

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan salah satu buah tropis yang memiliki nilai ekonomi tinggi, terutama di Indonesia. Dikenal dengan rasa yang khas dan kaya akan manfaat kesehatan, permintaan terhadap manggis terus meningkat baik di pasar domestik maupun internasional. Buah ini menjadi komoditas unggulan yang memiliki prospek cerah dalam industri pertanian Indonesia, dan semakin populer seiring dengan kesadaran konsumen terhadap manfaatnya bagi kesehatan. Keunggulan buah manggis dari segi nutrisi dan cita rasa menjadikannya salah satu produk pertanian yang sangat diminati di berbagai pasar global.

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Hortikultura, produksi manggis di Indonesia terus meningkat dengan laju pertumbuhan 21,11% per tahun. Pada 2019, produksi manggis nasional mencapai 246,48 ribu ton, naik 8,03% dibandingkan produksi tahun 2018 sebesar 228,15 ribu ton. Peningkatan ini merupakan dampak positif dari kenaikan luas panen yang signifikan sebesar 40,35%, meskipun produktivitas mengalami penurunan 23,02%. Hingga 2019, Indonesia tidak melakukan impor manggis karena konsumsi domestik telah tercukupi dari produksi dalam negeri, bahkan mengalami surplus. Kelebihan pasokan manggis tersebut menjadi komoditas ekspor ke berbagai negara. Pada 2019, pangsa ekspor manggis Indonesia terutama ke tiga negara di Asia mencapai 95,52% atau 26,55 ribu ton dari total ekspor 27,80 ribu ton. Ketiga negara tersebut adalah Hong Kong dengan pangsa 43,59% (12,12 ribu ton), China 36,05% (10,02 ribu ton), dan Malaysia 15,88% (4,42 ribu ton) [1].

Pasar dunia untuk buah manggis masih sangat terbuka, sehingga potensi peningkatan ekspor masih besar. Hal ini menunjukkan bahwa buah manggis memiliki nilai ekonomis tinggi dan prospek baik untuk dikembangkan sebagai komoditas ekspor. Namun, meskipun produksi buah manggis terus meningkat,

hanya sekitar 5–20% dari total produksi yang memenuhi standar kualitas ekspor [2].

Menurut Kementerian Pertanian Republik Indonesia, buah manggis yang diperdagangkan sebagian besar berasal dari kebun rakyat yang belum terpelihara dengan baik, dan sistem produksinya masih bergantung pada kondisi alam. Hal ini menyebabkan kualitas buah yang dihasilkan menjadi tidak seragam, baik dari segi ukuran, tingkat kematangan, maupun kondisi fisiknya. Tanaman manggis akan berproduksi optimal pada ketinggian 100–700 meter di atas permukaan laut, dengan suhu udara 20–32°C, kelembaban udara maksimal 80%, curah hujan 700–2.500 mm per tahun, serta pH tanah berkisar 5,5–6,5. Dalam rangka meningkatkan mutu produk manggis segar, telah ditetapkan Sistem Produksi dan Penanganan Produk yang mengacu pada Sistem Jaminan Mutu, seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 22 Tahun 2021 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3211:2009 tentang Buah Manggis Segar. [3]

Namun, dibalik peningkatan produksi dan besarnya permintaan ekspor, para petani dan pelaku usaha manggis masih menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas buah yang dihasilkan. Salah satu tantangan utama adalah menentukan tingkat kematangan yang tepat dan mendeteksi cacat fisik seperti retakan, goresan, atau kerusakan akibat serangga. Proses pemilihan ini sering kali dilakukan secara manual dengan mengandalkan pengalaman petani, yang cenderung subjektif dan rentan terhadap kesalahan, terutama ketika permintaan tinggi dan kecepatan produksi menjadi prioritas.

