

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan salah satu buah populer yang sering dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan dan merupakan jenis buah-buahan yang memiliki ekonomi yang tinggi dan bermanfaat sehingga buah stroberi memiliki tingkat permintaan yang tinggi [1]. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan, produksi stroberi di Indonesia mencapai 28,895 ton pada tahun 2022 [2]. Jumlah tersebut melonjak hingga 193,05% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 9,860 ton. Jawa Barat merupakan penghasil stroberi terbesar di Indonesia dengan produksi sebesar 25,413 ton pada 2022 [2]. Jumlah tersebut setara dengan 87,94% dari total produksi stroberi di Indonesia sepanjang tahun lalu. Melihat tren tersebut, seleksi tingkat kematangan pada buah stroberi merupakan upaya untuk meningkatkan kualitas buah stroberi. Tingkat kematangan dalam panen merupakan faktor penting yang menentukan kualitas buah, stroberi yang matang optimal akan memberikan rasa, tekstur dan nilai gizi yang optimal.

Berdasarkan data BPS yang telah disebutkan produksi stroberi di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Jawa Barat adalah salah satu provinsi penghasil buah stroberi terbesar dan budidaya stroberi menjadi faktor penunjang perekonomian warga lokal. Pertumbuhan stroberi yang cepat mengharuskan petani stroberi memberikan perhatian khusus pada buah tersebut. Buah stroberi mengalami siklus panen dua hingga tiga hari yang kemudian buahnya akan busuk. Buah stroberi yang busuk harus segera diberikan penanganan agar tidak memengaruhi pertumbuhan buah stroberi lainnya.

Kematangan adalah parameter utama dalam proses sortir buah dan panen produk pertanian terutama pada buah-buahan. Perbedaan kematangan ini memberikan perbedaan tampilan sifat permukaan pada buah stroberi [1]. Pada kenyataannya, proses panen buah stroberi masih dilakukan secara konvensional. Proses ini, mengakibatkan pemborosan waktu dan sumber daya. Hal ini dikarenakan petani harus memeriksa setiap buah secara detail. Kesalahan dalam menentukan kematangan stroberi juga dapat mengurangi nilai jual produk dan kualitas buah yang dihasilkan.

Ichigo Farm merupakan salah satu perkebunan stroberi yang berlokasi di eMTe Argo Park - Ciwidey, Jawa Barat. Perkebunan ini memiliki dua kelompok konsumen dengan tingkat

orientasi kematangan yang berbeda. Kelompok konsumen pertama yaitu *e-commerce* atau supermarket menginginkan tingkat kematangan buah stroberi yang sedang sehingga buah tidak mudah membusuk di perjalanan pada saat pengiriman. Sedangkan kelompok konsumen kedua yaitu konsumen yang berkunjung langsung pada perkebunan buah stroberi sehingga buah yang dipetik diharapkan telah matang sempurna sehingga dapat dikonsumsi langsung di tempat.

Pada perkebunan Ichigo Farm, proses panen dan sorting masih dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan penilaian tingkat kematangan dan kualitas berdasarkan warna serta ukuran pada buah stroberi tersebut. Panen secara konvensional yang dilakukan petani dapat mengakibatkan pemborosan sumber daya manusia, waktu yang lama untuk panen serta dapat mengakibatkan kesalahan dalam mengklasifikasikan buah stroberi yang mungkin tidak sesuai dengan permintaan pelanggan.

Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan pada perkebunan Ichigo Farm ini adalah sebuah sistem yang dapat mendeteksi tingkat kematangan dan kualitas pada buah stroberi. Sistem ini menggunakan metode *deep learning* yang terintegrasi dengan Android untuk mendeteksi tingkat kematangan dan kualitas pada buah stroberi. Sistem ini akan berguna untuk menentukan tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi serta membantu petani dan pengunjung dalam klasifikasi kematangan buah dan kualitas yang diinginkan.

1.1.2 Analisa Masalah

Analisis masalah Identifikasi Tingkat Kematangan dan Kualitas pada Buah Stroberi Menggunakan *Deep Learning* memunculkan sejumlah masalah yang perlu dipertimbangkan dari berbagai perspektif. Pada proses analisa masalah dapat dilihat dari beberapa berbagai aspek seperti aspek operasional, aspek Ekonomi, aspek Manufakturabilitas dan aspek Keberlanjutan. Dari sudut pandang operasional didasarkan pada tampilan buah bintik kuning pada permukaan stroberi. Selain itu pada sudut pandang ekonomi, pengelolaan kematangan buah stroberi salah satu peran kunci dalam menentukan harga dan nilai pasokan produk di pasar. Di sisi lain, dari perspektif manufakturabilitas, klasifikasi kematangan buah dan kualitas akan mempengaruhi proses pengolahan dan distribusi dan aspek berkelanjutan merupakan salah satu pertimbangan utama dalam dalam analisa klasifikasi kematangan dan kualitas buah stroberi. Berikut adalah analisis dari berbagai aspek yang mempengaruhi tingkat klasifikasi kematangan dan kualitas buah stroberi.

