

PEMANFAATAN SISTEM IRIGASI TETES BERBASIS ENERGI MATAHARI PADA TANAMAN TOMAT DI WILAYAH PESISIR PANTAI LAMPON BANYUWANGI

Salwa Nafisah, Eis Aghisni, Muhamad Saikhul Basir, Universitas Internasional Semen Indonesia

Abstract

Teknologi irigasi tetes berbasis energi matahari menjadi solusi tepat guna dalam menghadapi tantangan ketersediaan air di wilayah pesisir, khususnya di Pesisir Pantai Lampon, Banyuwangi, yang mengalami pasokan air terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan sistem irigasi tetes bertenaga surya pada tanaman tomat *Solanum lycopersicum*, guna meningkatkan efisiensi air dan produktivitas. Metode yang digunakan melibatkan pemasangan panel surya untuk menggerakkan pompa yang mendistribusikan air secara perlahan ke akar tanaman melalui selang tetes. Dengan demikian, pemborosan air akibat penguapan dan limpasan dapat diminimalkan. Hasil penelitian menunjukkan penghematan air hingga 70% dibandingkan metode irigasi konvensional, serta peningkatan kontrol terhadap produksi tomat. Sistem ini juga menunjukkan efisiensi penggunaan energi terbarukan, menjadikannya ideal untuk wilayah pesisir yang kaya akan sinar matahari tetapi minim akses air bersih. Kesimpulannya, teknologi irigasi tetes bertenaga surya ini dapat menjadi model pertanian berkelanjutan yang aplikatif bagi wilayah pesisir.

Kata Kunci: *Efisiensi air; Energi matahari; Irigasi tetes; Pesisir; Pertanian berkelanjutan.*

Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dengan potensi pertanian yang sangat besar. Data dari Kementerian Pertanian menunjukkan bahwa sektor agrikultur menyumbang sekitar 13% dari PDB nasional, dengan lebih dari 40 juta tenaga kerja terlibat di dalamnya (Sabarella, 2023). Banyuwangi merupakan daerah di Indonesia dengan potensi pertanian yang tinggi memanfaatkan keunggulan agrikultur Indonesia. Salah satu komoditas andalannya adalah tomat yang dibudidayakan dengan memanfaatkan iklim tropis dan lahan subur. Banyuwangi terkenal sebagai salah satu sentra produksi tomat di Jawa Timur dengan hasil produksi yang mendukung pasokan tomat di pasar lokal ataupun regional. Menurut Badan Pusat Statistika (BPS), luas panen tanaman sayur tomat kabupaten Banyuwangi pada tahun 2022 adalah sebesar 310 ha. Luas lahan tersebut menghasilkan produksi tanaman sayur tomat kabupaten Banyuwangi pada tahun

2023 sebesar 31539 kuintal. Jumlah ini mengalami peningkatan dibandingkan produksi pada tahun 2022 yang hanya sebesar 28463 kuintal.

Besarnya potensi agrikultur di daerah Banyuwangi belum linear dengan produktivitas tanaman yang sering kali mengalami stuck bahkan menurun signifikan akibat sulitnya akses air untuk irigasi. Pantai Lampon di Banyuwangi menghadapi tantangan dalam hal akses air untuk irigasi terutama karena lokasinya yang terletak di wilayah pantai. Sebagai wilayah pesisir sumber air tawar di sekitar pantai sangat terbatas, sehingga sering kali mengalami intrusi air laut yang menyebabkan air tanah menjadi asin dan kurang layak untuk irigasi pertanian. Kondisi ini diperburuk oleh minimnya infrastruktur irigasi yang memadai, seperti jaringan pipa atau sumur dalam, yang mampu mengalirkan air bersih ke lahan-lahan pertanian. Selain itu, karena Pantai Lampon merupakan daerah yang jauh dari pusat kota, distribusi air bersih dari sumber-sumber utama seperti sungai atau waduk semakin sulit dilakukan. Terbatasnya ketersediaan air tawar membuat petani lokal harus bersaing dengan kebutuhan air bersih untuk keperluan domestik, terutama di musim kemarau saat sumber air semakin menyusut. Akibatnya, lahan-lahan pertanian di sekitar Pantai Lampon sering mengalami kekurangan pasokan air yang mengganggu produktivitas dan hasil panen.

