

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara hingga ke tingkat perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan dalam jumlah dan mutu yang cukup, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat. Ketahanan pangan menjadi dasar agar masyarakat dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling utama, dan pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi manusia yang dijamin dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, sebagai komponen mendasar untuk mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas [1].

Beras adalah makanan pokok utama penduduk Indonesia. Indonesia adalah negara agraris, namun kebutuhan beras di Indonesia belum bisa sepenuhnya terpenuhi oleh produksi dalam negeri. Untuk menjaga stabilitas ketersediaan pangan dan mencapai ketahanan pangan, Indonesia melakukan impor beras. Sepanjang tahun 2023, Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa Indonesia telah melakukan impor beras sebesar 3,06 juta ton dan ini adalah peningkatan yang signifikan dibandingkan tahun sebelumnya yaitu 2022 hanya 429,21 ribu ton saja.

Terdapat beberapa hal yang menyebabkan Indonesia melakukan impor beras untuk memenuhi ketersediaan pangan, yaitu:

1. Jumlah penduduk Indonesia yang terus meningkat dan lahan pertanian yang semakin berkurang

Pada setiap tahunnya jumlah penduduk Indonesia terus meningkat dan jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2022 adalah sebanyak 275 juta jiwa (BPS, 2022) sedangkan lahan untuk ketersediaan pangan berlaku sebaliknya yaitu semakin menurun atau berkurang pada setiap tahunnya karena digunakan sebagai tempat membangun infrastruktur non-pertanian seperti pemukiman penduduk, transportasi, dan lain-lain. Hal ini merupakan salah satu penyebab penurunan produktivitas pertanian yang berimbas pada ketahanan pangan karena terjadinya penurunan ketersediaan pangan dapat menyebabkan

kebutuhan pangan tidak dapat terpenuhi sehingga ketahanan pangan tidak bisa tercapai [2].

2. Jumlah petani yang semakin berkurang

Meskipun jumlah penduduk Indonesia terus meningkat, tetapi itu tidak berbanding lurus dengan jumlah petani di Indonesia karena jumlah petani di Indonesia semakin berkurang. Berdasarkan hasil Sensus Pertanian 2023 yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), menunjukkan bahwa jumlah petani di Indonesia adalah sebanyak 28.192.693 orang dan data ini menunjukkan terjadi penurunan dibandingkan tahun 2013 yang mencapai 31 juta orang[3]. Hal ini tentu juga akan mempengaruhi ketahanan pangan di Indonesia karena dengan berkurangnya jumlah petani dapat mengurangi produktivitas pertanian di Indonesia sehingga juga bisa mengakibatkan penurunan ketersediaan pangan dan mengakibatkan tidak tercapainya ketahanan pangan.

3. Gagal panen

Faktor gagal panen juga mempengaruhi ketahanan pangan karena dapat mengakibatkan kurangnya pasokan komoditas pangan yang artinya mengakibatkan ketersediaan pangan menurun dan tentu hal ini juga mengakibatkan ketahanan tidak tercapai. Gagal panen dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah karena gangguan hama dan penyakit. Gangguan hama dan penyakit ini dapat menyebabkan gagal panen apabila tidak dikendalikan dengan cara yang benar. Terdapat banyak kasus gagal panen akibat diserang oleh penyakit, contohnya seperti pada tahun 2010, penyakit kerdil hampa dan kerdil rumput mewabah dan menyebabkan gagal panen di beberapa sentra penghasil padi di pulau jawa [4].

Untuk menjaga agar ketersediaan pangan tetap stabil atau bahkan meningkat tanpa harus bergantung pada impor, Indonesia harus meningkatkan produktivitas di bidang pertanian. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa Indonesia tidak dapat memenuhi kebutuhan pangannya sendiri karena penduduk yang semakin bertambah, petani yang semakin berkurang, lahan pertanian juga semakin berkurang, serta terdapat juga faktor gagal panen. Faktor gagal panen dapat diminimalisasi dengan melakukan pengendalian hama dan penyakit dengan tepat.

Namun, untuk dapat mengendalikan hama dan penyakit dengan tepat, petani harus memiliki pengetahuan yang memadai tentang jenis penyakit yang menyerang tanaman. Rendahnya produksi juga memiliki kaitan dengan kualitas petani, seperti tingkat pendidikan yang rendah adalah salah satu penyebab rendahnya produksi petani [5].

