.

Program pompanisasi dan pipanisasi irigasi yang digagas oleh Kementerian Pertanian, menjadi langkah yang sangat penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan di tengah perubahan iklim. Pompanisasi adalah program irigasi sawah dengan menggunakan sistem pipa yang terpasang dari sungai atau air tanah ke sawah-sawah yang akan sangat berguna untuk memastikan ketersediaan air di musim kering [4]. Dengan pengembangan pompanisasi dan pipanisasi irigasi, petani tidak lagi sepenuhnya bergantung pada curah hujan, sehingga produktivitas pertanian dapat tetap dipertahankan, bahkan dalam kondisi iklim yang tidak menentu.

Namun tidak semua kelompok tani dapat mengakses bantuan ini. Bantuan diprioritaskan bagi area yang terdampak kekeringan

dengan lahan minimal 5-10 ha. Selain itu solusi pompa membutuhkan bahan bakar (solar/bensin) yang tidak sedikit. Untuk dapat melengkapi upaya pemerintah di atas, dibutuhkan solusi alternatif, bersifat lokal, berbasis komunitas dan harga terjangkau. Sebagai alternatif, kami mengusulkan irigasi CSA yang mencakup kombinasi pipanisasi dan embung untuk menampung air hujan dan/atau limpahan mata air. Solusi ini berpotensi untuk menjaga kecukupan air bagi tanaman, meningkatkan hasil panen, serta menjaga kelestarian sumber daya air.

Dalam merealisasikan solusi irigasi pertanian ini, Dusun Cisema menghadapi beberapa permasalahan utama, seperti bagaimana menghubungkan irigasi dari bak penampung mata air terdekat ke lahan pertanian, serta bagaimana menampung air hujan dan aliran dari mata air untuk meminimalkan air yang terbuang. Didasarkan pada target *Sustainable Development Goals* (SDG) nomor 15 (*Life on Land*), pengelolaan irigasi dan penampungan air mendukung target untuk mengatasi degradasi lahan, mencegah desertifikasi, dan memperbaiki tanah yang terdegradasi akibat kekeringan. Selain itu, pendekatan CSA juga berkontribusi pada SDG 13 (*Climate Action*) dengan meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mitigasi perubahan iklim melalui efisiensi penggunaan air dan adaptasi terhadap cuaca ekstrem. Penerapan teknologi penampungan air hujan dan irigasi berkelanjutan mendukung SDG 6 (*Water and Sanitation*) dengan meningkatkan efisiensi air, memastikan pasokan air bersih yang berkelanjutan, dan mengurangi dampak kelangkaan air di sektor pertanian [5].

Paper ini ditulis sebagai laporan *research in-progress* terhadap inisiatif peningkatan produktivitas lahan pertanian menggunakan pendekatan penyediaan sarana irigasi, pengembangan masyarakat berbasis *Climate Smart Agriculture* dan penerapan konsep *integrated farming* di Dusun Cisema, Arjasari, Bandung.

## Tinjauan Pustaka

Perubahan iklim mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu bumi yang menyebabkan kekeringan, ketidakstabilan curah hujan, peningkatan temperatur dan kelembaban, yang akan mengakibatkan kerusakan dan kegagalan pada setiap sektor produksi, terutama pada sektor pertanian. Sektor pertanian sangat dipengaruhi oleh curah hujan, di mana fluktuasi ketersediaan air akan berdampak terhadap pola tanam, waktu tanam, produksi, dan kualitas hasil [6]. Tren perubahan iklim berpotensi mengurangi hasil panen sekitar 1,5% per dekade tanpa adaptasi yang efektif, dengan kisaran kemungkinan dari sekitar 0% hingga 4% [7]. Sedangkan dampak curah hujan terhadap tren produksi tanaman menunjukkan bahwa di dataran tinggi Ethiopia, misalnya, perubahan curah hujan dapat menurunkan hasil panen hingga 30% selama musim tertentu karena fluktuasi hujan yang terjadi [8].

### *Climate-Smart Agriculture* (CSA).

*Climate-Smart Agriculture* (CSA) atau Pertanian Cerdas Iklim adalah pendekatan pertanian yang dirancang untuk meningkatkan ketahanan pertanian terhadap dampak perubahan iklim, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mendukung ketahanan pangan [9]. Salah satu praktik dalam prinsip CSA yaitu pengelolaan irigasi yang efisien. Pengadaan sistem irigasi diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan air dan menjaga kelembapan tanah yang diperlukan oleh tanaman dengan pendekatan teknologi maupun pemanfaatan sumber daya. Pemanfaatan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam pembuatan irigasi digunakan untuk mencapai CSA, seperti pemanfaatan sensor cuaca untuk mengatur penggunaan air dan sistem irigasi *intermittent* atau *Alternate Wet and Drying* (AWD).

