

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah dan Kebutuhan



Gambar 1. 1 Lahan Perkebunan Brokoli

Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) adalah salah satu sayuran yang paling populer dan banyak dibudidayakan di seluruh dunia[1]. Tanaman ini berasal dari wilayah Mediterania dan kini diproduksi secara luas di negara-negara seperti Tiongkok, India, Amerika Serikat, Spanyol, dan Meksiko. Tanaman brokoli memiliki akar dangkal, yang berarti sangat sensitif terhadap kekurangan air. Oleh karena itu, brokoli membutuhkan penyiraman yang cukup teratur dan tepat agar tetap tumbuh optimal. Pada budidaya brokoli, kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan pencahayaan mempengaruhi kualitas tanaman secara signifikan. Sebagai contoh, penggunaan rumah plastik atau polyhouse dapat menciptakan iklim mikro yang lebih mendukung pertumbuhan brokoli dengan mengontrol suhu dan kelembaban yang ideal. Selain itu, penggunaan pupuk yang tepat juga penting dalam meningkatkan hasil tanaman brokoli, dengan beberapa penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan anorganik menghasilkan hasil yang lebih baik dalam hal berat dan ukuran bunga brokoli .

Brokoli memerlukan pasokan air yang cukup dan nutrisi yang seimbang, khususnya nitrogen[2]. Penyiraman yang baik diperlukan untuk mendukung fotosintesis yang optimal. Pada tahap ini, teknologi seperti sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat membantu mengatur kebutuhan air dengan lebih efisien, memastikan tanaman

mendapatkan air dengan tepat.

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang bertujuan untuk menghubungkan berbagai perangkat melalui internet, memungkinkan benda-benda di sekitar kita untuk saling berinteraksi dan berkomunikasi[3]. Teknologi ini mempermudah kehidupan sehari-hari dengan meningkatkan efisiensi dalam berbagai aspek, seperti otomatisasi rumah, pemantauan kesehatan, hingga pengelolaan penyiraman otomatis. *IoT* membantu mewujudkan konektivitas yang lebih baik antara perangkat, sehingga meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pengguna.

1.2 Analisa Masalah

Anugrah Farm merupakan salah satu sentra produksi brokoli di Desa Cibodas, Lembang, dengan luas lahan produktif mencapai $\pm 2,5$ hektar yang terbagi ke beberapa petani mitra. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik mitra bernama Bapak Jajang, diketahui bahwa selama 1 s.d. 2 tahun terakhir terjadi penurunan hasil panen yang signifikan di lahan miliknya. Persentase gagal panen pada lahannya mencapai 50% s.d. 70% setiap musim tanam.

Penyebab utama yang diidentifikasi adalah penyiraman yang tidak merata akibat metode manual, kondisi lahan yang memiliki kontur miring, serta tenaga kerja yang kurang memperhatikan kebutuhan air tanaman. Penyiraman dilakukan secara manual menggunakan selang atau ember, namun distribusi air tidak konsisten. Pada area tertentu tanaman kekurangan air, sementara area lain tergenang. Selain itu, sebagian pekerja yang dipekerjakan tidak melakukan penyiraman secara teliti, hanya menyiram secara asal tanpa memastikan semua tanaman mendapat suplai air yang cukup. Akibatnya, beberapa tanaman layu sebelum masa panen, sementara yang lain tidak tumbuh optimal.

