

BAGIAN UTAMA

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar penduduk Indonesia bergantung pada pertanian sebagai sumber pendapatan utama mereka. Industri ini menyumbang sekitar 40% pendapatan penduduk Indonesia, menjadikannya pilar penting perekonomian negara. (Nurdian et al., 2019). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) (Statistik, 2021), pada tahun 2021 jumlah penduduk Indonesia mencapai sekitar 237,87 juta jiwa, di mana Sebagian besar tersebar di daerah pedesaan yang memiliki keterkaitan erat dengan aktivitas pertanian. Luas lahan sawah pada tahun 2021 tercatat sekitar 10,41 juta hektar, namun terjadi *tren* penurunan akibat alih fungsi lahan untuk kepentingan non-pertanian (Statistik, Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021, 2022). Setiap tahun, sekitar 60.000 hingga 80.000 hektar lahan sawah hilang akibat konversi tersebut (Indonesia, 2022). Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran terhadap ketahanan pangan dan kesejahteraan petani, terutama karena petani skala kecil masih mendominasi hingga 72,19% dari total petani Indonesia (Indonesia O. R., 2022)(Ajeng Afrillia Adha & Andiny, 2022). Oleh karena itu, penguatan sektor pertanian melalui pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan pemberdayaan petani menjadi hal yang sangat penting.

Keterbatasan lahan pertanian akibat alih fungsi menjadi pemukiman dan infrastruktur menjadi tantangan serius dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional (Arum et al., 2024). Potensi lahan perkotaan untuk budidaya pertanian sangat terpengaruh oleh penggunaan lahan perkotaan (Jafaruddin, 2021). Salah satu cara untuk mendorong pengembangan pertanian perkotaan adalah melalui penggunaan halaman. Penggunaan halaman dikaitkan dengan inisiatif ketahanan pangan masyarakat, dimulai dari tingkat keluarga, yang merupakan ukuran terkecil.

Salah satu metode budidaya yang sering diterapkan dalam pemanfaatan pekarangan adalah sistem hidroponik yaitu metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, melainkan dengan larutan nutrisi sebagai media utama (Arsyianti et al., 2021). Faktor – faktor penting dalam penerapan hidroponik mencakup pemilihan jenis tanaman, media tanaman yang sesuai, Tingkat nutrisi

dalam larutan, serta pengendalian hama dan penyakit (Widiantara et al., 2022). Metode ini dikenal memiliki efisiensi tinggi serta mampu menghasilkan produk pertanian dengan kualitas baik, sehingga sangat cocok digunakan di wilayah keterbatasan lahan.

Namun demikian, solusi lain yang lebih terintegrasi dan ramah lingkungan adalah penerapan sistem aquaponik. Aquaponik merupakan integrasi antara budidaya tanaman (hidroponik) dan budidaya ikan (akuakultur) dalam satu ekosistem tertutup yang saling mendukung (Paul et al., 2022). System ini menawarkan berbagai keunggulan, seperti efisiensi penggunaan air, penghematan lahan, serta pengurangan limbah melalui pemanfaatan limbah ikan sebagai nutrisi bagi tanaman. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah salah satu jenis ikan yang sering dibudidayakan dalam sistem akuaponik di Indonesia (Galang Prakosa, 2021). Ikan nila dipilih karena nilai ekonominya yang tinggi, laju pertumbuhan yang relatif cepat, dan toleransi yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Dalam sistem akuaponik, mikroorganisme mengubah limbah metabolisme ikan, seperti amonia, nitrit, dan nitrat, menjadi nutrisi tanaman. Tanaman kemudian menyerap nutrisi ini dan membantu menjaga kualitas air sehingga ikan dapat bertahan hidup. (Lestari & Lempuyang, 2024). Dengan demikian, tercipta sistem sirkulasi tertutup yang efisien dan berkelanjutan.

Namun, implementasi akuaponik di Indonesia masih menghadapi kendala, khususnya dalam aspek pemantauan kondisi iklim mikro seperti suhu dan kelembapan udara. Mayoritas pelaku masih mengandalkan sistem pemantauan manual yang kurang akurat dan menyita waktu (W Ibrahim et al., 2023). Ketidaksesuaian suhu dan kelembapan dapat menyebabkan stress pada ikan serta menurunkan kualitas pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya berdampak pada produktivitas system secara keseluruhan (Zamnuri et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan inovasi berbasis teknologi untuk mendukung sistem akuaponik yang lebih adaptif, efisien, dan modern dalam rangka mendukung ketahanan pangan.

Dalam implementasi sistem akuaponik, suhu dan kelembapan udara merupakan dua parameter penting yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman serta kesehatan ikan (Akbar & Sugeng, 2021). Namun, di Indonesia, mayoritas pelaku

sistem akuaponik masih melakukan pemantauan secara manual yang cenderung tidak efisien, rawan kesalahan, dan memakan waktu. Ketidaksesuaian suhu dan kelembapan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem akuaponik, menyebabkan stres pada ikan seperti ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan menghambat pertumbuhan tanaman (Munirosh & Agus Priatno, 2022). Untuk mengatasi hal tersebut, pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung monitoring lingkungan mikro pada sistem akuaponik (Nababan et al., 2023). *IoT* memungkinkan pengambilan data suhu dan kelembapan udara secara real-time melalui sensor yang terhubung dengan jaringan internet, serta pengiriman data ke perangkat mobile atau server berbasis cloud. Dengan sistem pemantauan otomatis ini, pengguna dapat merespons lebih cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan sehingga mendukung keberlangsungan produksi secara optimal (Ramadhani et al., 2023).