Masalah yang diangkat dalam proyek tugas akhir ini adalah masih banyaknya petani yang kesulitan dalam mendiagnosis jenis penyakit pada tanaman padi yang kemudian dapat menyebabkan kesalahan pengendalian. Sebagian besar petani di Indonesia tidak memiliki latar belakang pendidikan ilmu pertanian dan hanya mengandalkan pengetahuan yang ada di masyarakat saja, yang terkadang tidak selaras dengan praktik pertanian modern termasuk pengendalian hama dan penyakit tanaman. Pada umumnya, ketika terdapat penyakit yang menyerang tanaman padi, petani langsung menggunakan pestisida yang terkadang bahan aktif pada pestisida tersebut tidak sesuai untuk penyakit yang menyerang tanaman padi tersebut [5]. Jenis penyakit padi sangat beragam dan petani kesulitan dalam mengidentifikasi serta mendiagnosis jenis penyakit tersebut karena kurangnya pengetahuan di bidang ini [6]. Oleh karena itu, diperlukan alat yang dapat membantu petani dalam melakukan mendiagnosis jenis penyakit pada tanaman padi.

Berdasarkan survey yang dilakukan oleh program studi proteksi tanaman Universitas Andalas di Kelurahan Limau Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang, ditemukan terdapat beberapa hama dan penyakit yang menyerang tanaman padi di beberapa lahan di kelurahan ini. Hama yang menyerang tanaman padi tersebut adalah hama wereng batang cokelat, burung, walang sangit, kepik hijau, dan keong sedangkan penyakit yang menyerang tanaman tersebut adalah penyakit virus tungro, penyakit blas daun (*Pyricularia grisea*), hawar pelepah daun (*Rhizoctonia solani* Kuhn), dan hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) [7].

Berdasarkan buku yang dikeluarkan oleh BBOPT Kementerian Pertanian, Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) utama padi di Indonesia adalah hama penggerek batang padi, hama wereng batang cokelat, hama tikus, penyakit blas daun, penyakit hawar daun bakteri, dan penyakit virus tungro [8]. Hal ini sejalan

dengan hasil survey yang dilakukan oleh tim program studi proteksi tanaman Universitas Andalas di Kota Padang.

Terdapat beberapa *stakeholder* yang terlibat pada masalah ini yaitu petani sebagai orang yang menjadi sasaran utama proyek tugas akhir ini dan juga ahli proteksi tanaman yang dapat membantu dalam proses penyusunan jenis penyakit tanaman padi dan cara pengendaliannya.

Dampak yang bisa terjadi ketika masalah ini terselesaikan adalah tidak ada lagi petani yang kesulitan dalam mendiagnosis jenis penyakit tanaman padi dan tidak ada kesalahan pengendalian terhadap penyakit tersebut. Dengan demikian, produktivitas pertanian dapat meningkat, risiko gagal panen menurun, dan ketersediaan pangan nasional meningkat tanpa harus bergantung pada impor. Pada akhirnya, hal ini akan berkontribusi pada tercapainya ketahanan pangan di Indonesia.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

1. Jumlah petani di Indonesia pada 2023 adalah sebanyak 28.192.693 orang dengan jumlah petani milenial yaitu petani yang berumur 19-39 tahun adalah sebanyak 6.183.009 orang atau 21,93% dari total petani di Indonesia [3].
2. Jumlah ahli proteksi tanaman di Indonesia tidak cukup banyak untuk ukuran Indonesia yang sebagai negara agraris. Ini dapat dilihat dari jumlah program studi proteksi tanaman yang akan menghasilkan ahli-ahli proteksi tanaman di Indonesia hanya ada di 9 universitas saja, yaitu Universitas Andalas (UNAND), Universitas Sriwijaya (UNSRI), Universitas Lampung (UNILA), Universitas Bengkulu (UNIB), Institut Pertanian Bogor (IPB), Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM), Universitas Gadjah Mada (UGM), Universitas Syiah Kuala (UNSYIAH), dan Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT) [9]. Kondisi ini akan berpengaruh pada pengembangan pengetahuan petani tentang ilmu pengendalian hama dan penyakit tanaman.
3. Instansi pemerintah pada bidang ini yaitu Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) ini tidak terdapat di setiap provinsi yang ada di Indonesia. Sehingga hal ini mengakibatkan sedikitnya petani yang tersentuh oleh ilmu pengendalian hama dan penyakit tanaman yang didapatkan dari ahli proteksi tanaman.

4. Berdasarkan informasi dari kepala Dinas Pertanian Kota Padang, beliau menyebutkan bahwa produksi padi di Kota Padang pada tahun 2019 mencapai 62.877,24 ton gabah kering giling (GKG) dan pada tahun 2020 hanya sekitar 51.542,75 ton. Penurunan produksi padi dari tahun 2019 ke tahun 2020 ini terjadi sebanyak 11.334,49 ton GKG atau sebanyak 18,03%. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya luas lahan padi dan juga disebabkan oleh penyakit-penyakit yang menyerang tanaman padi. Penyakit-penyakit yang menyerang tanaman padi tersebut adalah seperti hama tikus, hama wereng, penyakit blas, burung, dan lain-lain [10].