A. Data Hasil Wawancara Mitra Anugrah Farm

Nama Pemilik Kebun: Bapak Jajang

Lokasi: Desa Cibodas, Lembang – Bandung Barat

Luas Lahan: 2.500 m² (bagian dari total $\pm 2,5$ hektar lahan produktif Anugrah Farm)

Periode: Januari 2023 s.d. Juli 2024

Tabel 1. 1 Data Gagal Panen Brokoli Berdasarkan Musim

Tahun	Musim Tanam	Jumlah Tanaman	Tanaman Gagal Panen	Persentase Gagal Panen	Penyebab Utama
2023	Musim Hujan (Jan s.d. Apr)	1.200 batang	600 batang	50%	Penyiraman tidak merata pada area lereng, sebagian tanaman kekeringan
2023	Musim Kemarau (Jul s.d. Okt)	1.300 batang	780 batang	60%	Keterbatasan air dan distribusi penyiraman manual tidak merata
2024	Musim Hujan (Jan s.d. Apr)	1.150 batang	805 batang	70%	Air menggenang di sebagian area, area lain kekurangan air, penyiraman asal oleh pekerja
2024	Musim Kemarau (Mei s.d. Jul)	1.250 batang	750 batang	60%	Penyiraman manual tidak konsisten, pekerja kurang teliti memerhatikan tanaman

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa permasalahan penyiraman berdampak langsung pada jumlah tanaman yang gagal panen. Jika permasalahan serupa terjadi di sebagian besar lahan produktif Anugrah Farm yang luasnya mencapai $\pm 2,5$ hektar, potensi kerugian hasil panen akan sangat besar. Hal ini menandakan perlunya sistem penyiraman yang lebih terukur, merata, dan diawasi secara ketat untuk menjaga kualitas pertumbuhan brokoli hingga masa panen

1.2.1 Aspek Teknis

A. Metode Penyiraman Manual

Penyiraman tanaman brokoli saat ini dilakukan secara manual setiap pagi atau sore hari. Metode ini sering menghadapi kendala distribusi air yang tidak merata, terutama saat hujan, sehingga sebagian lahan menerima air berlebih, sementara bagian lain kekurangan.

B. Kelembapan Tanah yang Tidak Konsisten

Ketidakteraturan dalam penyiraman menyebabkan kelembapan tanah menjadi tidak konsisten. Hal ini memengaruhi pertumbuhan tanaman dan menurunkan kualitas hasil panen brokoli.

C. Kesulitan Pemantauan Realtime

Petani kesulitan memantau kondisi kelembapan tanah secara *realtime*, sehingga

sulit memastikan penyiraman sesuai dengan kebutuhan spesifik tanaman di lapangan.

D. Hama dan Penyakit Tanaman

Kelembapan tanah yang tidak merata menciptakan kondisi ideal bagi perkembangan hama seperti kutu daun dan ulat, serta penyakit jamur pada akar dan batang tanaman, yang mengancam produktivitas.

E. Kurangnya Informasi Parameter Keseimbangan Tanah

Selain kelembapan, parameter lain seperti tingkat keasaman tanah dan air juga berperan penting dalam menunjang kesehatan tanaman. Minimnya informasi terhadap parameter-parameter tersebut menyulitkan petani dalam menjaga stabilitas kondisi lahan secara menyeluruh, sehingga berisiko menurunkan efisiensi pemupukan dan serapan nutrisi oleh tanaman.

1.2.2 Aspek Ekonomi

A. Pemborosan Sumber Daya

Metode penyiraman manual menyebabkan pemborosan air dan tenaga kerja. Air sering digunakan secara berlebihan tanpa memperhatikan kebutuhan aktual tanaman, sehingga tidak efisien.

B. Penggunaan Waktu dan Tenaga yang Tinggi

Penyiraman manual memerlukan waktu dan tenaga yang signifikan, terutama pada lahan yang luas. Petani harus mengalokasikan banyak waktu untuk menyelesaikan proses penyiraman, yang mengurangi produktivitas dalam kegiatan lain.

C. Ketergantungan pada Tenaga Kerja Tambahan

Pada lahan yang luas atau saat musim kemarau tiba, petani perlu mempekerjakan tenaga tambahan untuk membantu penyiraman. Hal ini meningkatkan pengeluaran biaya untuk tenaga kerja.

D. Tingginya Biaya Operasional

Kombinasi dari pemborosan air, waktu, dan tenaga kerja menyebabkan meningkatnya biaya operasional yang harus ditanggung oleh petani, sehingga mengurangi efisiensi dalam pengelolaan usaha tani.