Kesalahan dalam menentukan kematangan dan mendeteksi cacat dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. Buah yang dipanen sebelum matang sempurna tidak memiliki rasa dan tekstur yang bagus, sehingga menurunkan minat konsumen. Sementara itu, buah yang terlalu matang lebih cepat membusuk dan tidak tahan lama selama distribusi yang dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. Selain itu, buah yang cacat atau rusak dapat mengakibatkan penurunan harga jual karena dianggap tidak memenuhi kualitas yang diharapkan oleh konsumen. Kegagalan dalam menjaga kualitas buah juga berdampak langsung pada pendapatan pemilik usaha manggis. Buah yang tidak layak jual akan meningkatkan

jumlah produk yang terbuang, sehingga menyebabkan kerugian finansial. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang dapat membantu petani dan pelaku usaha dalam menjaga kualitas buah secara konsisten.

Stakeholder utama dalam permasalahan ini adalah pemilik usaha manggis. Mereka bertanggung jawab atas proses budidaya, pemanenan, dan pemilihan manggis. Jika gagal menentukan kematangan atau mendeteksi cacat dapat menyebabkan kualitas hasil panen menurun, yang berpengaruh pada harga jual dan pendapatan mereka. Selain itu, konsumen juga mengharapkan buah berkualitas tinggi yang bebas cacat dan memiliki tingkat kematangan yang sesuai. Kepuasan konsumen akan mempengaruhi permintaan jangka panjang terhadap produk manggis.

Jika masalah ini berhasil diselesaikan, dampaknya akan terasa pada seluruh pihak yang terlibat. pemilik usaha manggis akan lebih mudah memilih buah yang matang dan bebas cacat, sehingga mereka dapat menjual produk dengan harga lebih tinggi dan meningkatkan pendapatan. Sementara itu konsumen akan mendapatkan buah manggis dengan kualitas lebih baik dari segi rasa, tekstur, dan penampilan, yang meningkatkan kepuasan mereka.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Untuk menghasilkan buah manggis segar berkualitas sesuai permintaan pasar, telah disusun Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk buah manggis segar. Standar ini dirilis tahun 2009 dengan nomor 3211:2009, merevisi SNI sebelumnya 01-3211-1992. Standar ini menetapkan ketentuan tentang mutu, ukuran, toleransi, penampilan, pengemasan, pelabelan, rekomendasi, dan higienitas buah manggis varietas komersial (*Garcinia mangostana L.*) yang dipasarkan untuk konsumsi segar setelah penanganan pascapanen.[3]

Pengkelasan mutu buah manggis digolongkan dalam 3 (tiga) kelas mutu, sebagai berikut:

Tabel 1.1 Pengkelasan Mutu Manggis berdasarkan SNI 3211:2009[3]

Kelas Mutu	Kriteria	Toleransi	
		Mutu	Ukuran
Super	Manggis bermutu paling baik, bebas dari cacat kecuali cacat sangat kecil pada permukaan; daging buah bening (translucent) dan atau getah kuning (yellow gum) tidak lebih dari 5%	Batas toleransi mutu kelas Super yang diperkenankan tidak memenuhi ketentuan mutu maksimum 5% dari jumlah atau bobot manggis tetapi masih termasuk dalam kelas A	Untuk semua kelas, batas toleransi yang diperbolehkan adalah 10% dari jumlah atau bobot manggis di atas atau di bawah kisaran ukuran yang ditentukan.
Kelas A	Manggis bermutu baik, dengan cacat yang diperbolehkan sbb : sedikit kelainan pada bentuk; cacat sedikit pada kulit dan kelopak buah seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya; total area cacat tidak lebih dari 10% dari luas total seluruh permukaan buah; cacat tersebut tidak mempengaruhi daging buah; daging buah bening (translucent) dan atau getah kuning (yellow gum) tidak lebih dari 10%	Batas toleransi mutu kelas A yang diperkenankan tidak memenuhi ketentuan mutu maksimum 10% dari jumlah atau bobot manggis tetapi masih termasuk dalam kelas B	
Kelas B	Manggis bermutu baik, dengan cacat yang diperbolehkan sbb : kelainan pada bentuk; cacat sedikit pada kulit dan kelopak buah seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya; total area cacat tidak lebih dari 10% dari luas total seluruh permukaan buah; cacat tersebut tidak mempengaruhi daging	Batas toleransi mutu kelas B yang diperkenankan tidak memenuhi ketentuan mutu maksimum 10% dari jumlah atau bobot manggis tetapi masih memenuhi persyaratan minimum.	