1.1.2.1 Aspek Operasional

Klasifikasi tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi didasarkan pada tampilan buah stroberi yang merah cerah dengan bintik-bintik kuning pada permukaan stroberi. Proses klasifikasi ini merupakan proses yang subjektif bergantung dari pengamatnya. Proses klasifikasi akan lebih sulit dilakukan jika terdapat pantulan cahaya pada stroberi yang diamati.

1.1.2.2 Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi, masalah dalam menentukan tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi masih dilakukan secara tradisional sehingga cenderung memerlukan tenaga kerja yang intensif. Proses klasifikasi kematangan dan kualitas stroberi secara tradisional dapat menghasilkan pemborosan sumber daya seperti buah stroberi diklasifikasikan dengan tidak tepat sesuai dengan permintaan pelanggan, dapat mengurangi hasil panen yang efisien dan meningkatkan biaya produksi. Akibatnya kualitas produk dan harga jual bisa terpengaruh sehingga pendapatan petani akan menurun [3].

Berdasarkan dari permasalahan segi ekonomi, sistem klasifikasi kematangan dan kualitas buah stroberi berbasis android memiliki potensi yang cukup besar. Petani dapat menjual buah stroberi dengan mendapatkan harga yang lebih baik di pasar yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan mengurangi kerugian hasil panen. Dengan sistem ini memberikan manfaat bagi pelanggan Ichigo Farm dan para pelanggan untuk memilih buah sesuai dengan referensi mereka. Hal ini dapat meningkatkan kepuasan pelanggan serta mendorong peningkatan permintaan untuk pembelian buah stroberi.

1.1.2.3 Aspek Manufakturabilitas (*manufacturability*)

Dalam aspek manufakturabilitas, sistem ini menghadapi beberapa tantangan yang mempengaruhi efisiensi dalam pemilihan buah stroberi yang sesuai dengan permintaan pelanggan. Proses klasifikasi kematangan dan kualitas buah stroberi dilakukan dengan cara tradisional sehingga proses ini memerlukan tenaga kerja konvensional, hal ini dapat menjadi hambatan dalam produksi buah stroberi karena tenaga kerja membutuhkan waktu lama dalam memeriksa dan mengklasifikasikan setiap buah.

Pengembangan sistem ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang dapat digunakan secara efisien dan konsisten dalam skala yang luas. Sistem ini akan menampilkan desain antarmuka yang mengutamakan faktor kenyamanan dan kegunaan bagi pengguna yang beragam. Hal ini akan memastikan bahwa sistem akan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Dalam pemrosesan gambar untuk klasifikasi kematangan dan kualitas buah stroberi berkaitan dengan kecepatan dan efisiensi algoritma yang digunakan. Pada sistem ini

memanfaatkan teknologi *deep learning* yang diintegrasikan dengan sistem Android. Kombinasi ini diharapkan dapat melakukan klasifikasi tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi dengan akurasi yang baik.

1.1.2.4 Aspek Keberlanjutan

Dalam aspek keberlanjutan, sistem ini masih mengandalkan sistem tradisional. Proses klasifikasi kematangan dan kualitas dengan cara konvensional memerlukan banyak tenaga kerja dalam proses pemilihan stroberi sesuai dengan tingkat kematangan dan kualitas yang dibutuhkan oleh pelanggan. Kesalahan dalam penentuan kematangan dan kualitas buah dapat menghasilkan pemborosan sumber daya. Buah yang diklasifikasikan dengan tidak benar mungkin dibuang atau tidak dimanfaatkan dengan baik. Hal ini tidak hanya mengurangi efisiensi penggunaan sumber daya, tetapi juga dapat meningkatkan limbah produk-produk pertanian. Dari permasalahan aspek keberlanjutan, sistem ini dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan masa depan. Salah satu pengembangannya yaitu dengan peningkatan akurasi klasifikasi tingkat kematangan dan kualitas pada buah stroberi.