Implementasi CSA mencakup penggunaan teknologi seperti sensor kelembapan udara atau tanah untuk penjadwalan irigasi yang lebih akurat. Teknologi tersebut dapat mengurangi penggunaan air hingga 34% di mana biasanya irigasi pertanian konvensional kehilangan 30% air lebih banyak karena manajemen irigasi yang buruk [10]. Implementasi CSA lainnya yang sejalan dengan prinsip pertanian regeneratif yaitu *Rain-Water Harvesting System* (penampungan air hujan). Penampungan air selama musim

hujan digunakan untuk pengairan lahan pada musim kering, yang akan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan. Panen air hujan untuk keperluan domestik dan pertanian menjadi salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat dan mengurangi penggunaan air bersih dari PDAM. Secara biaya, terdapat efisiensi sebesar 11% dari upaya penampungan air hujan oleh masyarakat di DAS Bekasi bagian hulu [11].

Infrastruktur irigasi pertanian seperti pipanisasi dan pengadaan embung merupakan implementasi penting dari *Climate-Smart Agriculture* (CSA) untuk menghadapi tantangan perubahan iklim. Pipanisasi meningkatkan efisiensi distribusi air hingga 65% dengan mengurangi kehilangan air akibat evaporasi dan kebocoran, terutama jika dibandingkan dengan saluran terbuka [12]. Sementara itu, embung berfungsi sebagai penampungan air hujan untuk irigasi saat musim kering, memungkinkan peningkatan ketersediaan air hingga 30% lebih lama dibandingkan tanpa sistem penampungan. Kedua infrastruktur ini mendukung keberlanjutan produksi pertanian dengan memanfaatkan sumber daya air secara optimal.

Pengadaan irigasi yang efisien dapat meningkatkan pemberdayaan komunitas yang dibuktikan dengan banyaknya hasil diversifikasi produk suatu komunitas tersebut. Sistem irigasi yang tepat, memberikan akses yang lebih baik terhadap air yang dibutuhkan untuk tanaman pangan atau produk bernilai tinggi seperti hortikultura. Diversifikasi produk hasil pertanian suatu komunitas tidak hanya meningkatkan pendapatan petani, tetapi juga meningkatkan ketahanan pangan dan memperkuat ekonomi komunitas secara keseluruhan. Melalui pemberdayaan para petani akan memiliki keyakinan terhadap potensial sumber daya yang ada. Selain menyelesaikan masalah kemiskinan, hal ini juga akan berimplikasi terhadap perubahan menuju pertanian modern [13].

### *Integrated Farming*

*Integrated Farming* atau pertanian terpadu menggabungkan berbagai praktik pertanian, seperti budidaya tanaman, pemeliharaan ternak, *aquacultur*, dan agroforestri, menjadi satu sistem terpadu untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan lahan. Pendekatan ini mengurangi pemborosan sumber daya dengan menggunakan hasil dari satu kegiatan sebagai masukan untuk kegiatan lain, seperti memanfaatkan kotoran hewan sebagai pupuk atau sisa tanaman sebagai pakan ternak. Praktik yang saling terkait ini meningkatkan efisiensi secara keseluruhan dan memastikan penggunaan sumber daya alam yang lebih berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa pertanian terpadu dapat meningkatkan hasil pertanian secara signifikan sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan pestisida, yang berkontribusi pada intensifikasi sistem pertanian yang berkelanjutan [14].

Studi terkini menggarisbawahi manfaat pertanian terpadu dalam peningkatan kesuburan tanah dan peningkatan kesejahteraan petani. Misalnya, pengelolaan kesuburan tanah terpadu (*integrated soil fertility management*), sebagai aspek utama pertanian terpadu, telah terbukti meningkatkan kandungan organik tanah, meningkatkan aktivitas mikroba, dan memperbaiki siklus nutrisi, sehingga menghasilkan tanah yang lebih sehat dan hasil panen yang lebih baik [14]. Lebih jauh lagi, praktik pertanian terpadu dapat meningkatkan pendapatan petani dengan mendiversifikasi aliran pendapatan dan menstabilkan hasil panen, bahkan dalam kondisi yang buruk. Di Ethiopia, adopsi teknik pertanian terintegrasi secara signifikan meningkatkan pendapatan rumah tangga dan ketahanan pangan dengan memungkinkan petani mencapai produktivitas panen yang lebih tinggi sekaligus mengurangi biaya input seperti penggunaan pupuk kimia [15]. Temuan ini menyoroti pertanian terpadu sebagai jalur yang layak untuk mempromosikan pembangunan pertanian berkelanjutan dan kemakmuran pedesaan.

