

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Dalam budidaya tanaman anggur di greenhouse, tantangan utama yang dihadapi adalah pengelolaan kadar CO₂ yang masih mengandalkan metode manual, yang sering kali terbatas dalam hal efisiensi dan akurasi. Metode pengukuran manual ini tidak mampu memberikan data yang real-time, sehingga mengurangi kemampuan untuk memantau dan mengatur kadar CO₂ dengan tepat [1]. Keterbatasan ini berdampak negatif pada kualitas dan produktivitas tanaman anggur, serta pada efisiensi operasional secara keseluruhan. Masalah ini mencerminkan kekurangan dalam penelitian yang mendalam mengenai kadar CO₂, yang belum sepenuhnya terfokus pada aspek ini, sehingga memerlukan solusi inovatif yang dapat memberikan dampak positif bagi sistem budidaya tanaman anggur.

Kadar CO₂ memiliki peran yang penting dalam proses fotosintesis, yang memungkinkan tanaman mengubah energi matahari menjadi zat organik yang esensial untuk pertumbuhan dan metabolisme [2]. Peningkatan kadar CO₂ dapat merangsang proses fotosintesis dan meningkatkan kemampuan tanaman untuk menggunakan energi matahari dengan lebih efisien [3]. Walaupun CO₂ merupakan isu global, terutama di kota-kota besar yang mengalami polusi udara tinggi, CO₂ tetap merupakan elemen vital dalam pertanian [4].

Di area perkotaan yang padat, penambahan CO₂ menjadi sangat penting untuk membantu tanaman mengatasi kondisi lingkungan yang seringkali terbatas, seperti polusi udara dan efek panas perkotaan [5]. Penambahan CO₂ dalam hal ini tidak hanya membantu tanaman bertahan dalam lingkungan yang kurang ideal tetapi juga mendukung ketahanan pangan lokal dengan meningkatkan produktivitas tanaman di ruang terbatas [6].

Selain itu, dalam greenhouse, pemantauan dan pengaturan kadar CO₂ sangat penting untuk menciptakan kondisi yang optimal bagi fotosintesis [7]. Dengan kadar CO₂ yang tepat, tanaman dapat melakukan fotosintesis secara lebih efektif, yang pada gilirannya meningkatkan hasil panen dan memaksimalkan efisiensi penggunaan sumber daya [8]. Pengendalian kadar CO₂ di greenhouse tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan pertanian di lingkungan yang terkontrol [9].

Sebagai solusi terhadap tantangan ini, penelitian ini mengusulkan integrasi IoT dan fuzzy logic untuk otomatisasi pemantauan dan pengelolaan kadar CO₂. Dengan memanfaatkan sensor dalam Wireless Sensor Network (WSN), sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas pengelolaan kadar CO₂ pada tanaman anggur. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan memberikan informasi serta rekomendasi yang tepat waktu untuk tindakan yang diperlukan [10].

Keunggulan solusi ini tidak hanya terletak pada peningkatan produktivitas tanaman anggur tetapi juga pada kemampuannya memberikan alternatif efektif untuk mengatasi berbagai tantangan di bidang pertanian. Integrasi teknologi sensor dan komputasi membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan pertanian berbasis teknologi yang lebih cerdas dan terhubung. Dengan mengadopsi pendekatan ini, diharapkan dapat memperbaiki manajemen pertanian secara keseluruhan, mendukung produktivitas yang lebih tinggi dan keberlanjutan lingkungan, serta memberikan dasar yang kuat untuk inovasi dan pengembangan lebih lanjut dalam pengelolaan pertanian modern.

Topik dan Batasannya

Dalam penelitian ini, fokusnya adalah pada pengembangan sistem monitoring dan pengelolaan kadar CO₂ secara real-time untuk tanaman anggur di greenhouse. Permasalahan utama yang diangkat adalah metode pengukuran kadar CO₂ yang masih dilakukan secara manual, sehingga tidak memungkinkan pengukuran real-time dan akses jarak jauh. Ketidaktepatan dalam pengelolaan kadar CO₂ yang diakibatkan oleh keterbatasan ini dapat berdampak negatif pada produktivitas dan kualitas buah anggur. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan sistem yang mampu melakukan monitoring otomatis, memberikan rekomendasi untuk pengelolaan CO₂ yang optimal, serta memungkinkan akses dan kontrol dari jarak jauh.

Batasan dalam penelitian ini meliputi beberapa aspek, yaitu lingkup penelitian yang hanya berfokus pada Greenhouse IT Telkom Surabaya, objek penelitian yang terbatas pada tanaman anggur, serta penelitian yang berfokus pada pengukuran dan rekomendasi pemberian kadar CO₂.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem yang mampu mengukur dan memantau kadar CO₂ secara real-time pada tanaman anggur di greenhouse, serta memberikan rekomendasi otomatis untuk pengelolaan kadar CO₂ yang optimal. Dengan sistem ini, diharapkan permasalahan terkait ketidaktepatan pengelolaan CO₂ akibat metode pengukuran manual dapat diatasi, sehingga tanaman anggur dapat tumbuh dalam kondisi yang lebih ideal, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Sistem ini juga akan dirancang untuk memungkinkan akses dan kontrol dari jarak jauh, memberikan fleksibilitas dan kemudahan bagi petani dalam mengelola kadar CO₂ di greenhouse mereka.