

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, merupakan salah satu wilayah yang memiliki karakteristik iklim tropis lembap dengan suhu udara dan kelembapan yang relatif tinggi sepanjang tahun. Berdasarkan data pengamatan Stasiun Meteorologi Bengkalis yang digunakan dalam penelitian ini, suhu udara rata-rata harian berkisar antara 26–32°C, sedangkan suhu maksimum pada siang hari dapat mencapai 33–34°C. Kelembapan relatif umumnya berada pada kisaran 75–95%. Kondisi tersebut menyebabkan lingkungan pertanian mengalami perubahan suhu dan kelembapan yang cukup besar, terutama pada saat intensitas radiasi matahari meningkat.

Kondisi suhu dan kelembapan yang tinggi dapat memengaruhi lingkungan tumbuh tanaman. Suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan laju transpirasi dan menyebabkan tanaman mengalami stres panas, sedangkan kelembapan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko pertumbuhan jamur dan bakteri. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat membantu menciptakan kondisi mikroklimat yang lebih terkendali sehingga lingkungan tumbuh tanaman dapat dipertahankan dalam kondisi yang lebih sesuai.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan pertanian adalah greenhouse atau rumah tanaman. Greenhouse merupakan bangunan yang dirancang untuk melindungi tanaman sekaligus menciptakan lingkungan mikro yang lebih terkendali. Melalui greenhouse, intensitas radiasi matahari, temperatur, dan kelembapan udara dapat dipengaruhi sesuai dengan kebutuhan lingkungan tumbuh tanaman. Namun, pada wilayah tropis, greenhouse juga memiliki permasalahan berupa meningkatnya temperatur di dalam ruangan akibat radiasi matahari yang masuk dan terakumulasi di dalam greenhouse.

Pengendalian temperatur greenhouse dapat dilakukan menggunakan sistem aktif seperti exhaust fan, pendingin evaporatif, maupun sistem kontrol otomatis. Akan tetapi, penggunaan peralatan tersebut membutuhkan biaya investasi dan operasional yang relatif tinggi. Oleh karena itu, penggunaan sistem ventilasi alami dengan memanfaatkan mekanisme konveksi alamiah menjadi salah satu alternatif yang lebih sederhana dan hemat energi untuk diterapkan pada greenhouse tropis. Konveksi alamiah memanfaatkan perbedaan densitas udara akibat perbedaan temperatur. Udara yang mengalami pemanasan akan memiliki densitas lebih rendah sehingga bergerak ke atas, sedangkan udara yang lebih dingin dapat masuk melalui bukaan ventilasi. Pergerakan udara tersebut dapat membantu mengeluarkan panas yang terakumulasi di dalam greenhouse.

Efektivitas konveksi alamiah sangat dipengaruhi oleh konfigurasi ventilasi, terutama posisi dan luas bukaan udara. Posisi masukan udara atau air inlet yang berbeda dapat menghasilkan pola aliran udara yang berbeda pula. Pada greenhouse tropis, pengaturan ventilasi menjadi semakin penting karena tingginya intensitas radiasi matahari dapat menyebabkan penumpukan panas pada bagian tertentu, khususnya pada bagian atas greenhouse. Distribusi suhu yang tidak merata dapat menghasilkan perbedaan kondisi termal antara bagian bawah, tengah, dan atas ruangan. Oleh karena itu, pengaturan posisi serta luas bukaan air inlet perlu dikaji secara eksperimental untuk mengetahui pengaruhnya terhadap distribusi suhu dan sirkulasi udara di dalam greenhouse.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa sistem ventilasi memiliki pengaruh terhadap kondisi termal greenhouse. Boulard dan Wang (2002) menunjukkan bahwa desain ventilasi berpengaruh terhadap pola distribusi suhu dan efisiensi pembuangan panas. Kittas et al. (2005) menunjukkan bahwa radiasi matahari dan konfigurasi bukaan ventilasi berpengaruh terhadap pembentukan zona panas di dalam greenhouse. Sementara itu, Fatnassi et al. (2006) menunjukkan bahwa ketidakseragaman suhu dapat meningkat ketika sistem ventilasi tidak bekerja secara optimal. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan pentingnya pengaturan ventilasi dalam mengendalikan kondisi termal greenhouse.