## Metodologi Penelitian

Kegiatan pengembangan masyarakat berbasis *Climate Smart Agriculture* (CSA) dan *Integrated Farming* dilakukan di Dusun Cisema, Desa Mangunjaya, Kecamatan Arjasari, Kabupaten Bandung. Untuk meningkatkan produktivitas lahan, kami menggunakan pendekatan "Macu Tani: *Connecting the Dots toward*

a *Sustainable Climate-Smart Agriculture (CSA)*” yang mencakup tiga aspek kegiatan yaitu:

- 1) Pengembangan irigasi CSA dengan penerapan konsep pihanisasi dan pembuatan embung sebagai *Rain-Water Harvesting System* sekaligus penampung kelebihan air dari mata air Cisema untuk kebutuhan irigasi 2 ha lahan pertanian.
- 2) *Community Development* atau pengembangan masyarakat untuk menekankan pentingnya kesadaran akan pertanian cerdas iklim (CSA) dan *integrated farming*.
- 3) Pengembangan konsep *integrated farming* yang bekerja sama dengan komunitas Mismada Farm, sebagai *localhero* dan sekaligus penggerak masyarakat Dusun Cisema agar dapat menerapkan pertanian yang ramah lingkungan, mengurangi penggunaan pupuk kimia, memanfaatkan limbah peternakan sebagai input pertanian, dan limbah pertanian sebagai pakan ternak.

Kegiatan ini merupakan kegiatan yang tidak terpisah dari inisiasi sebelumnya, berfungsi sebagai *roadmap* sehingga terbentuknya kawasan CSA dan *integrated farming* yang diharapkan, seperti terlihat pada Gambar 1 berikut ini:

**Gambar 1.** Roadmap Pengembangan Masyarakat di Dusun Cisema

Gambar 1 menunjukkan bahwa inisiasi pengembangan masyarakat dimulai sejak adanya Program Rumah Domba di tahun 2016, yang menghidupkan peternakan rakyat dan berlangsung sampai tahun 2020 sebelum adanya Virus Covid-19. Inisiasi Rumah Domba memberikan *skill* dasar peternakan rakyat sebagai sumber pupuk hewan. Namun pemanfaatan pupuk hewan belum dilakukan secara besar-besaran sampai Komunitas Mismada Farm masuk di tahun 2021. Mismada Farm muncul untuk membantu 10 petani milenial yang kehilangan pekerjaan selama Covid-19. Komunitas Mismada Farm hadir menyalurkan zakat perusahaan dan individu untuk menggaji pemuda-pemudi keluarga petani, sehingga mereka dapat mengelola lahan seluas 6000 m<sup>2</sup>. Mismada Farm memulai inisiasinya melalui mekanisasi pertanian, sehingga menarik minat pemuda memilih jalur pertanian. Inisitif ini terus bergulir, sampai mereka mendapatkan kepercayaan untuk mengelola lahan pertanian seluas 2 ha. Mismada Farm secara bertahap mendorong penggunaan pupuk hewani untuk menyuburkan lahan, mengurangi penggunaan pupuk kimia, sebagai bentuk implementasi konsep *integrated farming* pada tahun 2022. Pada tahun 2023, limbah pertanian mulai diolah sebagai sumber pakan ternak, sehingga dapat membantu warga Cisema mendapatkan akses pakan di musim kemarau. Dengan adanya 10 petani milenial, saluran air bersih terus diperbaiki, sehingga mata air Cisema dapat menjangkau 20% warga Cisema. Kehadiran Mismada Farm, juga membantu proses pembentukan Kelompok Tani Berkah Mandiri yang beranggotakan 30 petani dengan luas lahan sebesar 15 ha.

**Gambar 2.** Siklus *Participatory Action Research* Aksi Bumi MACu Tani

Kegiatan desain dan pengembangan irigasi CSA Macu Tani dilakukan bersama dengan Komunitas Mismada Farm sebagai *local hero* yang memahami karakteristik petani milenial Dusun Cisema. Kegiatan ini dilakukan sejak tanggal 1 hingga 22 November 2024 sebagai bagian dari Program AyoBerAksi Telkom 2024 dalam kategori Aksi Bumi. Kegiatan ini menggunakan pendekatan *participatory action research* seperti pada Gambar 2 yang mencakup aspek desain, implementasi dan evaluasi.

