

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Perubahan cuaca ekstrem yang disebabkan oleh pemanasan global adalah salah satu tantangan yang sering dihadapi oleh ketahanan pangan nasional Indonesia. Pangan dan ketahanan pangan merupakan hal yang sangat penting bagi ketahanan nasional suatu bangsa, di mana ketahanan pangan dapat diartikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik secara jumlah maupun mutunya, juga sangat aman, merata, dan terjangkau[1]. Gejala perubahan cuaca ekstrem yang semakin terasa juga terjadi di Indonesia adalah fenomena peningkatan suhu udara yang tinggi. Berdasarkan analisis dari 116 stasiun pengamatan BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika), suhu udara rata-rata bulan September 2023 adalah sebesar 27,0 °C sedangkan suhu udara rata-rata bulan September periode 1991–2020 adalah sebesar 26,6 °C. Terdapat kenaikan suhu sebesar 0,4°C yang di mana menandai anomali suhu udara Indonesia pada bulan September 2023 menunjukkan anomali tertinggi ke-4 sepanjang periode pengamatan sejak tahun 1981. Perbedaan normal suhu rata-rata bulanan Indonesia periode 1991-2020 dan suhu rata-rata bulanan Indonesia hingga September 2023 [2].

Berdasarkan hasil kunjungan penulis ke Desa Wangunharja, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat yang merupakan lokasi penelitian tugas akhir ini, penelitian ini melibatkan komunikasi dengan petani sayur di daerah tersebut yang mengungkapkan bahwa sebagian besar dari mereka masih menggunakan metode manual untuk menentukan jenis tanaman yang akan ditanam dan waktu tanam berdasarkan pengamatan cuaca. Sehingga, dengan adanya perubahan cuaca ekstrem ini dapat mempengaruhi ketepatan mereka dalam memilih waktu tanam dan jenis tanaman. Dalam beberapa kasus, perubahan cuaca ekstrem juga berdampak pada kualitas hasil panen, yang sering kali kualitas hasil panen ini menjadi penentu harga jual. Begitu pula, dengan perubahan cuaca ekstrem tentunya

langsung berdampak pada kapasitas produksi pertanian dan ketersediaan pangan. Jika tidak segera diatasi akan menyebabkan krisis pangan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi yang dapat membantu para petani menghadapi tantangan perubahan cuaca ekstrem melalui pendekatan yang lebih ilmiah dan berbasis data, sehingga dapat meningkatkan ketahanan para petani sayur terhadap perubahan cuaca dan memastikan keberlanjutan sektor pertanian di masa depan. Pada solusi yang sudah ada di beberapa penelitian terdahulu, seperti sistem *monitoring* unsur hara dan kelembapan tanah menggunakan Raspberry Pi yang juga melibatkan keilmuan di bidang *internet of things* yang di mana dapat melakukan pengambilan data unsur hara pada tanah seperti NPK dan kelembapan tanah di suatu lokasi [3]. Terdapat pula solusi yang sudah ada pada penelitian lain seperti sistem cerdas *monitoring* unsur hara NPK tanah portabel untuk tanaman cabai berbasis *internet of things* yang juga melibatkan keilmuan di bidang *machine learning* untuk memprediksi waktu pemupukan [4].

Pengerjaan tugas akhir akan dikembangkan oleh penulis dengan solusi yang melibatkan keilmuan di bidang *internet of things* untuk pengambilan data secara langsung unsur Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) pada tanah, kelembapan tanah, pH tanah, suhu udara, intensitas cahaya. Dengan ketentuan ideal pada pertumbuhan tanaman jika nilai kelembapan tanah di atas 60%, tingkat keasaman tanah berkisar 5-6 pH, suhu udara yang berkisar 17-28°C, dan kebutuhan sinar matahari tanaman berkisar 200-400 *footcandle* [5]. Pengerjaan tugas akhir ini juga melibatkan keilmuan di bidang *machine learning* menggunakan metode *Q-Learning* untuk memprediksi jenis tanaman yang cocok ditanam, yang akan ditampilkan menggunakan aplikasi Android.