E. Inefisiensi Penggunaan Air

Penyiraman manual sering kali dilakukan tanpa perhitungan kebutuhan tanaman, sehingga air dialirkan secara berlebihan. Ketidakefisienan ini tidak hanya

memboroskan sumber daya, tetapi juga meningkatkan risiko kerusakan struktur tanah akibat genangan air.

F. Keterbatasan Ketersediaan Tenaga Kerja

Ketergantungan pada tenaga kerja manual menciptakan masalah saat jumlah tenaga kerja terbatas, terutama pada waktu tertentu seperti musim kemarau.

G. Waktu yang Tidak Fleksibel

Penyiraman manual memerlukan jadwal khusus sehingga waktu pengerjaan tidak fleksibel. Jika ada keterlambatan, tanaman bisa mengalami kekurangan air yang memengaruhi pertumbuhan.

H. Kerugian Akibat Ketidaktepatan Waktu Penyiraman

Dalam beberapa kondisi, keterlambatan penyiraman dapat menurunkan hasil panen karena tanaman tidak menerima air sesuai kebutuhan, terutama pada cuaca ekstrem seperti musim kemarau.

I. Ketidak efisienan Alokasi Sumber Daya

Waktu dan tenaga yang digunakan untuk penyiraman manual dapat dialihkan ke aktivitas lain seperti pemeliharaan tanaman, tetapi hal ini sulit dilakukan karena metode manual memakan banyak waktu.

1.2.3 Aspek Sosial

Dari segi sosial, teknologi otomatisasi penyiraman memang menawarkan banyak manfaat, namun penerapannya masih menghadapi beberapa tantangan. Pemilik lahan menyadari bahwa teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan hasil produksi, tetapi sebagian besar petani, terutama yang memiliki lahan luas, menghadapi kesulitan dalam hal pendanaan untuk implementasi teknologi tersebut. Biaya awal pemasangan sistem otomatisasi, yang melibatkan perangkat keras seperti sensor kelembapan tanah, sistem penyiraman berbasis cuaca, dan infrastruktur pendukung lainnya, masih dianggap mahal bagi banyak petani kecil hingga menengah. Selain itu, masih ada ketakutan bahwa teknologi baru ini memerlukan keterampilan khusus untuk dioperasikan, yang mungkin belum dimiliki oleh petani tradisional.

1.3 Analisa Solusi yang Ada

Dalam menganalisis solusi yang ada terkait otomatisasi penyiraman pada lahan pertanian brokoli, terdapat beberapa pendekatan teknologi yang sudah diterapkan. Salah satu solusi yang paling umum adalah penggunaan sistem berbasis sensor kelembapan tanah dan cuaca. Sistem ini bekerja dengan memantau tingkat kelembapan tanah secara realtime

menggunakan sensor, yang kemudian dihubungkan dengan data cuaca untuk menentukan kapan penyiraman diperlukan.

Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya menyesuaikan penyiraman berdasarkan kondisi aktual di lapangan, sehingga dapat menghemat air dan menghindari penyiraman yang berlebihan, terutama saat cuaca hujan. Namun, faktor-faktor seperti keterlambatan pembacaan data dan gangguan sensor dapat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.

Salah satu sistem yang telah diterapkan dalam bidang pertanian adalah otomatisasi penyiraman berbasis hidroponik[4]. Sistem ini memungkinkan air yang digunakan untuk penyiraman didaur ulang serta kelembapan media tanam dapat dikontrol secara presisi. Selain hemat air, sistem ini juga memungkinkan pengawasan lebih akurat terhadap kondisi lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Meskipun demikian, sistem ini memerlukan investasi awal yang cukup tinggi, terutama jika diterapkan pada lahan pertanian berskala luas. Selain itu, penerapannya membutuhkan pemahaman teknis tertentu yang belum tentu dapat dikuasai dengan mudah oleh semua petani, sehingga adopsinya menjadi terbatas.