	buah; daging buah bening (translucent) dan atau getah kuning (yellow gum) tidak lebih dari 20%.		
--	---	--	--

Untuk kode ukuran buah manggis ditentukan berdasarkan bobot atau diameter maksimum buah yang diukur secara melintang, sesuai tabel berikut[3]:

Tabel 1.2 Kode Ukuran Berdasarkan Bobot dan Diameter Buah

Kode Ukuran	Bobot (gram)	Diameter (mm)
1	> 125	> 62
2	101 - 125	59 - 62
3	76 - 100	53 - 58
4	51 - 75	46 - 52
5	30 - 50	38 - 45

Tingkat kematangan manggis dapat diidentifikasi melalui warna kulitnya. Warna kulit merupakan indikator utama untuk menilai kematangan buah manggis. Buah yang belum matang memiliki kulit berwarna kuning kehijauan muda dengan bintik-bintik merah muda tersebar. Panen awal untuk buah berkualitas tinggi dilakukan ketika kulit memiliki bintik merah yang tersebar tidak merata di seluruh permukaan buah. Manggis siap dikonsumsi ketika mencapai tahap kematangan tertentu, ditandai dengan ciri-ciri berikut: kulit menjadi gelap hingga kemerahan, tidak ada sisa lateks di kulit, dan daging buah mudah terpisah dari kulit. Penanganan hati-hati sangat penting untuk buah matang guna menghindari kerusakan mekanis. Kriteria panen buah manggis biasanya terpenuhi antara 104–110 hari setelah bunga mekar. Pada rentang waktu ini, warna kulit buah berubah dari hijau kekuningan menjadi merah kecoklatan atau merah keunguan. Untuk keperluan ekspor, manggis dipanen pada usia 104–108 hari setelah bunga mekar. Kriteria panen untuk ekspor meliputi warna kulit ungu kemerahan atau merah muda, dengan sebagian kulit masih hijau. Buah dengan 10–25% warna ungu merah diterima, bahkan hingga 50% warna ungu merah masih dapat diterima.[4]

Buah manggis dapat dipanen setelah berumur 100 hingga 104 hari setelah berbunga. Tingkat kematangan sangat berpengaruh terhadap kualitas dan daya simpan manggis. Menurut penjelasan di Cybext Kementerian Pertanian, ciri fisik dan umur panen manggis yang tepat dapat diketahui dari beberapa hal berikut ini:

1. Panen di umur 104 hari, Warna kulit manggis masih hijau dengan bintik ungu, berat buah sekitar 80–130 gram dengan diameter 55–60 mm.
2. Panen di umur 106 hari: Warna kulit mulai ungu kemerahan sebanyak 10–25%, berat buah sekitar 80–130 gram dengan diameter 55–60 mm.
3. Panen di umur 108 hari: Warna kulit ungu merah sebanyak 25–50%, berat buah sekitar 80–130 gram dengan diameter 55–60 mm.
4. Panen di umur 110 hari: Warna kulit ungu merah hampir merata sebanyak 50–75%, berat buah sekitar 80–130 gram dengan diameter 55–60 mm.
5. Panen di 114 hari: Warna kulit ungu merah merata, berat buah sekitar 80–130 gram dengan diameter 55–65 mm. Untuk konsumsi pribadi atau pasar lokal, buah biasa dipetik pada umur 114 hari sejak bunga mekar (SBM). Untuk kebutuhan ekspor, buah bisa dipetik pada umur 104–108 SBM.[5]

Kerusakan buah selama pemanenan dan pemasaran dapat mencapai lebih dari 20%. Salah satu penyebab utama adalah getah kuning—lateks yang merembes ke dalam daging buah, mengakibatkan rasa pahit. Getah ini juga dapat merembes ke permukaan luar buah, menyebabkan pengerasan kulit. Kelainan lain yang mungkin terjadi pada buah manggis setelah dipanen adalah daging buah yang tembus pandang atau transparan, akibat hujan deras selama fase pertumbuhan dan perkembangan buah.