Di tengah tantangan kelangkaan air untuk irigasi, pesisir Pantai Lampon menyimpan potensi energi terbarukan dari cahaya matahari. Data BPS Kabupaten Banyuwangi menyatakan bahwa lama penyinaran matahari pada tahun 2023 rata-rata mencapai 6.98 jam setiap harinya di sepanjang pesisir pantai Lampon. Kondisi ini sebenarnya membuka peluang besar untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk mendukung kebutuhan irigasi dan infrastruktur air bersih. Potensi sinar matahari yang melimpah dapat digunakan sebagai sumber energi untuk kebutuhan irigasi. Energi surya dapat dioptimalkan untuk menghasilkan listrik yang dapat menggerakkan pompa air sistem pendistribusian air bersih ke lahan pertanian. Melalui pemanfaatan energi matahari daerah seperti Pantai Lampon dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar konvensional dan menyediakan solusi energi yang berkelanjutan serta ramah lingkungan bagi kebutuhan lokal termasuk pengelolaan sumber daya air.

Berkaca dari permasalahan tersebut pemerintah Indonesia telah berupaya meningkatkan ketahanan pertanian salah satunya melalui Peraturan Menteri Pertanian Nomor 40 Tahun 2023 yang fokus pada peningkatan produksi, produktivitas, nilai tambah, dan daya saing produk tanaman pertanian. Regulasi ini mengatur pengelolaan benih unggul, perlindungan tanaman perkebunan dari Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), serta mitigasi dampak perubahan iklim yang dapat menyebabkan stres tanaman, seperti kekurangan air (Kementrian Pertanian, 2023). Namun, tantangan di lapangan meliputi kurangnya infrastruktur dan teknologi yang belum memadai masih sering menghambat realisasi program ini khususnya di wilayah terpencil. Melihat potensi dan permasalahan di atas, penulis membuat sebuah ide “Pemanfaatan Irigasi Tetes Berbasis Energi Matahari

Pada Tanaman Tomat di Wilayah Pesisir Pantai Lampon Banyuwangi”. Penulisan ini bertujuan mengidentifikasi penerapan energi matahari yang melimpah untuk menghasilkan listrik penggerak pompa air mendistribusi air secara perlahan dan teratur langsung ke akar tanaman. Melalui metode irigasi tetes, penggunaan air menjadi jauh lebih efisien dibandingkan dengan irigasi tradisional karena air diberikan secara presisi sesuai kebutuhan tanaman. Sistem ini juga dapat mengurangi dampak salinisasi tanah akibat intrusi air laut, karena kebutuhan air yang lebih sedikit memungkinkan pemanfaatan air tawar yang tersedia dengan lebih optimal. Implementasi sistem irigasi tetes berbasis surya tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian di Pantai Lampon tetapi juga menyediakan solusi berkelanjutan yang ramah lingkungan, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar konvensional, dan mendukung ketahanan air serta pangan bagi masyarakat sekitar.

Wijaya et al. (2022) dalam jurnal *"Efektivitas Irigasi Tetes dalam Meningkatkan Produktivitas Tanaman Sayuran di Daerah Beriklim Kering"*. Studi ini memfokuskan pada penggunaan irigasi tetes di daerah beriklim kering dengan irigasi konvensional (tanpa energi terbarukan) untuk mengoptimalkan kebutuhan air tanaman sayuran di lahan-lahan non-pesisir. Agustina & Suryani (2021) dalam jurnal *"Pemanfaatan Energi Surya untuk Menggerakkan Sistem Irigasi Pompa di Daerah Terpencil"*. Studi ini berfokus pada penggunaan energi matahari sebagai sumber penggerak pompa irigasi pada lahan pertanian, namun di daerah dataran tinggi non-pesisir yang memiliki akses air tawar memadai. Penelitian ini bukan sekadar menerapkan irigasi tetes, tetapi mengkhususkan penggunaannya di wilayah pesisir, seperti Pantai Lampon, yang memiliki keterbatasan akses air tawar karena intrusi air laut. Sistem irigasi tetes berbasis energi matahari belum banyak diaplikasikan secara khusus di daerah pesisir. Penggunaan panel surya di area Pantai Lampon, yang kaya akan sinar matahari, menghadirkan cara berkelanjutan untuk menggerakkan pompa air. Sistem ini mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang umumnya masih menjadi sumber utama dalam sistem irigasi konvensional.