1.1.2 Analisis Masalah

Proyek tugas akhir ini perlu mempertimbangkan konstrain dari berbagai aspek yaitu seperti berikut.

1. Konstrain ekonomi
Biaya rancangan tidak boleh melebihi Rp. 5.000.000.
2. Konstrain *manufacturability*
Rancangan menggunakan komponen yang tahan lama.
3. Konstrain *sustainability*
Rancangan mendukung metode pengendalian penyakit secara organik tanpa pestisida.
4. Konstrain waktu dan sumber daya
Rancangan dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan oleh 1 orang dengan jam kerja 15 jam per minggu.
5. Konstrain Kesehatan
Rancangan tidak menggunakan bahan berbahaya.
6. Konstrain hukum
Rancangan tidak menggunakan metoda yang telah dipatenkan.
7. Konstrain lingkungan
Rancangan tidak menghasilkan limbah yang dapat membahayakan lingkungan.

1.1.3 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis permasalahan yang telah dilakukan, maka ditetapkan kebutuhan-kebutuhan yang harus dipenuhi pada proyek tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Alat mampu mengambil atau *capture* citra tanaman padi.
2. Alat mampu memproses citra yang diambil dan mendeteksi jenis penyakit yang menyerang tanaman padi.
3. Alat mampu menampilkan hasil deteksi berupa jenis penyakit yang menyerang tanaman padi.
4. Alat mampu memberikan rekomendasi cara pengendalian penyakit tanaman padi.
5. Alat dapat beroperasi dengan menggunakan baterai.
6. Alat dapat berfungsi tanpa jaringan internet.
7. Alat mampu memproses citra secara *real-time*.

1.1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada proyek tugas akhir ini adalah memecahkan masalah yang telah dijabarkan di atas yaitu merancang dan membangun sebuah sistem untuk mendeteksi jenis penyakit pada tanaman padi. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dalam mendiagnosis jenis penyakit tanaman padi dengan benar sehingga tidak terjadi lagi kesalahan diagnosis dan kesalahan penanganan serta dapat meningkatkan produktivitas pertanian.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

- Fitur Utama

Solusi ini memiliki fitur utama yaitu kemampuan mendeteksi jenis penyakit pada tanaman padi.

- Fitur Dasar

- *Computing Performance*

Solusi memiliki *computing performance* yang baik, sehingga mampu melakukan pemrosesan citra dan mendeteksi jenis penyakit padi secara akurat.

- *Sensing Capability*

Solusi memiliki *sensing capability* yang baik, yaitu mampu mengambil citra dan memastikan kualitasnya memadai sebagai input.

- *Output Capability*

Solusi memiliki *output capability* yang baik, yaitu mampu memberikan *output* hasil pemrosesan berupa informasi jenis penyakit padi dan cara pengendaliannya.

- Fitur Tambahan

- Tanpa internet

Solusi dapat berfungsi tanpa memerlukan akses jaringan internet.

- *Real-time*

Solusi dapat beroperasi secara *real-time* pada proses-proses pendeteksian jenis penyakit padi.

- Sifat Solusi

- Tahan lama

Solusi diharapkan memiliki masa pakai 8 hingga 10 tahun.

- Mudah diinstalasi

Solusi dapat dipasang dan digunakan dengan mudah.

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1

Solusi ini menggunakan model *EfficientNet-Lite* yang biasa digunakan untuk klasifikasi citra. *EfficientNet-Lite* adalah versi arsitektur *EfficientNet* yang cocok untuk digunakan pada perangkat seluler karena menggunakan fungsi aktivasi *ReLU6* dan menghapus *squeeze and excitation blocks*. *EfficientNet* sendiri adalah arsitektur *convolutional neural network* yang penskalaan semua dimensi kedalaman/lebar/resolusi secara seragam dengan menggunakan koefisien gabungan[11]. *EfficientNet-Lite* membawa kekuatan model *EfficientNet* ke perangkat *edge*. *EfficientNet-Lite* tersedia dalam 5 opsi pilihan yang memungkinkan pengguna untuk memilih dari opsi latensi/ukuran model yang rendah yaitu model *EfficientNet-Lite0* hingga opsi akurasi yang tinggi yaitu *EfficientNet-Lite4*[12].

1.2.2.2 Solusi 2

Solusi ini menggunakan model *You Only Look Once (YOLO)* untuk mendeteksi penyakit tanaman padi. *YOLO* adalah sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara *real-time* yang

dikembangkan oleh Joseph Redmon di tahun 2016. Cara kerja *YOLO* cukup sederhana, *YOLO* menerima sebuah input gambar yang dibagi menjadi *grid* sebesar *SxS* yang dikirimkan ke sebuah *neural network* untuk membuat *bounding box* dan *class prediction*. Setiap *grid cell* memprediksi *bounding box* dan *confidence score* dari tiap kotak. *Confidence score* digunakan untuk menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil prediksi [13][14].