Manggis yang telah dipanen akan disimpan terlebih dahulu sebelum diekspor. Selama ini, penyimpanan buah manggis pasca-panen bersifat sementara yaitu selama 1–2 hari atau selama proses grading dan packaging di packing house. Tujuan penyimpanan adalah memperpanjang daya tahan buah pada suhu tertentu agar dapat dikonsumsi dalam keadaan baik. Setelah penyimpanan, buah manggis dikemas dan diangkut ke lokasi tujuan. Proses pengangkutan sangat mempengaruhi kesegaran dan ketahanan buah. Pengangkutan ideal menggunakan mobil berpendingin dengan suhu di bawah 10°C. Namun, jika kendaraan berpendingin

tidak tersedia, pengemasan harus dilakukan dengan cermat. Buah manggis sebaiknya tidak ditumpuk terlalu padat, dan penggunaan plastik penutup harus dihindari karena dapat meningkatkan suhu dan mempercepat pematangan buah yang berpotensi menyebabkan pembusukan. Buah yang telah dikemas sebaiknya ditempatkan di kendaraan bak terbuka dengan tumpukan yang tidak terlalu padat atau tinggi, guna menjaga sirkulasi udara dan mempertahankan kesegaran selama pengangkutan.[6]

Untuk mengatasi masalah penentuan kematangan dan cacat pada buah manggis ini terdapat beberapa solusi yang telah ada sebagai berikut :

Tabel 1.3 Solusi yang telah ada terkait permasalahan yang dihadapi

Solusi	Kelebihan	Kekurangan
Deteksi Kematangan Buah Manggis Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSV[7]	Sistem ini mampu mendeteksi kematangan buah manggis dengan menganalisis fitur warna kulit menggunakan transformasi ruang warna HSV, yang sederhana dan efektif dengan mengekstraksi fitur warna ini kematangan buah manggis dapat diketahui	sistem ini kurang akurat dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi, karena analisis warna sangat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan saat pengambilan gambar.
Sistem Deteksi Kecacatan Permukaan Buah Manggis Menggunakan Metode Deep Learning dengan Konvolusi Multilayer[8]	Sistem ini mampu mendeteksi cacat pada permukaan buah manggis dengan akurasi tinggi menggunakan metode deep learning.	Fokus pada deteksi cacat permukaan saja, sehingga tidak dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan buah
Klasifikasi Kematangan Buah Manggis Ekspor dan Lokal Berdasarkan Warna dan Tekstur	Sistem ini mampu mengklasifikasikan kematangan buah manggis dengan mempertimbangkan	Sistem ini hanya berfokus untuk membedakan kategori kematangan buah manggis ekspor dan lokal

Menggunakan Fuzzy Neural Network[9]	berbagai fitur warna dan tekstur, serta menggunakan pendekatan Fuzzy Neural Network yang dapat menangani ketidakpastian dalam data.	tanpa mengetahui apakah buah tersebut mengalami kerusakan.
--	---	--

1.1.2 Analisis Masalah

1. Aspek Ekonomi

Dengan teknologi yang tepat, petani dapat memastikan bahwa buah manggis yang dipasarkan sesuai dengan kualitas yang diinginkan konsumen. Hal ini akan meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi potensi kerugian akibat produk yang rusak.

2. Aspek Lingkungan

Buah yang tidak dipilih dengan benar sering kali mengalami pembusukan selama proses pengiriman, terutama karena perjalanan ekspor memakan waktu lama. Mengurangi jumlah buah yang terbuang akibat salah pemilihan dapat membantu mengurangi limbah dan menjaga kelestarian lingkungan

3. Aspek Sosial

Peningkatan kualitas dan kuantitas buah yang dapat dijual akan meningkatkan pendapatan, yang pada akhirnya meningkatkan taraf hidup dan komunitas sekitarnya. Selain itu, pengenalan teknologi baru akan membantu dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuan tentang teknologi di bidang pertanian.