Desain Irigasi CSA Macu Tani menggunakan bahan pipa HDPE ½ inch 5x100 meter, bahan kolam geomembran HDPE 0.30 micron 3X5x1 meter, dan asesoris pendukung seperti karung, lem pipa, paku, keran. Desain irigasi CSA ini merupakan implementasi tahap pertama dari *Roadmap* infrastruktur irigasi berbasis sensor *automatic weather station* seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3.** Roadmap Irigasi CSA Macu Tani di Dusun Cisema

Gambar 3 menunjukkan bahwa pengembangan irigasi Smart-Climate Agriculture di Dusun Cisema mempunyai tiga tahap. Tahap I, yaitu tahap penyediaan saluran primer lahan kebun seluas 2 ha. Pada tahap ini kegiatan pengembangan irigasi berfokus kepada penyediaan pipa dan embung yang terlaksana pada bulan November 2024. Selanjutnya, dilanjutkan dengan tahap II, yaitu penerapan saluran sekunder menuju pojok-pojok lahan menggunakan *sprinkler* dengan pengaturan berbasis kran manual ataupun *timer*, diharapkan dapat direalisasikan pada tahun 2025 dengan melibatkan dana swadaya dari Komunitas Mismada Farm. Implementasi pada tahap III mencakup penerapan irigasi otomatis berbasis *automatic weather station*, sehingga dapat menghemat penggunaan air, karena irigasi akan dibuka sesuai kondisi cuaca (suhu, kelembaban udara dan curah hujan), yang diharapkan dapat terealisasi pada tahun 2025, dengan melibatkan dana CSR atau sumber lain.

Pengembangan irigasi CSA tahap I mengacu kepada siklus *participatory action research* (lihat Gambar 2) yang mencakup *participatory* desain, implementasi, dan evaluasi, dengan penjabaran kegiatan sebagai berikut.

#### 1) Tahap *Participatory* Desain

Pada tahap desain, Team Macu Tani dan Mismada Farm melakukan survei lapangan untuk memahami permasalahan, mengukur topografi, memvalidasi panjang pipa, memastikan lokasi sumber air terdekat, dan mengantisipasi pengembangan ke depan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan panjang pipa HDPE yang sesuai dan menentukan rute pemasangan pipa paling efisien yang dapat menghubungkan mata air dengan embung di lahan pertanian. Selain itu, survei lokasi embung juga dilakukan untuk menampung air dari mata air dan hujan. Embung ini dirancang sebagai cadangan air yang strategis untuk musim kemarau atau saat curah hujan rendah. Lokasi embung ditempatkan berada di lahan 2 ha yang dikelola Mismada Farm dan mudah dijangkau oleh saluran HDPE. Sementara dimensi embung (panjang x lebar x kedalaman) dikoordinasikan dengan Komunitas Mismada Farm untuk persiapan penggalian. Desain mencakup kebutuhan asesoris pendukung inlet, out-let menuju embung 1 dan embung 2 sehingga kebutuhan bahan dan asesoris dapat diantisipasi dan dihitung rencana anggaran biayanya (RAB). Tahap desain dilakukan pada awal Oktober 2024 dan direalisasikan sebagai proposal AyoBerAKSI Aksi Bumi Macu Tani.

Setelah desain disepakati, Tim Macu Tani melakukan pengadaan mencakup pembelian pipa HDPE, bahan embung *geomembran* dan asesoris pendukung. Mismada Farm menyediakan tenaga kerja, untuk kebutuhan penggalian embung dan pemasangan pipa. Selain itu, desain dan estimasi anggaran untuk pengembangan tahap II dan III akan dibuat, termasuk biaya perangkat seperti *sprinkler*, pompa, sensor, dan asesoris lainnya, serta kebutuhan operasional dan pemeliharaan.

### 2) Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi, kegiatan meliputi pembangunan embung sebagai penampung air hujan dan mata air untuk musim kemarau, dan pemasangan pipa HDPE untuk menghubungkan jaringan pipa mata air Cisema terdekat ke lahan pertanian Mismada Farm. Pelaksanaan program dijadwalkan pada 1 - 22 November 2024. Petani milenial Mismada Farm tidak hanya terlibat dalam proses penggalian namun dalam membuat saluran pembuangan kolam *geomembran* sehingga pasokan air dapat berhenti saat kolam penuh, dan mengisi kolam/embung 2.