1.1.2 Analisa Masalah

1.1.2.1 Aspek Ekonomi

Penjualan dan produksi sayuran melekat pada kualitas sayuran itu sendiri, jika kualitas dan ketersediaan sayuran menurun akan mengakibatkan meningkatnya harga sayuran di pasar dikarenakan kebutuhan konsumen lebih tinggi dibandingkan dengan ketersediaan. Hal tersebut terjadi akibat gagal panen para petani sayur yang

memilih jenis tanaman sayur namun tidak sesuai dengan kondisi tanah dan cuaca di wilayah mereka serta tidak memperhatikan kandungan unsur hara dan kondisi tanah untuk menentukan waktu yang tepat untuk menanam jenis sayur tertentu.

1.1.2.2 Aspek Pertanian

Dari segi pertanian, permasalahan ketidakstabilan cuaca, minimnya infrastruktur dan teknologi ikut mempengaruhi pertahanan kestabilan panen. Produktivitas panen terhambat dengan adanya permasalahan cuaca, juga minimnya infrastruktur dan teknologi menyebabkan banyaknya kasus gagal panen yang tentu sangat merugikan seiring bertambahnya kebutuhan pasar, namun dari sisi produsen masih belum dapat memproduksi dengan stabil. Permasalahan dari aspek pertanian ini sangat krusial dan berpotensi menghasilkan kerugian yang lebih banyak. Maka dari itu, diperlukan solusi yang tepat untuk mengakhiri kegagalan panen.

1.1.2.3 Aspek Keberlanjutan (*Sustainability*)

Sayuran merupakan salah satu kebutuhan pangan yang diperlukan masyarakat untuk melengkapi nutrisi dalam tubuh. Oleh sebab itu, para petani sayur terus berupaya untuk memperoleh hasil produksi yang lebih bagus dengan berbagai hal. Sayuran merupakan tanaman yang hasil produksinya rentan terhadap musim kemarau dan hujan karena setiap sayuran memiliki karakteristiknya masing-masing yang berhubungan dengan kondisi tanah dan cuaca sehingga perlu dilakukan penanaman di waktu yang tepat dan pemilihan jenis tanaman sesuai kondisi tanah di lahan pertanian. Penggunaan kecerdasan buatan di sektor pertanian telah membuka peluang baru untuk meningkatkan keberlanjutan sektor pertanian. Aspek utama dari integrasi ini adalah penggunaan *machine learning* dengan metode *Q-Learning* untuk memprediksi jenis sayuran yang cocok untuk ditanam berdasarkan kondisi tanah dan cuaca. Penerapan alat ini memberikan hasil yang jelas seperti informasi berupa prediksi jenis sayuran yang cocok ditanam dalam jangka waktu tertentu berdasarkan kondisi tanah dan cuaca.

1.1.3 Tujuan *Capstone*

Berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi, tujuan penelitian yang akan dicapai pada tugas akhir *capstone design* ini, sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sebuah alat yang dapat mengumpulkan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam proses pembuatan model *machine learning*, merekam data secara otomatis yang kemudian dapat disimpan di *database*, dan dapat memantau kondisi tanah secara *real-time*.
2. Mengembangkan model *machine learning* yang mampu memprediksi waktu tanam dan jenis tanaman yang ideal dengan tingkat akurasi lebih dari 90%.
3. Membuat aplikasi yang dapat menampilkan data secara *real-time* dari alat pemantauan kondisi tanah dan hasil prediksi waktu tanam dan jenis tanaman dari model *machine learning*.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Masalah mengenai terjadinya gagal panen petani yang diakibatkan perubahan cuaca ekstrem yang tidak menentu sangat sering terjadi. Untuk mengatasi masalah itu, tentu para petani memiliki solusi tersendiri dan banyak dari solusi itu masih dilakukan secara manual atau belum memanfaatkan teknologi yang ada, meskipun perkembangan teknologi tidak menutup kemungkinan untuk menyelesaikan masalah di bidang pertanian. Beberapa solusi yang sudah ada yaitu hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Immanudin menggunakan perangkat berbasis *internet of things*, untuk menganalisis unsur hara pada tanaman bawang putih dengan menggunakan metode topologi *mesh* [6]. Solusi tersebut fokus menyelesaikan masalah di satu tanaman, yaitu bawang putih. Menggunakan sensor NPK dan NodeMCU sebagai mikrokontroler, perangkat ini akan membaca unsur hara yang terkandung pada tanah dan juga disesuaikan dengan kebutuhan tanaman bawang putih itu sendiri. Data yang sudah terkumpul kemudian akan dikirimkan ke *database* dengan menggunakan sistem topologi *mesh*. Topologi ini dipakai dengan tujuan agar dapat saling mem-*backup* dalam pengiriman data ke *database*. Dengan topologi ini dalam sistem pengiriman data tentu akurat, namun dari segi pengiriman masih terdapat *delay* sebesar 2-3 detik juga membutuhkan koneksi jaringan yang stabil sehingga penulis menyarankan untuk membuat *server* lokal karena

kekurangannya di pengiriman data yang masih memiliki *delay*. Solusi ini hanya terbatas pada satu tanaman dan hanya melakukan pemantauan saja.