4. Aspek Kesehatan

Buah manggis yang berkualitas baik dan bebas cacat akan lebih aman untuk dikonsumsi, sehingga mengurangi risiko masalah kesehatan bagi konsumen. Hal ini juga akan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap kualitas produk manggis yang dihasilkan.

1.1.3 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan permasalahan deteksi kematangan dan cacat pada buah manggis. Kebutuhan utama tersebut adalah sebagai berikut:

1. Alat harus dapat memproses berbagai ukuran buah

Alat ini harus dapat memproses berbagai ukuran buah manggis sehingga dapat mengklasifikasikan buah manggis yang beragam.

2. Alat harus dapat mendeteksi cacat pada buah

Alat ini harus dapat mengidentifikasi cacat pada permukaan buah dan membedakannya dari kondisi buah yang bagus, sehingga dapat memisahkan buah yang layak jual dari yang tidak layak.

3. Alat harus dapat memilih buah yang bagus dan yang rusak

Alat harus mampu melakukan pemilahan antara buah yang berkualitas baik dan yang cacat sehingga dapat menjaga kualitas produk dari buah yang tidak layak konsumsi.

4. Alat dapat menyimpan data hasil proses pemilihan buah sebelumnya

Alat harus dapat menyimpan informasi mengenai hasil pemilihan buah, seperti jumlah buah yang matang dan buah yang cacat.

1.1.4 Tujuan

Tujuan dari permasalahan ini adalah untuk mengembangkan sebuah alat yang mampu mendeteksi kematangan dan cacat pada buah manggis agar dapat meningkatkan efisiensi proses pemisahan buah dan mengurangi kesalahan manusia sehingga dapat meningkatkan daya saing produk manggis di pasar internasional.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

Fitur Dasar

1. *Object Identification* (Identifikasi Objek)

Alat ini harus dapat mengenali buah manggis berdasarkan karakteristik visual pada kulit manggis sehingga dapat mengidentifikasi kelas buah yang matang dan rusak.

2. *Controlling Performance* (Kontrol Kinerja)

Sistem ini harus memiliki kemampuan untuk mengontrol kinerja alat secara otomatis meliputi pemindahan buah yang rusak atau tidak layak ke kategori yang sesuai melalui mekanisme otomatis.

3. *Sensing Capability* (Kemampuan Pendeteksian)

Alat ini harus dilengkapi dengan sensor yang mampu mendeteksi keberadaan buah pada sistem. Sensor ini bertugas memberikan data kepada sistem untuk menentukan pemilahan kelas buah manggis.

4. *Data Storage Capability* (Kemampuan Penyimpanan Data)

Alat ini harus mampu menyimpan hasil proses pemilahan buah secara otomatis. Data ini dapat digunakan sebagai catatan hasil pemilihan buah yang dapat diakses kembali.

5. *Computational Method* (Metode Komputasi)

Alat ini menggunakan metode komputasi untuk memproses dan menganalisis data kematangan dan cacat pada buah. Proses komputasi ini bertujuan untuk menghasilkan klasifikasi kematangan dan cacat buah dengan akurat dan cepat.

Fitur Tambahan

1. *Low Cost* (Biaya Terjangkau)

Alat ini dirancang menggunakan komponen yang lebih terjangkau memudahkan penggantian komponen yang rusak..

2. *Energy Efficiency* (Efisiensi Energi)

Alat ini harus hemat energi, menggunakan sumber daya minimal untuk beroperasi secara efisien. Efisiensi energi juga mendukung biaya operasional yang lebih rendah.

3. *High Accuracy* (Akurasi Tinggi)

Alat ini harus memiliki akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan memisahkan buah yang baik dengan buah yang rusak.

4. *Work automatically* (Bekerja Otomatis)

Alat ini dirancang dengan kemampuan otomatisasi, memungkinkan proses sortasi berlangsung tanpa melibatkan tenaga kerja manual yang signifikan. Sistem otomatis dapat meningkatkan produktivitas.