Metode

a. Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif yang berfungsi untuk mendapatkan pemahaman terkait kebutuhan masyarakat pantai Lampon, serta perancangan dan efektivitas sistem irigasi tetes berbasis matahari di wilayah pesisir. Desain penelitian ini meliputi 3 komponen utama, yaitu pengambilan data melalui studi literatur, wawancara langsung bersama warga lokal Pantai Lampon, dan pemodelan sistem irigasi tetes berbasis matahari.

1. Studi literatur

Mengumpulkan data dan informasi ilmiah terkait identifikasi masalah dan lokasi, teknologi irigasi tetes, kebutuhan air pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*), serta sistem penggunaan energi matahari. Sumber literatur yang digunakan berupa jurnal ilmiah, data, buku, dan laporan penelitian.

2. Wawancara

Mendapatkan pemahaman mengenai kebutuhan air, tantangan irigasi, kebutuhan petani Pantai Lampon, dan harapan mereka. Wawancara dilakukan dengan petani tomat lokal untuk mendapatkan informasi terkait tanaman tomat serta dengan tokoh masyarakat untuk mendapatkan informasi terkait kondisi geografis, iklim, sosial, dan ekonomi di wilayah tersebut.

Daftar pertanyaan terdapat pada lampiran.

3. Pemodelan sistem

Pemodelan sistem irigasi tetes berbasis energi matahari membutuhkan beberapa peralatan, antara lain:

1) Sumber air irigasi

Sumber irigasi air berasal dari sumber mata air utama yang muncul di sekitar desa. Sumber tersebut akan diambil airnya untuk diteruskan ke dalam toren penyimpanan air.

2) Pompa dan tenaga penggerak

Pompa berfungsi untuk menyedot air dari toren air dan mendorong aliran air di dalam pipa menuju tanaman tomat. Pompa air yang digunakan membutuhkan sumber energi listrik sebesar 125 hingga 300 watt untuk mampu menggerakkan aliran air.

3) Jaringan perpipaan, jaringan pipa irigasi tetes terdiri dari:

- a. Emitter, berfungsi menyalurkan air dari pipa lateral ke tanah sekitar tanaman secara kontinu dengan debit rendah dan tekanan mendekati tekanan atmosfer.
- b. Manifold, berfungsi mendistribusikan air ke pipa-pipa lateral. Pipa manifold juga berbahan pipa PVC dengan diameter 2,5 inci.
- c. Pipa utama, berfungsi menyalurkan air dari sumber air ke pipa-pipa manifold. Pipa utama berbahan PVC. Ukurannya berdiameter 20 cm. pipa utama dipasang di atas permukaan tanah.
- d. Komponen pendukung, terdiri dari katup-katup, saringan, pengatur tekanan, pengatur debit, dan tangki bahan kimia.
- e. Solenoid valve, berfungsi untuk mengatur keluar dan tidaknya tetesan air secara otomatis. Solenoid valve bekerja seperti kran, namun dapat bergerak secara otomatis.
- f. Arduino

Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler. Dengan arduino, solenoid valve dapat bergerak secara otomatis