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus membahas distribusi suhu pada greenhouse tropis dengan memanfaatkan konveksi alamiah dan variasi posisi serta luas masukan udara masih relatif terbatas, khususnya pada kondisi iklim Kabupaten Bengkalis. Selain itu, penelitian yang menjadi dasar skripsi ini menekankan pentingnya data eksperimental secara langsung untuk mengetahui kondisi aktual di dalam greenhouse. Oleh sebab itu, diperlukan pengukuran pada beberapa titik di dalam greenhouse untuk memperoleh gambaran distribusi suhu secara horizontal maupun vertikal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga variasi konfigurasi masukan udara (air inlet). Variasi pertama (V1) menggunakan posisi air inlet pada bagian bawah dengan luas bukaan 0,02 m², variasi kedua (V2) menggunakan posisi air inlet pada bagian tengah dengan luas bukaan 0,04 m², sedangkan variasi ketiga (V3) menggunakan posisi air inlet pada bagian atas dengan luas bukaan 0,06 m². Pengukuran dilakukan pada 12 titik sensor dengan parameter yang diamati meliputi suhu udara, kelembapan relatif (RH), dan kecepatan udara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan konfigurasi air inlet memberikan perbedaan terhadap kondisi termal di dalam greenhouse. Variasi V1 menghasilkan suhu rata-rata sebesar 35,84°C, kelembapan relatif 69%, dan kecepatan udara 0,22 m/s. Variasi V2 menghasilkan suhu rata-rata 34,72°C, kelembapan relatif 73%, dan kecepatan udara 0,34 m/s. Sementara itu, V3 menghasilkan suhu rata-rata terendah sebesar 33,89°C, kelembapan relatif 76%, dan kecepatan udara tertinggi sebesar 0,47 m/s. Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan bahwa konfigurasi dengan posisi dan luas bukaan yang lebih besar mampu meningkatkan sirkulasi udara dan membantu mengurangi akumulasi panas di dalam greenhouse.

Pengukuran pada 12 titik sensor juga digunakan untuk mengetahui pola distribusi temperatur di dalam greenhouse secara horizontal dan vertikal. Pengambilan data dilakukan mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB dengan interval 20 menit selama 28 hari pengujian. Data tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan variasi ventilasi dan waktu pengamatan untuk

mengetahui perubahan suhu, kelembapan relatif, serta kecepatan udara pada setiap konfigurasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengambil judul **“Studi Eksperimental Pengaruh Masukan Udara terhadap Distribusi Suhu di Dalam Ruangan Greenhouse Tropis Menggunakan Konveksi Alamiyah.”** Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data eksperimental mengenai pengaruh posisi dan luas masukan udara terhadap distribusi suhu di dalam greenhouse serta menjadi referensi dalam pengembangan sistem ventilasi alami yang sederhana, hemat energi, dan sesuai dengan karakteristik iklim tropis di Kabupaten Bengkalis. Tujuan tersebut sejalan dengan fokus penelitian, yaitu menganalisis pengaruh posisi dan luasan masukan udara, memetakan persebaran suhu dan kelembapan, serta memperoleh data eksperimental mengenai kinerja konveksi alamiyah pada greenhouse tropis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi masukan udara terhadap pola distribusi suhu di dalam ruangan greenhouse tropis?
2. Bagaimana efektivitas konstruksi konveksi alamiyah dalam menjaga suhu dan kelembapan agar tetap berada pada rentang optimal untuk tanaman?
3. Sejauh mana korelasi antara kelajuan udara masukan dengan penurunan akumulasi panas di dalam greenhouse berdasarkan data eksperimental?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental pada unit greenhouse dengan sistem konveksi alamiyah (tanpa kipas mekanis).

2. Parameter yang diukur terbatas pada suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan relatif (%), dan kelajuan udara (m/s).
3. Kondisi lingkungan yang diamati adalah karakteristik iklim tropis pada jam operasional puncak radiasi matahari.
4. Tanaman acuan yang digunakan sebagai dasar parameter kebutuhan lingkungan adalah tanaman sawi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh posisi dan luasan masukan udara terhadap distribusi suhu di dalam greenhouse.
2. Memetakan profil persebaran suhu dan kelembapan di dalam ruangan untuk mengidentifikasi potensi zona panas.
3. Mendapatkan data eksperimental yang valid mengenai kinerja konveksi alamiah pada greenhouse di wilayah tropis.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik mesin, khususnya pada kajian perpindahan panas dan sistem termal bangunan greenhouse.
2. Menjadi referensi teknis bagi perancang dan pengelola greenhouse dalam merancang sistem pengendalian suhu yang lebih efisien.
3. Menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang berkaitan dengan optimasi ventilasi, efisiensi energi, dan rekayasa termal greenhouse tropis.
4. Menjadi referensi bagi perancang dan pengelola greenhouse dalam mengoptimalkan kondisi termal di dalam greenhouse.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan: Latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka: Membahas teori-teori pendukung dan penelitian terdahulu yang relevan dengan perpindahan panas dan greenhouse.

Bab III Metodologi Penelitian: Menjelaskan metode penelitian, alat dan bahan, prosedur eksperimen, serta teknik pengambilan dan analisis data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan: Membahas dan menjelaskan hasil dari penelitian tentang Studi Eksperimental Perpindahan Panas dan Distribusi Suhu di Dalam Greenhouse Tropis

Bab V Kesimpulan dan Saran: Menjelaskan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian tentang Studi Eksperimental Perpindahan Panas dan Distribusi Suhu di Dalam Greenhouse Tropis.