5. *Easy to Use* (Mudah Digunakan)

Alat ini harus dirancang agar memerlukan pemeliharaan minimal. Dengan komponen yang tahan lama dan sistem otomatis yang stabil, pengguna tidak perlu sering-sering melakukan perawatan atau perbaikan, sehingga mengurangi downtime alat.

1.2.2 Usulan Solusi

Solusi 1 : Sistem sortasi berbasis teknologi *machine learning* (ML) dengan kamera

Sistem sortasi berbasis teknologi *machine learning* (ML) dengan kamera ini menggunakan pendekatan deteksi objek untuk mengklasifikasikan buah manggis berdasarkan kualitasnya. Kamera akan mengambil gambar buah manggis, dan model akan menganalisis setiap gambar untuk mendeteksi kematangan serta cacat pada buah. Model dilatih menggunakan dataset yang mencakup berbagai kondisi buah, sehingga dapat mengenali pola dan fitur yang menandakan kelas kematangan dan kerusakan pada buah. Setelah proses deteksi, sistem mekanis yang terintegrasi akan memisahkan buah yang berkualitas baik dari yang cacat atau tidak layak jual berdasarkan hasil klasifikasi.

Solusi 2 : Sistem Sortasi Berbasis Sensor Suhu Infrared dan Berat Buah

Sistem sortasi ini menggunakan sensor suhu infrared dan sensor berat untuk menilai kualitas buah manggis. Saat buah melewati jalur pemrosesan, sensor suhu infrared mendeteksi suhu permukaan buah. Suhu dapat menjadi indikator kematangan,

karena buah yang lebih matang cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi akibat aktivitas metabolisme[10]. Selain itu, sensor ini juga dapat membantu mendeteksi kerusakan pada buah, seperti adanya pembusukan, yang sering kali menghasilkan panas. Setelah melalui tahap pengukuran suhu, buah diarahkan ke sensor berat (load cell), yang mengukur massa buah. Data dari kedua sensor ini diproses untuk mengklasifikasikan buah berdasarkan kualitas kematangan.

Solusi 3 : Sistem Sortasi Berbasis Spektroskopi NIR

Sistem ini memanfaatkan teknologi Near Infrared (NIR) untuk menganalisis kualitas buah manggis melalui pantulan cahaya inframerah yang ditembakkan ke buah. Sensor NIR memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang dapat menembus kulit buah dan berinteraksi dengan senyawa kimia di dalamnya, seperti air, gula, dan asam organik. Setiap senyawa akan menyerap cahaya pada panjang gelombang yang khas, yang memungkinkan sensor untuk mengidentifikasi komposisi kimia buah. Dengan cara ini, sistem dapat mengukur kadar air, kadar gula, dan parameter lainnya yang berhubungan dengan kematangan buah manggis. Untuk mendeteksi kerusakan buah seperti busuk dapat dilihat dari perubahan pola spektrum pantulan cahaya inframerah karena adanya perubahan dalam kadar air dan komposisi kimia buah. Misalnya, saat buah mengalami pembusukan, terjadi peningkatan senyawa etanol dan asam organik seperti asam asetat akibat aktivitas mikroba. Setelah cahaya dipantulkan kembali, data yang dihasilkan akan dikirimkan ke unit pengolahan data yang menganalisis spektrum tersebut untuk menentukan tingkat kematangan dan kualitas buah.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Analisis usulan solusi dilakukan berdasarkan nilai fitur-fitur pada tabel HoQ (*House of Quality*) berikut :