### 3) Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi bertujuan untuk penilaian efektivitas program pengembangan irigasi CSA Macu Tani Tahap I dalam mencapai tujuan dan memastikan keberlanjutan. Kegiatan evaluasi mencakup pemantauan distribusi air melalui pipa HDPE dan memastikan embung berfungsi sebagai cadangan air yang efisien. Masukan dari Komunitas Mismada Farm dan Kelompok Tani Berkah Mandiri akan digunakan untuk menyusun laporan rekomendasi perbaikan dan penyesuaian program Tahap II dan Tahap III, terutama dalam mendukung roadmap integrasi sistem irigasi otomatis berbasis sensor cuaca. Publikasi hasil evaluasi akan dilakukan melalui Media Sosial internal Telkom (Diarium), YouTube, laporan program AyoBerAKSI dan media lainnya.

## Hasil dan Pembahasan

Capaian program ini meliputi:

- 1) Tersedianya irigasi Macu Tani Tahap I; yang mencakup pipa HDPE sepanjang 500 meter, tersedianya 2 embung bak penampung (lihat Gambar 4), serta tersedianya desain, *roadmap*, dan RAB untuk sistem irigasi otomatis berbasis *Automatic Weather Station* (AWS). Sedangkan tolak ukur kebermanfaatannya dilihat dari tersedianya akses air ke lahan pertanian yang menjangkau lahan 2 Ha, yang memungkinkan lahan tetap produktif selama musim kemarau melalui pengambilan air dari embung atau pipa terdekat. Selain itu program ini memungkinkan penggunaan air untuk irigasi pertanian tidak mengganggu pasokan air bersih 30 kepala keluarga Warga Dusun Cisema.



Gambar 5. Supervisi pembuatan embung Macu Tani Tahap I

- 2) Terselenggaranya pendampingan dan workshop sosialisasi irigasi Macu Tani pada bulan November 2024. Selama program berlangsung, tim Macu Tani melakukan pendampingan desain dan pembuatan embung *geomembran* HDPE melibatkan petani milenial Mismada Farm di Dusun Cisema (lihat Gambar 5). Sebagai dampak dari program pendampingan, Komunitas Mismada Farm sekarang mempunyai pemuda yang bisa membuat embung *geomembran* untuk direplikasi di tempat lain sesuai kesiapan dan kebutuhan anggota Kelompok Tani Berkah Mandiri.

Selain itu, pada tanggal 22 November, Team Macu Tani dan Telkom berhasil mengundang narasumber dari Badan Penyuluh Pertanian Kecamatan Arjasari, Kabupaten Bandung; untuk memberikan penyuluhan *integrated farming* terkait penanganan hama dan sekaligus sosialisasi irigasi Macu Tani (Lihat Gambar 6). Kegiatan ini dihadiri oleh 30 warga anggota Kelompok Tani Berkah Mandiri dan komunitas Mismada Farm Dusun Cisema.



Gambar 6. Penyuluhan hama dan irigasi Macu Tani 22 November 2024

- 3) Tersedianya showcase *integrated farming* untuk kebutuhan pengukuran dampak irigasi CSA Macu Tani dan penerapan *integrated farming*. Disepakati bahwa showcase ini akan digunakan sebagai sarana demonstration plot (*demplo*) mengukur dampak teknik peningkatan produktivitas lahan pertanian di lahan 2 ha, untuk komoditas padi gogo, jagung dan ketela pohon (sesuai kebutuhan Mismada Farm). Irigasi Macu Tani diharapkan dapat mendukung siklus tanam di tahun 2025, termasuk musim kemarau. Target *demplo* ini adalah untuk meyakinkan petani milenial Mismada Farm dan anggota Kelompok Tani Berkah Mandiri (30 petani) tentang sejauhmana irigasi Macu Tani dan *integrated farming* dapat meningkatkan produktivitas lahan dan kesejahteraan petani.



Gambar 7. Konfigurasi akhir pipa mata air Cisema untuk warga dan pertanian

Gambar 7 memberikan ilustrasi keseluruhan instalasi pipa air bersih dari Mata Air Cisema untuk menjangkau perumahan Warga Cisema dan lahan pertanian Komunitas Mismada Farm. Toren distribusi 1 merupakan sumber penampungan pertama mata air Dusun Cisema, yang berada pada jarak sekitar 1 km dari embung Macu Tani yang dibuat. Kolam distribusi air 1 merupakan kolam eksisting (terbuat dari terpal) yang sudah dimanfaatkan sebagai sarana distribusi untuk menjangkau lokasi perumahan warga yang berbeda. Distribusi air dilakukan berdasarkan penyimpanannya, di mana kolam distribusi 2 dan torn distribusi 3 digunakan sebagai sumber air untuk warga Dusun Cisema sebelah timur, sedangkan toren distribusi 2 digunakan sebagai sumber air untuk wudhu Masjid dan MCK warga Dusun Cisema di sebelah barat. Implementasi pembuatan embung Macu Tani 1, yang digunakan untuk pengairan lahan pertanian bagian atas dan Embung Macu Tani 2, digunakan untuk pengairan lahan pertanian bawah. PIPANISASI Macu Tani (warna merah) difungsikan sebagai pipa primer lahan pertanian untuk menghubungkan embung Macu Tani 1 dan 2 sekaligus menjangkau lahan pertanian seluas 2 ha.