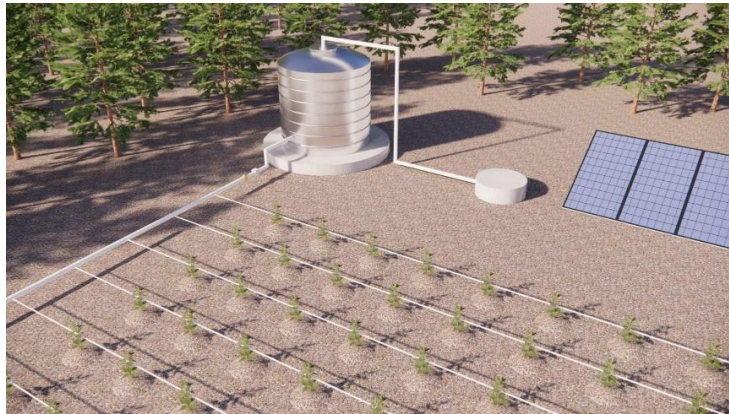
4) Panel surya

Panel surya memiliki peran untuk menyerap energi matahari. Panel surya yang digunakan adalah panel surya 60 sel yang memiliki kapasitas keluaran sebesar 270 hingga 300 watt. Panel surya ini memiliki lebar 3,25 kaki dan tinggi 5,4 kaki. Collar sels yang ada pada panel surya akan mengubah cahaya matahari menjadi arus listrik sebesar 0,5 volt.

5) Kapasitor

Kapasitor disini memiliki fungsi sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya, sebelum di transferkan pada pemompaan air.

Berikut merupakan visualisasi sistem irigasi tetes berbasis panel surya yang akan diaplikasikan:



Gambar 1. Visualisasi Irigasi Tetes Berbasis Panel Surya



Gambar 2. Tetesan Air pada Pipa Irigasi Tetes



Gambar 3. Penempatan Solenoid Valve beserta Arduino pada Sistem

b. Prosedur Penelitian

Secara garis besar, prosedur dalam melakukan penelitian ini adalah:

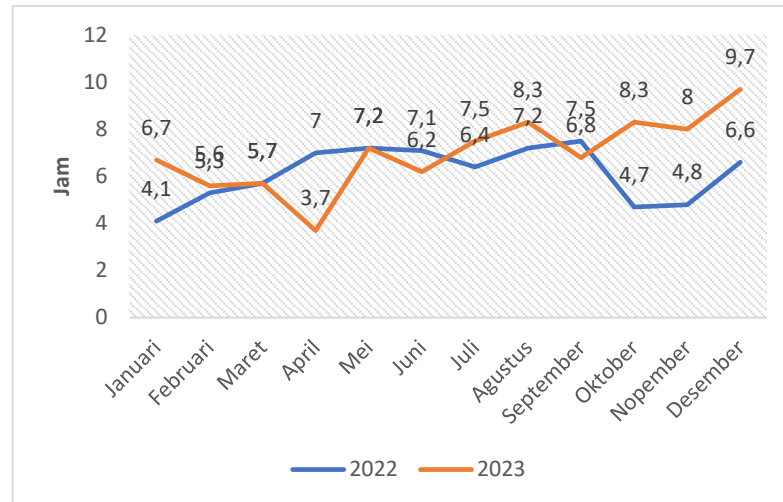
- 1) Melakukan studi literatur untuk mengidentifikasi masalah, lokasi, serta sistem yang akan digunakan.
- 2) Melakukan wawancara dengan narasumber, yaitu petani tomat lokal, untuk mendapatkan data kebutuhan mereka.
- 3) Menentukan kebutuhan air tanaman dengan mengukur berapa jumlah kebutuhan air tanaman tomat dalam 1 lahan.
- 4) Menentukan kebutuhan daya listrik pompa.
- 5) Menentukan jenis panel surya dan kapasitor.
- 6) Menentukan bahan yang akan digunakan dalam sistem irigasi tetes berbasis energi matahari dan menyusun desain rangkaian jaringan pipa irigasi tetes.
- 7) Menyusun pemodelan sistem irigasi tetes berbasis energi matahari.

c. Analisis Data

Data dianalisis secara kuantitatif untuk menghitung kondisi lahan, kebutuhan air, durasi irigasi, laju tetesan emitters, dan efisiensi sistem irigasi tetes. Hasil dianalisis dengan statistik deskriptif dan perbandingan antara sistem irigasi tetes berbasis energi matahari dengan metode irigasi konvensional.