Selain itu, untuk meningkatkan kecerdasan sistem dalam menganalisis data lingkungan yang diperoleh dari sensor *IoT*, diperlukan penerapan metode klasifikasi yang mampu mengenali pola-pola tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) (Ananta et al., 2023). Algoritma ini bekerja dengan membandingkan data input baru dengan data historis berdasarkan jarak terdekat (misalnya dengan metode *Euclidean distance*) untuk menentukan klasifikasi suatu kondisi, seperti apakah suhu atau kelembapan berada dalam kategori “Optimal”, “Tidak Optimal” (Rassya et al., 2024). Dengan menggunakan KNN, sistem dapat memberikan notifikasi atau rekomendasi tindakan berdasarkan pola data sebelumnya, sehingga membantu dalam pengambilan keputusan yang cepat dan tepat dalam pengelolaan akuaponik (Fahira et al., 2023). Metode ini dikenal sederhana namun cukup efektif dalam implementasi sistem berbasis *IoT* karena tidak memerlukan pelatihan model yang kompleks, namun tetap mampu memberikan akurasi klasifikasi yang baik.

Dengan judul “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Udara pada Aquaponik Berbasis *IoT* Menggunakan *K – Nearest Neighbors* (KNN) untuk Prediksi Kondisi Optimal Tanaman”, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan lingkungan pada budidaya aquaponik melalui teknologi

Internet of Things (IoT). Sistem ini dikembangkan mampu memantau suhu dan kelembapan udara secara *real-time* serta memprediksi kondisi optimal tanaman menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) berdasarkan data historis (Fuada et al., 2023). Integrasi *IoT* dan KNN ini diharapkan dapat membantu pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat, menjaga produktivitas tanaman dan kesehatan ikan, serta mendukung pengembangan pertanian modern yang efisien dan berkelanjutan.

1.2 Penelitian Sebelumnya (State of the Art)

Beberapa kelemahan dari penelitian yang mengimplementasikan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) terletak pada keterbatasan efisiensi, skalabilitas, dan ketergantungan terhadap kualitas data. Penelitian oleh (Prasetya Widiharso et al., 2022) menunjukkan bahwa KNN dapat membutuhkan komputasi tinggi pada dataset berukuran besar. Selain itu, penelitian oleh (Setiawan et al., 2024) mengungkapkan bahwa KNN kurang optimal untuk aplikasi *real – time* karena proses klasifikasi memerlukan perhitungan terhadap seluruh data. Akurasi KNN juga dapat menurun jika data tidak seimbang atau mengandung noise (Song et al., 2023). Disamping itu, performa metode ini sangat dipengaruhi oleh pemilihan nilai *K* yang tepat, sehingga memerlukan penyesuaian parameter secara empiris (Hadiroseyani et al., 2023).

1.3 Permasalahan yang Akan Dipecahkan

Berdasarkan uraian *State of the Art* yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan utama yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah :

1. Mengimplementasikan dan menerapkan sistem monitoring suhu dan kelembapan udara pada sistem akuaponik berbasis *Internet Of Things* (IOT) dan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dalam memprediksi kondisi optimal tanaman berdasarkan data suhu dan kelembapan udara.
2. System hanya memonitor dua parameter lingkungan yaitu suhu air, suhu udara dan kelembapan udara.

3. System menggunakan sensor DHT22 dan DS18B20 untuk mendeteksi suhu air, suhu udara dan kelembapan serta menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.
4. System hanya memprediksi kondisi optimal tanaman berdasarkan parameter suhu dan kelembapan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan membangun sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat digunakan dalam sistem akuaponik untuk melacak variabel lingkungan secara real-time. Untuk memastikan apakah tingkat suhu dan kelembaban berada dalam kisaran ideal untuk pertumbuhan tanaman, penelitian ini juga mencoba menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN) sebagai algoritma prediksi. Diharapkan penelitian ini akan menghasilkan sistem yang dapat membantu petani membuat keputusan yang cepat dan tepat, sehingga menjaga kondisi lingkungan dalam sistem akuaponik dan secara berkelanjutan meningkatkan hasil panen, dengan menggabungkan teknologi IoT dengan teknik prediksi berbasis data.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain yaitu :

a. Bagi Penelitian

Penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan lebih lanjut mengenai penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian, khususnya sistem akuaponik. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam memperkaya literature akademik di bidang teknologi pertanian cerdas (*Smart Agriculture*).

b. Bagi Instansi

Penelitian ini berperan dalam memperkuat peran institusi pendidikan tinggi, khususnya Politeknik Negeri Jember dalam bidang riset dan inovasi teknologi terapan. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar,

referensi akademik, serta contoh nyata penerapan ilmu pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan masyarakat.

c. Bagi Masyarakat

Diharapkan bahwa temuan studi ini akan menawarkan cara-cara yang bermanfaat bagi masyarakat untuk mempertahankan kondisi lingkungan mikro sistem akuaponik, khususnya di lokasi metropolitan dengan lahan terbatas. Masyarakat akan mampu memproduksi pangan sendiri, secara berkelanjutan, dan mandiri..

d. Bagi Pengusaha

Sistem yang dibuat dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai alat pemantauan dan pengambilan keputusan untuk pengelolaan lingkungan budidaya akuaponik. Perusahaan pertanian dapat menggunakan teknologi ini untuk meningkatkan efektivitas operasional, menjaga kualitas hasil panen, dan mengurangi kemungkinan kerugian akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.