Manfaat dan dampak dari implementasi irigasi ini yaitu adanya dua kolam penampungan air dengan kapasitas total 10.500 liter, seperti Gambar 4, yang berperan sebagai solusi penyimpanan air selama musim kemarau. Solusi kolam geomembran ini jauh lebih murah dibandingkan solusi torn penampung yang ada. Jika solusi torn pinguin 1000 liter membutuhkan biaya Rp. 1500 / liter volume air, maka kolam geomembran 10.500 liter hanya membutuhkan biaya Rp. 84 / liter. Selain itu kolam geomembran menjanjikan daya tahan sampai 10 tahun dibandingkan kolam terpal dengan daya tahan 2-3 tahun yang saat ini berada di Dusun Cisema.

Kolam Macu Tani ini dapat menampung air hujan dan sisa aliran mata air yang tidak tertampung dalam torn air milik warga, memastikan pasokan air yang stabil tanpa mengurangi kebutuhan air minum dan mandi warga Desa Cisema. Sistem ini mendukung keberlanjutan sumber daya air dengan mengurangi pemborosan air sebagai limpasan permukaan dan membantu memulihkan kesuburan tanah yang terdegradasi, sekaligus menjaga kualitas ekosistem lokal.

Selain itu, pembangunan kolam penampungan air ini menjadi proyek percontohan (*showcase*) yang diharapkan memberikan manfaat langsung bagi komunitas pertanian, termasuk 10 petani muda dari Mismada Farm. Para petani dilibatkan dalam setiap tahap kegiatan, mulai dari perencanaan hingga implementasi, untuk meningkatkan kapasitas mereka dalam mengelola sumber daya air. Keterlibatan warga dan petani dilakukan untuk meningkatkan keberlanjutan proyek, di mana menurut Larasati [5], strategi keberlanjutan membantu aktor berkepentingan untuk mencapai tujuan yang disusun dalam sebuah program sehingga keberlanjutan proyek lebih terjamin. Proyek ini juga mendorong inovasi di tingkat komunitas, seperti pengembangan sistem pertanian organik dan budidaya air tawar (*aquaculture*), agar kolam bak penampung irigasi dapat berfungsi ganda (sebagai irigasi dan budidaya ikan) sehingga dapat memperkuat konsep pertanian terintegrasi.

Dari sisi efisiensi distribusi air, kolam penampungan ini dirancang untuk mengatasi kendala kontur tanah berbukit yang sering menyebabkan distribusi air tidak merata. Dengan teknologi pipanisasi, distribusi air mencapai seluruh lahan seluas 2 hektar tanpa memerlukan pompa, bahkan di area dengan medan sulit. Sistem ini memungkinkan petani memanfaatkan aliran air secara optimal sehingga tanaman tidak lagi bergantung sepenuhnya pada curah hujan, terutama di musim kering.

Berdasarkan produktivitas, sebelumnya komunitas pertanian Dusun Cisema hanya dapat menanam 1 hingga 2 kali per tahun, tergantung pada musim hujan. Dengan adanya kolam penampungan dan irigasi yang stabil, petani kini mampu melakukan tiga siklus tanam per tahun. Produktivitas padi gogo yang sebelumnya mencapai 2,8 ton per hektar diharapkan meningkat secara signifikan dengan adanya pasokan air sepanjang tahun ini. Produktivitas jagung hibrida Mismada Farm mencapai 6 ton per hektar dan memberikan pendapatan kotor per musim sebesar 24 juta per hektar, atau bersih sebesar 16 juta. Jika Mismada Farm

dapat menanam sebanyak tiga musim, maka pendapatan per tahun akan mencapai 72 juta per hektar atau pendapatan bersih 48 juta per hektar per tahun. Untuk kasus jagung hibrida penanaman sepanjang tahun, memungkinkan petani meningkatkan pendapatan per bulan dari 1,3 juta menjadi 4 juta per bulan. Kenaikan ini mencapai 200%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutrisno [16], bahwa manajemen irigasi yang terintegrasi dapat meningkatkan produktivitas hasil panen, terutama di lahan kering.