Kemudian untuk solusi yang berikutnya, diusulkan oleh Alfian Fakhrezi dalam penelitiannya yang menggunakan perangkat *internet of things* dengan mikrokontroler ESP32 [7]. Solusi ini berfokus pada pengukuran dan pemantauan unsur hara pada tanah. Data yang didapat akan dikirimkan dan disimpan ke *database* kemudian ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Pada solusi ini alat yang dibuat masih memiliki beberapa kekurangan diantaranya mengenai catu daya yang dibutuhkan masih memakai baterai dan juga alat dari solusi ini tidak diimplementasikan secara langsung ke lahan pertanian yang sesuai. Penulis juga menyarankan membuat sistem prediksi untuk mengetahui jumlah pupuk yang dibutuhkan tanaman.

Solusi berikutnya masih menggunakan teknologi *internet of things* namun pada penelitian yang dilakukan oleh Asri, ditambahkan juga menggunakan teknologi LoRA sebagai protokol untuk pengiriman data yang didapat dari sensor [8]. LoRA merupakan sebuah protokol yang mendukung proses pengiriman data dengan transmisi sinyal jarak jauh dan penggunaan daya yang rendah. Pada penelitian ini digunakan protokol LoRA dengan pertimbangan kebutuhan daya yang rendah dan jangkauan yang luas sehingga dapat memaksimalkan kinerja perangkat. Namun pada penelitian ini masih ditemukan kekurangan, seperti pada saat pengujian RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) di mana alat ini masih belum memenuhi standar karena pengiriman data dipengaruhi oleh kontur tanah yang tidak rata dan banyaknya pohon-pohon yang melemahkan sinyal. Hal ini berpengaruh pada tingginya angka *packet loss*. Setelah dilakukan pengujian jumlah data yang berhasil dikirimkan memiliki *packet loss* sebesar 19%. Jumlah ini sangat besar dan beresiko merusak paket atau bahkan data yang seharusnya dikirimkan menjadi hilang.

Dari hasil analisis solusi yang sudah ada, masih terdapat banyak kekurangan dan juga kendala yang membuat solusi belum sepenuhnya efektif untuk menyelesaikan masalah yang ada. Untuk itu dibutuhkan solusi dengan inovasi terbaru yang menutupi atau menjadikan kekurangan-kekurangan dari solusi yang sudah ada sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan agar solusi yang terbaru dapat

benar-benar efektif dan efisien untuk menyelesaikan masalah yang ada. Jika dilihat dari tiga solusi yang sudah ada, masih belum spesifik untuk menyelesaikan permasalahan gagal panen yang diakibatkan perubahan cuaca ekstrem dan hanya terbatas pada satu tanaman yang ada. Maka dari itu akan dibuat sebuah sistem dengan alat yang akan dirancang berdasarkan solusi dari penelitian yang telah ada sebelumnya dan dilakukan juga pengamatan terhadap tanaman di lahan pertanian langsung yang bekerja sama dengan petani sayur dan tanaman akan dianalisis lebih dari satu jenis berdasarkan tanaman yang sering ditanam oleh petani tersebut. Sensor yang digunakan pada alat ini akan lebih kompleks agar analisis kondisi tanah lebih akurat sesuai dengan parameter yang dibutuhkan oleh tanah. Di sisi lain, yang membedakan inovasi baru dengan solusi yang sudah ada adalah menggunakan metode *machine learning* untuk memprediksi waktu tanam dan jenis tanaman yang cocok untuk ditanam oleh petani sayur di lahan pertanian berdasarkan hasil analisis dari kondisi tanah pada sensor yang diolah secara langsung dan berkelanjutan. Selain itu, akurasi prediksinya lebih baik karena memiliki banyak jenis data yang dianalisis untuk memprediksi jenis tanaman dan waktu tanam yang tepat. Penggunaan energinya juga menggunakan sumber energi terbarukan dari panel surya sehingga menghemat penggunaan listrik rumah tangga.