		Customer importance rating (1 = low, 5 = high)		Fitur Dasar					Solusi		
				Object Identification	Controlling Performance	Sensing Capability	Data Storage Capability	Computational Method	1	2	3
Fitur Tambahan	Low Cost	2	10,5%	▲	▲	▲	●	▲	▲	●	▲
	Energy Efficiency	3	15,8%	▲	▲	▲	●	▲	○	●	▲
	High Accuracy	5	26,3%	●	●	●	▲	●	▲	●	●
	Easy to Use	5	26,3%	●	●	●	▲	○	●	○	▲
	Work automatically	4	21,0%	○	●	●	▲	○	●	●	●
		Importance rating		67	75	75	39	57	4,26	3,42	2,89
		Percent of importance		21,4%	24,0%	24,0%	12,5%	18,2%			
Solusi	Solusi 1			●	○	●	●	○	4,16		
	Solusi 2			▲	●	○	●	○	3,31		
	Solusi 3			○	▲	●	▲	●	3,12		

Gambar 1.1 Tabel HoQ (*House of Quality*)

Analisis HoQ:

Tabel House of Quality (HoQ) adalah alat yang digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi hubungan antara kebutuhan pengguna dan fitur-fitur teknis yang dimiliki oleh sebuah produk atau sistem. Dalam tabel ini, fitur-fitur dasar alat deteksi kematangan dan cacat pada buah manggis dianalisis menggunakan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan kekuatan hubungan antara kebutuhan teknis dan performa fitur tersebut. Simbol yang digunakan dalam tabel yaitu segitiga menunjukkan hubungan lemah (1 poin), lingkaran menunjukkan hubungan sedang (3 poin), lingkaran dengan titik tengah menunjukkan hubungan kuat (5 poin). Selain

itu, fitur dasar yang penting untuk mendapatkan performa yang baik ditandai dengan segitiga atas, artinya fitur tersebut harus dioptimalkan, sementara fitur yang boleh dalam kondisi biasa saja ditandai dengan segitiga bawah.

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan *House Of Quality* didapatkan point akhir dari setiap solusi sebagai berikut :

1. Berdasarkan fitur dasar

$$\text{Solusi 1 : } (5 \times 21,4\%) + (3 \times 24,0\%) + (5 \times 24,0\%) + (5 \times 12,5\%) + \\ (3 \times 18,2\%) = 4,161$$

$$\text{Solusi 2 : } (1 \times 21,4\%) + (5 \times 24,0\%) + (3 \times 24,0\%) + (5 \times 12,5\%) + \\ (3 \times 18,2\%) = 3,305$$

$$\text{Solusi 3 : } (3 \times 21,4\%) + (1 \times 24,0\%) + (5 \times 24,0\%) + (1 \times 12,5\%) + \\ (5 \times 18,2\%) = 3,117$$

2. Berdasarkan fitur tambahan

$$\text{Solusi 1 : } (1 \times 10,5\%) + (3 \times 15,8\%) + (5 \times 26,3\%) + (5 \times 26,3\%) + \\ (5 \times 21,0\%) = 4,259$$

$$\text{Solusi 2 : } (5 \times 10,5\%) + (5 \times 15,8\%) + (1 \times 26,3\%) + (3 \times 26,3\%) + \\ (5 \times 21,0\%) = 3,417$$

$$\text{Solusi 3 : } (1 \times 10,5\%) + (1 \times 15,8\%) + (5 \times 26,3\%) + (1 \times 26,3\%) + \\ (5 \times 21,0\%) = 2,891$$

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Berdasarkan analisis dan perbandingan terhadap fitur dasar dan fitur tambahan dari tiga solusi yang diusulkan, solusi yang dipilih adalah Sistem sortasi berbasis teknologi machine learning (ML) dengan kamera. Solusi ini memperoleh nilai tertinggi dalam evaluasi fitur dasar dan fitur tambahan, dengan skor 4,161 untuk fitur dasar dan 4,259 untuk fitur tambahan. Sistem ini menggunakan teknologi *machine learning (ML)* untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan cacat dan kematangan buah manggis dengan akurat melalui analisis gambar yang diambil dari kamera. Sistem ini memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi objek, kontrol kinerja, dan metode komputasi yang cepat dan efisien. Solusi ini dirancang agar mudah digunakan pengguna sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi kesalahan manual, dan meningkatkan kualitas produk yang siap dipasarkan atau diekspor.