Air dari kolam penampungan tidak hanya digunakan untuk irigasi tanaman tetapi juga mendukung sistem pertanian terintegrasi. Limbah air kolam ikan, misalnya, dapat digunakan sebagai pupuk alami yang kaya nutrisi untuk menyuburkan tanaman. Selain itu, kotoran dari peternakan kambing diolah menjadi pupuk organik, memperkuat siklus pertanian yang berkelanjutan. Budidaya ikan seperti nila atau lele di kolam juga menambah pendapatan petani, menciptakan sistem terpadu yang mencakup pertanian, peternakan, dan perikanan. Secara ekonomi, diversifikasi usaha yang didukung oleh kolam penampungan ini meningkatkan pendapatan petani secara signifikan, di mana menurut Kriswantiyono [17], pertanian terintegrasi dapat meningkatkan peluang diversifikasi produk dan usaha yang dapat meningkatkan kesejahteraan suatu komunitas. Selain hasil panen yang lebih tinggi, petani juga mendapatkan penghasilan tambahan dari hasil budidaya ikan dan produk hilir seperti kecimpring dari ketela pohon. Pendekatan ini mendukung distribusi sumber daya air yang efisien, mengurangi pemborosan, dan menciptakan sistem pengelolaan pertanian yang ramah lingkungan serta menguntungkan secara ekonomi.

Kedepannya, berdasarkan *Roadmap* Program Menuju Pertanian Cerdas Iklim (*Smart-Climate Agriculture*), tercantum pada Gambar 3, setelah dilaksanakan pengadaan irigasi dan penyediaan saluran primer, akan dilakukan penerapan irigasi sprinkler sebagai pengadaan irigasi sekunder dan penerapan irigasi otomatis (IoT) menggunakan sensor AWS dan aktuator irigasi otomatis. Selain itu, diharapkan akan ada implementasi pengadaan *Water Meter* sebagai bentuk manajemen air agar terdapat pengelolaan air yang lebih terintegrasi antara air bersih dan air irigasi lahan serta *self-financing* dalam pemeliharaan infrastruktur. Menurut Rusmayadi [18], *water meter* memungkinkan pengukuran konsumsi air secara akurat, sehingga petani dapat mengetahui jumlah air yang digunakan untuk irigasi. Hal ini membantu mencegah pemborosan air dan memaksimalkan efisiensi penggunaan air. Implementasi tersebut nantinya diharapkan akan menjadikan manajemen irigasi air yang berkelanjutan, sesuai dengan tujuan utama program ini, di mana akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap perbaikan produktivitas lahan dan ekonomi masyarakat Dusun Cisema.

## Kesimpulan

Program implementasi pengembangan irigasi berbasis konsep *Climate-Smart Agriculture* (CSA) di Desa Cisema, Jawa Barat menunjukkan bahwa penggunaan embung dan pipanisasi berpotensi dapat mengatasi masalah ketidakpastian pola hujan akibat perubahan iklim dan kondisi kontur pegunungan Dusun Cisema. Pemasangan dua instalasi embung dengan volume total 10,5 m<sup>3</sup> yang terintegrasi dengan pipanisasi berkontribusi pada keberlanjutan pasokan air untuk 2 ha lahan pertanian, memungkinkan petani untuk melakukan tiga siklus tanam dalam setahun dan berpotensi meningkatkan pendapatan petani sebesar 200%. Selain itu, program ini juga mendukung diversifikasi usaha petani, yang mencakup pertanian, peternakan, dan perikanan, serta meningkatkan kesejahteraan mereka.

Usaha peningkatan produktivitas lahan pertanian berbasis *Climate-Smart Agriculture* (CSA) dan *integrated farming* membutuhkan usaha pendampingan dan pembuktian secara berkelanjutan. Sehingga pada tahun 2025, diharapkan kegiatan ini dapat dilanjutkan untuk mengukur sejauh mana desain irigasi dapat mendukung pasokan air sepanjang tahun, dan dapat mendukung 3 siklus tanam.

Secara keseluruhan, program ini berpotensi memberikan dampak berkelanjutan pada produktivitas lahan, kesejahteraan petani, dan keberlanjutan ekosistem pertanian di Dusun Cisema.