Hasil dan Pembahasan

Penerapan sistem irigasi tetes bertenaga surya untuk tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) menunjukkan potensi besar di daerah pesisir, khususnya di Pesisir Pantai Lampon, Banyuwangi. Pesisir Pantai Lampon, Banyuwangi memiliki pasokan air yang terbatas dan juga wilayah tersebut mendapat paparan sinar matahari yang cukup tinggi. Seperti yang telah dipaparkan pada rumusan masalah diatas, BPS kabupaten Banyuwangi mencatat bahwa lama penyinaran matahari sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Penyinaran Matahari di Pantai Lampon

Pada grafik diatas, memperlihatkan bahwa rata-rata penyinaran matahari mencapai 6.97 jam setiap harinya. Pernyataan tersebut sangat mencukupi lama pemaparan matahari untuk mencapai performa panel surya terbaik, yakni 5-6 jam (Suwarti, Wahyono, & Prasetyo, 2018). Sangat disayangkan apabila potensi penyinaran tidak dimanfaatkan dengan baik, karena energi terbarukan dari panel surya dapat memasok daya untuk memompa air sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional. Panel surya yang digunakan adalah 60 sel dengan ukuran tinggi sekitar 5,4 kaki dan lebar 3,25 kaki. Kapasitas keluaran panel ini berkisar antara sekitar 270 hingga 300 watt. Energi yang dihasilkan oleh panel surya sebesar dapat diketahui melalui perhitungan berikut:

Energi yang dihasilkan (Wh) = Daya Panel (W) × Waktu Pemaparan (jam)

Berdasarkan daya panel sebesar 270 watt hingga 300 watt dengan waktu penyinaran matahari di Pantai Lampon ± 6.97 jam perharinya dapat menghasilkan energi sebesar 1881.9-2091 Wh. Pompa air memerlukan 125-300 watt untuk beroperasi. Umumnya, lahan yang digunakan untuk produksi tomat di pantai Lampon adalah 2000 m^2 dengan jumlah tomat ± 4500 buah/lahan dan jarak antar tomat 60 cm. Berdasarkan penelitian Sapei dan Kheng (2008), kebutuhan air tanaman tomat berkisar antara 1,68-4,66 mm/hari atau 0.67 – 1.86 L/tanaman/hari. Asumsi yang digunakan adalah satu tanaman tomat membutuhkan 700 mL air perharinya. Satu tetes air berkisar 0.025 mL, sehingga air yang diperlukan tanaman tomat berkisar 14000 tetes air. Setiap satu tetes air memerlukan waktu 3 detik. Jadi akumulasi waktu irigasi tetes beroperasi selama ± 12 menit per-harinya. Dari waktu operasional tersebut dapat ditemukan laju tetesan emitter (EDR) yang secara sistematis ditulis sebagai berikut (Bunganaen, Sina, & Talupun, 2021):

$$\text{Waktu Operasional} = \frac{\text{Kebutuhan air tanaman}}{\text{EDR}}$$

$$\text{EDR} = \frac{\text{Kebutuhan air tanaman}}{\text{waktu operasional}}$$

Dimana, kebutuhan air tanaman sebanyak 700 mL atau setara dengan 88.7904 mm dengan waktu operasional selama 12 menit atau setara dengan 0.2 jam.

$$EDR = \frac{88.7904}{0.2} = 444 \text{ mm/jam}$$

Sehingga, laju tetesan emitter sebesar 444 mm/jam.

Meskipun biaya instalasi awal dari produk/sistem tersebut memang sedikit lebih tinggi, namun dapat memberikan penghematan energi dan biaya operasional dalam jangka panjang. Selain menghemat biaya operasional, penggunaan energi panel surya mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) dan menjaga sumber daya air yang penting di wilayah pesisir, sehingga dapat mengalokasikan air secara efektif. Tingkat efisiensi pada sistem irigasi tetes harus dilakukan sistem pengujian, karena efisiensi ini akan menunjukkan seberapa efektif air yang dialirkan ke lahan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Efisiensi penyaluran dalam irigasi tetes biasanya diukur dengan menghitung persentase air yang benar-benar sampai ke tanaman dibandingkan dengan jumlah total air yang dialirkan. Pengujian ini dapat membantu mengidentifikasi titik kebocoran pada jaringan pipa atau sambungan yang dapat menyebabkan kehilangan air. Efisiensi sistem dapat dihitung dengan membandingkan antara volume air yang diterima oleh tanaman dengan volume total air yang dialirkan (Fajar, Purwanto, & Darma, 2016). Secara sistematis dapat dituliskan seperti berikut

$$\text{Efisiensi Penyaluran} = \left(\frac{\text{volume air sampai di lahan}}{\text{volume air yang disalurkan}} \right) \times 100\%$$