Dari analisis solusi-solusi yang sudah ada, terlihat bahwa meskipun setiap solusi memiliki keunggulannya masing-masing, terdapat beberapa masalah yang perlu diperhatikan. Penggunaan sistem otomatis berbasis sensor memang dapat meningkatkan efisiensi penyiraman, namun biaya investasi dan keterampilan yang diperlukan masih menjadi hambatan besar bagi teknologi tersebut. Di sisi lain, metode penyiraman manual yang dinilai lebih mudah diakses namun kurang efisien dalam penggunaan air dan tenaga kerja, masih belum mampu mengatasi tantangan efisiensi dan penghematan sumber daya, terutama pada lahan yang luas. Oleh karena itu, diperlukan inovasi lebih lanjut yang mengarah pada pengembangan teknologi dengan biaya lebih terjangkau, mudah dioperasikan, dan dapat disesuaikan dengan berbagai kondisi lahan.

1.4 Kesimpulan

Penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat menjadi salah satu pendekatan solusi terhadap permasalahan dalam budidaya tanaman brokoli, terutama dalam hal efisiensi penggunaan air dan tenaga. Berdasarkan hasil analisis terhadap kondisi lapangan, diketahui bahwa petani masih mengandalkan metode penyiraman manual yang memiliki berbagai kelemahan, seperti distribusi air yang tidak merata, ketidakkonsistenan kelembapan tanah, serta ketergantungan pada tenaga kerja dalam jumlah

besar. Selain itu, pemantauan kondisi lahan yang masih bersifat visual dan tidak realtime menyulitkan petani dalam mengambil keputusan tepat waktu, baik dalam hal penyiraman maupun pengelolaan nutrisi lahan.

Sistem otomatisasi penyiraman yang dirancang melalui integrasi *IoT* memungkinkan pemantauan kondisi tanah secara berkelanjutan dan berbasis data aktual. Informasi mengenai tingkat kelembapan serta keseimbangan unsur dalam media tanam dan air, seperti kestabilan keasaman, dapat dijadikan referensi dalam menentukan kebutuhan penyiraman yang sesuai. Hal ini membantu menghindari penyiraman yang berlebihan atau kekurangan, yang selama ini menjadi penyebab gangguan pertumbuhan tanaman serta menurunkan kualitas hasil panen.

Dari sisi efisiensi, sistem ini juga berpotensi mengurangi pemborosan sumber daya air, waktu, dan biaya operasional. Dengan adanya pengendalian otomatis yang merespons kondisi aktual di lapangan, aktivitas penyiraman dapat dilakukan secara terjadwal tanpa keterlibatan langsung petani, sehingga tenaga dapat difokuskan pada kegiatan pertanian lainnya. Integrasi data lingkungan seperti prediksi cuaca dan waktu penyiraman juga dapat membantu dalam menjaga kondisi pertumbuhan tanaman tetap stabil, terutama saat menghadapi perubahan cuaca yang tidak menentu.

Meskipun menawarkan berbagai keunggulan, implementasi sistem ini masih menghadapi tantangan, khususnya pada aspek biaya awal instalasi serta kebutuhan keterampilan teknis dalam pengoperasian. Hal ini menjadi hambatan tersendiri bagi petani kecil hingga menengah, sehingga diperlukan pendekatan lanjutan seperti pelatihan teknis serta dukungan subsidi atau insentif finansial, agar teknologi ini dapat diadopsi secara lebih luas.

Secara keseluruhan, otomatisasi penyiraman berbasis pemantauan lingkungan merupakan salah satu langkah menuju pertanian presisi yang efisien, berkelanjutan, dan produktif. Dengan pengembangan sistem yang disesuaikan dengan kondisi lokal serta mempertimbangkan kemampuan petani, teknologi ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk menjembatani kebutuhan pertanian modern dengan keterbatasan sumber daya di lapangan.