## Daftar Pustaka

- [1] R. Roem, A. Wahyudin, T. Nurmala, J. Wiratmo, and dan F. Y. Wicaksono, "Potensi Penurunan Produksi Padi Akibat Variabilitas Curah Hujan di Kabupaten Subang Jawa Barat," *J. Agron. Indones. J. Agron.*, vol. 46, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2018.
- [2] J. Gathagu, K. Mourad, and J. Sang, "Effectiveness of Contour Farming and Filter Strips on Ecosystem Services," *Water*, vol. 10, Sep. 2018, doi: 10.3390/w10101312.
- [3] ANTARA News (last), "40,6 juta pohon telah ditanam di lahan kritis Jabar," ANTARA News Jawa Barat. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://jabar.antaranews.com/berita/333529/406-juta-pohon-telah-ditanam-di-lahan-kritis-jabar>
- [4] H. Hamri, A. Amrullah, A. Amri, and R. Efendi, "Analisis Irigasi dengan Sistem PIPANISASI untuk Persawahan," *J. Mekanova Mek. Inov. Dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, Art. no. 1, May 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i1.5263.
- [5] C. Permata, A. Larasati, M. L. Ayuningtyas, A. A. K. Putri, and A. V. Wahyudi, "Analisis Potensi dan Kemajuan dalam Pengelolaan Air Bersih dan Sanitasi Berkelanjutan (SDGs 6) di Indonesia," *J. Ilm. Pendidik. Lingkungan. Dan Pembang.*, vol. 25, no. 01, Art. no. 01, Mar. 2024, doi: 10.21009/plpb.v25i01.40440.
- [6] I. N. Hidayati and S. Suryanto, "Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Produksi Pertanian dan Strategi Adaptasi pada Lahan Rawan Kekeringan," *J. Ekon. Studi Pembang.*, vol. 16, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2015.
- [7] D. Lobell and S. Gourdji, "The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity," *Plant Physiol.*, vol. 160, Oct. 2012, doi: 10.1104/pp.112.208298.
- [8] T. Z. Geneti, "Review on the Effect of Moisture or Rain Fall on Crop Production," *Civ. Environ. Res.*, vol. 11, no. 2, p. 1, 2019.
- [9] M. Li *et al.*, "Climate-smart irrigation strategy can mitigate agricultural water consumption while ensuring food security under a changing climate," *Agric. Water Manag.*, vol. 292, p. 108663, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.agwat.2023.108663.
- [10] A. Glória, C. Dionisio, G. Simões, J. Cardoso, and P. Sebastião, "Water Management for Sustainable Irrigation Systems Using Internet-of-Things," *Sensors*, vol. 20, no. 5, Art. no. 5, Jan. 2020, doi: 10.3390/s20051402.
- [11] N. Heryani, "Pengembangan Teknologi Panen Air untuk Memenuhi Kebutuhan Domestik," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 15, no. 2, pp. 117–129, 2021.
- [12] M. Z. Abbas *et al.*, "Key Factors Involved in Pipeline Monitoring Techniques Using Robots and WSNs: Comprehensive Survey," *J. Pipeline Syst. Eng. Pract.*, vol. 9, no. 2, p. 04018001, May 2018, doi: 10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000305.
- [13] D. H. Azahari, "Membangun Kemandirian Pangan dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Nasional," *Anal. Kebijak. Pertan.*, vol. 6, no. 2, pp. 174–195, 2008.
- [14] M. Diacono and F. Montemurro, "Long-Term Effects of Organic Amendments on Soil Fertility. A Review," *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 30, Jan. 2010, doi: 10.1007/978-94-007-0394-0\_34.
- [15] D. Hörner and M. Wollni, "Does Integrated Soil Fertility Management increase returns to land and labor? Plot-level evidence from Ethiopia," *Glob. Discuss. Pap.*, Art. no. 302923, Apr. 2020, Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://ideas.repec.org/p/ags/gagfdp/302923.html>
- [16] N. Sutrisno and N. Heryani, "Pengembangan Irigasi Hemat Air untuk Meningkatkan Produksi Pertanian Lahan Kering Beriklim Kering," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 13, no. 1, pp. 17–26, 2019.
- [17] J. C. Care, A. Kriswantriyono, E. Fauziyah, and S. D. Pratiwi, "Integrasi Dan Dampak Program Pertanian Terpadu Sistem Inovasi Sosial Kelompok Setaria (Tante Siska)," *J. Resolusi Konflik CSR Dan Pemberdaya. CARE*, vol. 7, no. 1, Art. no. 1, Oct. 2022.
- [18] G. Rusmayadi, E. Silamat, Z. Abidin, N. Anripa, S. Rubijantoro, and J. W. Sitopu, "Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Tanaman Pangan," *J. Rev. Pendidik. Dan Pengajaran JRPP*, vol. 7, no. 3, pp. 9488–9495, Jul. 2024, doi: 10.31004/jrpp.v7i3.31300.