Seperti penelitian yang dilakukan oleh Ekaputra, Yanti, Saputra, & Irsyad (2016) dengan penelitian yang selaras menghasilkan persentase tingkat efisiensi penggunaan sistem irigasi tetes seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Persentase Efisiensi Penyaluran pada Sistem Irigasi Tetes

Ulangan	<i>Volume Out</i> (mm ³)	<i>Volume Out</i> (mm ³)	Efisiensi (%)
1	66.14 x 10 ⁶	72.31 x 10 ⁶	91.47
2	59.01 x 10 ⁶	65.47 x 10 ⁶	90.13
3	63.36 x 10 ⁶	68.23 x 10 ⁶	92.86
Rata-rata			91.49

Dari data tersebut memperlihatkan bahwasannya rata-rata persentase tingkat efisien dalam menggunakan sistem irigasi tetes sebesar 90%, dalam artian tingkat efisiensi penyaluran pada sistem irigasi tetes ini mencapai 91.49% yang berarti 91.49% dari total air yang dialirkan berhasil sampai ke tanaman. Sisanya, yakni 8.51% kehilangan air. Meski demikian, tingkat efisiensi telah melampaui standar yang direkomendasikan, yakni lebih dari 90% (Ekaputra, Yanti, Saputra, & Irsyad, 2016). Tingkat efisiensi tersebut menunjukkan bahwasannya irigasi tetes dapat menghemat

70% air dibanding dengan metode tradisional, salah satunya yakni irigasi permukaan.

(Fakhrah, Unaida, Faradhillah, Usrati, & Wati, 2022)

Tanaman tomat adalah salah satu komoditas hortikultura yang memerlukan pasokan air yang memadai selama masa pertumbuhannya untuk memastikan kualitas dan kandungan gizi yang optimal (Wahyuni, Suwati, & Gunawan, 2023). Pemilihan sistem irigasi tetes sangat tepat bagi tanaman hortikultura karena irigasi tetes menyediakan pasokan air yang stabil dan merata, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman yang optimal. Pernyataan tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Wibowo (2022) dengan judul penelitian Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Permukaan untuk Tanaman Tomat. Hasil dari penelitian tersebut dituliskan bahwasannya irigasi tetes sudah sangat layak diterapkan untuk budidaya tomat dengan debit tertinggi pada T3 sebesar (0,000258 liter/detik), dan juga budidaya tomat dengan teknik irigasi tetes memberikan respon pertumbuhan terbaik pada P3 (Tinggi tanaman 46,65 cm, Jumlah daun 46,00 helai, Diameter batang 5,60 mm) (Wibowo, 2022). Pasokan air yang konsisten dan teratur tersebut dapat mencegah stres pada tanaman selama fase kritis pertumbuhan dan pembentukan buah. Dengan kata lain, produktivitas tomat dapat meningkat dalam menggunakan sistem irigasi tetes dibandingkan dengan sistem irigasi konvensional yang lain.

Kesimpulan

Indonesia memiliki potensi agrikultur besar sebagai negara agraris dengan tanah subur dan iklim tropis, namun masih menghadapi tantangan dalam memenuhi kebutuhan domestik, terutama pada komoditas seperti tomat. Meski produksinya mencapai lebih dari 1 juta ton pada 2021, ketergantungan impor masih tinggi, menandakan perlunya peningkatan produktivitas dalam negeri. Di Banyuwangi khususnya pantai Lampon, sektor pertanian juga dipengaruhi oleh keterbatasan akses air tawar akibat intrusi air laut, terutama di pesisir Pantai Lampon. Pemanfaatan energi surya untuk sistem irigasi tetes pada tanaman tomat di daerah ini menjadi solusi potensial mengingat lamanya paparan sinar matahari cukup tinggi dengan rata-rata sebesar 6,97 jam. Sistem ini meningkatkan efisiensi air, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan membantu mengatasi tantangan irigasi di pesisir. Melalui metode irigasi tetes berbasis energi matahari, produktivitas pertanian dapat ditingkatkan secara berkelanjutan, mendukung ketahanan pangan serta ketersediaan air bersih bagi masyarakat sekitar.