1.2.2.3 Solusi 3

Solusi ini menggunakan metode *Haar-Cascade Classification*, yaitu sebuah algoritma untuk mendeteksi objek dalam sebuah gambar, video, dan secara *real-time* yang diperkenalkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001. Metode ini menggabungkan fungsi *Haar-Like* dan *Cascade Classifier* yang bertujuan untuk membentuk model klasifikasi [14].

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

House Of Quality		Technical Specifications (How)									
		Computing Performance	Sensing Capability	Outputing Capability	Realtime	Without internet	High Camera Quality	High Accuracy			
Customer Requirements (What)	Importance	1	2	3	4	5	6	7	Relationships	Weight	
1 Cost < Rp.5.000.000	5	●	●	●	●	●	●	●	Strong	●	3
2 Menggunakan komponen yang tahan lama	3	●	●	●	●		●				
3 Merekomendasikan cara pengendalian penyakit secara organik	2										
4 Dapat diselesaikan < 6 bulan	4			○				○	Medium	○	2
5 Tidak menggunakan bahan berbahaya	2								Weak	▽	1
6 Tidak menggunakan metoda paten	2										
7 Tidak menghasilkan limbah yang bahaya bagi lingkungan	1										
		24	24	32	24	15	24	23			
		14,46%	14,46%	19,28%	14,46%	9,04%	14,46%	13,86%			
	Solusi 1	●		●	●			●	1,86		
	Solusi 2	○		●	●			●	1,72		
	Solusi 3	●		●	●			▽	1,58		

Gambar 1.1 *House of Quality*

Gambar 1.1 merupakan analisis usulan solusi yang menggunakan metode *House of Quality (HoQ)* untuk memetakan keterkaitan antara *customer requirements* dengan *technical specifications*. Dari matriks yang ada pada gambar di atas, terlihat bahwa:

- Biaya memiliki hubungan yang kuat dengan semua *technical specifications*.
- Penggunaan komponen yang tahan lama juga memiliki hubungan yang kuat dengan sebagian besar *technical specifications*.

- Kebutuhan penyelesaian proyek dalam waktu kurang dari 6 bulan memiliki hubungan yang cukup kuat dengan *output capability* dan *high accuracy*.

Berikut ini adalah perhitungan untuk matriks hubungan masing-masing dengan *technical specifications*.

- *Computing Performance* = $(3 \times 5) + (3 \times 3) = 24$
- *Sensing Capability* = $(3 \times 5) + (3 \times 3) = 24$
- *Output Capability* = $(3 \times 5) + (3 \times 3) + (2 \times 4) = 32$
- *Real-time* = $(3 \times 5) + (3 \times 3) = 24$
- Tanpa Internet = $(3 \times 5) = 15$
- *High Camera Quality* = $(3 \times 5) + (3 \times 3) = 24$
- *High Battery Quality* = $(3 \times 5) + (3 \times 3) = 24$
- *High Accuracy* = $(3 \times 5) + (2 \times 4) = 23$

Setelah didapatkan nilai hubungan setiap *technical specifications* dengan masing-masing *customer requirements*, kemudian dihitung persentase *technical specifications* untuk melihat aspek teknis yang mana yang memiliki persentase tertinggi. Kemudian dibuat matriks untuk melihat hubungan antara solusi dengan *technical specifications*. Berikut ini adalah hasil perhitungan masing-masing solusi yang ditawarkan, yaitu solusi 1, solusi 2, dan solusi 3 dengan *technical specifications*.

- Solusi 1 = $(3 \times 14,46\%) + (3 \times 19,28\%) + (3 \times 14,46\%) + (3 \times 13,86\%) = 1,86$
- Solusi 2 = $(2 \times 14,46\%) + (3 \times 19,28\%) + (3 \times 14,46\%) + (3 \times 13,86\%) = 1,72$
- Solusi 3 = $(3 \times 14,46\%) + (3 \times 19,28\%) + (3 \times 14,46\%) + (1 \times 13,86\%) = 1,58$

Sehingga didapatkan solusi persentase masing-masing solusi untuk melihat solusi yang memiliki keterkaitan yang paling tinggi.

1.2.4 Solusi yang dipilih

Berdasarkan analisis usulan solusi menggunakan metode *house of quality*, solusi 1 memperoleh skor keterkaitan dengan *technical specifications* yaitu sebesar 1,86 sedangkan solusi 2 sebesar 1,72 dan solusi 3 sebesar 1,58. Sehingga dipilih solusi yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat adalah solusi 1 yaitu mendeteksi penyakit padi dengan menggunakan *EfficientNet-Lite*.