Referensi

Adi. (den 21 10 2024). *Data Ekspor Impor Tomat: Potensi dan Tantangan*. Hämtat från Jangkar Global Groups: <https://jangkargroups.co.id/data-ekspor-impor-tomat/>

- Bunganaen, W., Sina, D. A., & Talupun, M. R. (2021). Perencanaan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Di Desa Lapeom - Timor Tengah Utara. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 151-162.
- Ekaputra, E. G., Yanti, D., Saputra, D., & Irsyad, F. (2016). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes untuk Budidaya Cabai (*Capsicum Annum L.*) dalam Greenhouse di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Irigasi*, 103-116.
- Fajar, A., Purwanto, M. Y., & Darma, S. (2016). Efisiensi Sistem Irigasi Pipa untuk Mengidentifikasi Tingkat Kelayakan Pemberian Air Dalam Pengelolaan Air Irigasi. *Jurnal Irigasi*, 33-42.
- Fakhrhah, Unaida, R., Faradhillah, Usрати, K., & Wati, M. (2022). Analisis Efektivitas Penyaluran Air Melalui Penerapan Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Pada Tanaman Cabai Di Lahan Kering. *Jurnal Agrium*, 240-247.
- Nofrida, F., Saputri, D. R., & Purwaningsih, N. E. (2024). *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Ekspor Menurut Kelompok Komoditi dan Negara, Februari 2024*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Rafani, I. (den 1 3 2024). *The Performance and Development of Indonesian Tomatoes*. Hämtat från FFTC Agricultural Policy Platforms: <https://ap.fftc.org.tw/article/3523>
- Suwarti, Wahyono, & Prasetyo, B. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14(3), 78-85.
- Wahyuni, I., Suwati, & Gunawan, A. (2023). Efektivitas Pertumbuhan Tanaman Tomat dengan Teknik Irigasi Tetes pada Lahan Kering. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 241-250 .
- Wibowo, L. A. (den 17 3 2022). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Permukaan untuk Tanaman Tomat. *Thesis Undergraduate*. Mataram: Ummat Repository.
- Witman, S. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *Jurnal Triton*, 20-28.

Lampiran

1. Apa saja tantangan utama yang Anda hadapi dalam mengelola kebutuhan air untuk pertanian di sini?
2. Seberapa sering Anda mengalami kekurangan air, terutama pada musim kemarau?
3. Bagaimana cara Anda memenuhi kebutuhan air untuk tanaman saat ini?
4. Apakah biaya irigasi (seperti pompa diesel atau listrik) menjadi kendala bagi Anda?
5. Berapa luas lahan yang Anda kelola, dan jenis tanaman apa saja yang Anda tanam?
6. Menurut Anda, berapa banyak air yang dibutuhkan tanaman tomat di lahan Anda setiap hari?
7. Apakah Anda pernah mencoba menggunakan metode irigasi selain metode tradisional? Jika ya, apa hasilnya? Apakah Anda pernah mendengar tentang irigasi tetes berbasis energi matahari? Jika ya, apa pendapat Anda tentang teknologi tersebut?
8. Menurut Anda, apakah teknologi seperti ini dapat membantu menyelesaikan masalah irigasi di wilayah ini?
9. Apa harapan Anda terhadap sistem irigasi baru yang dapat diterapkan di sini?
10. Bagaimana kondisi sinar matahari di wilayah ini? Apakah Anda merasa energi matahari bisa dimanfaatkan secara maksimal?
11. Apakah ada kekhawatiran tentang penggunaan energi terbarukan seperti panel surya di sini?
12. Jika teknologi ini berhasil diterapkan, perubahan apa yang Anda harapkan terhadap hasil panen dan kesejahteraan petani?
13. Menurut Anda, apakah sistem ini akan berdampak positif bagi komunitas di sekitar Pantai Lampon?
14. Apa saran Anda untuk memastikan teknologi ini dapat diterapkan secara efektif dan diterima oleh masyarakat?