1.1.3 Tujuan Capstone

Tugas akhir *capstone* ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengenalan tingkat kematangan dan kualitas stroberi menggunakan metode *deep learning*. Sistem ini akan digunakan untuk memajukan proses pengelompokan stroberi yang saat ini masih dilakukan secara tradisional pada perusahaan Ichigo Farm. Beberapa tujuan khusus dari capstone ini mencakup:

1. Mengembangkan sebuah sistem yang dapat mendeteksi tingkat kematangan dan kualitas pada buah stroberi dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan.
2. Meningkatkan efisiensi dalam proses panen dan sortir buah stroberi di perkebunan Ichigo Farm. Sistem ini diharapkan dapat menggantikan metode konvensional yang memerlukan banyak tenaga kerja manusia dan memakan waktu lama.
3. Menyediakan alat bantu bagi petani dan pengunjung kebun untuk memilah dan memilih buah stroberi sesuai dengan tingkat kematangan yang diinginkan
4. Memperbaiki kualitas hasil panen stroberi dengan memastikan buah yang dipetik memiliki tingkat kematangan optimal. Hal ini akan berdampak pada peningkatan rasa, tekstur, dan nilai gizi dari stroberi yang dihasilkan.
5. Mendukung pertumbuhan ekonomi lokal, terutama di provinsi Jawa Barat, dengan meningkatkan produksi dan kualitas stroberi dari perkebunan Ichigo Farm.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Pada Identifikasi Tingkat Kematangan dan Kualitas pada Buah Stroberi Menggunakan *Deep Learning*, perlu dilakukan analisis solusi yang sudah ada untuk mengidentifikasi keunggulan, kekurangan dan keterbatasannya. Berikut adalah analisis solusi-solusi terkait yang dapat diidentifikasi:

Tabel 1. 1 Analisis Solusi-Solusi Sebelumnya

No	Judul Penelitian	Fitur-fitur	Saran untuk penelitian selanjutnya	Ref
1	<i>Strawberry Maturity Recognition Algorithm Combining Dark Channel Enhancement and YOLOv5</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan model deteksi objek <i>Deep Learning</i> YOLO dibagi menjadi empat versi yaitu YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l, dan YOLOv5x. Perbedaan empat pemodelan <i>Deep Learning</i> ini terletak pada jumlah struktur residual yang dimiliki. 2. Pengambilan dataset dilakukan seminggu pada pukul 13:00 - 14:00 untuk kondisi terang dan pukul 19:00 - 20:00 untuk kondisi gelap, pengambilan dataset juga dilakukan dengan mengambil buah tunggal, ganda, dan terlindung dari daun-daunan. 3. Jumlah dataset yang digunakan sebanyak 1400 gambar buat ganda dan 1000 gambar untuk buah tunggal, pada buah tunggal ini terdapat 200 dengan gambar matang, 260 setengah matang, 260 tidak matang, dan 280 yang rusak. 4. Metode preprocessing dilakukan dengan cara peningkatan resolusi gambar dan setelah itu di augmentasi. 5. Hasil uji coba yang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penambahan kapasitas kumpulan data dengan metode preprocessing yang berbeda, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi algoritma. 2. Algoritma ini dapat ditransplantasikan ke dalam perangkat keras seperti robot pemetik sehingga dapat memetik stroberi secara otomatis menggunakan robot. 	[4]

		didapatkan adalah YOLOv5m yang memiliki keunggulan waktu deteksi yang cepat dan akurasi deteksi yang baik dengan waktu deteksi 0,1439 detik dengan akurasi 0.91.		
2	<i>A Real-Time Nut-Type Classifier Application Using Transfer Learning</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Simulasi pemodelan dalam klasifikasi kacang dilakukan dengan menggunakan model klasifikasi seperti Inception-V3, MobileNet-V3, EfficientNet-B3, dan ResNet50. 2. Membedakan jenis kacang pistachio, kacang tanah, biji labu, biji bunga matahari, dan buncis panggang. 3. Pada proses simulasi dalam membedakan 4 pemodelan tersebut dilakukan dengan 50 epoch dengan optimalisasi menggunakan Adam dan hasil yang didapatkan EfficientNet-B3 dan ResNet50 memiliki hasil yang baik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan dataset jenis kacang yang berbeda guna untuk menambah label jenis dari kacang-kacangan yang ada. 	[5]
3	<i>Strawberry Maturity Classification from UAV and Near-Ground Imaging Using Deep Learning</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klasifikasi tingkat kematangan dilakukan dengan menggunakan gambar UAV pada ketinggian 2 meter dan 3 meter di atas tanah, dengan pengambilan gambar menggunakan kamera digital dan camera drone. 2. Mendeteksi dan mengklasifikasikan tiga kelas tahap kematang stroberi, yaitu, tidak matang, setengah matang dan matang. Dalam klasifikasi ada 7 (in near-ground images) kelas dalam tahap kematangan stroberi yaitu bunga, bunga buah, buah hijau, buah hijau putih, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan sistem yang dapat melakukan klasifikasi menggunakan kamera pada perangkat Android 	[6]

		<p>buah merah putih, buah merah dan buah busuk</p> <p>3. Model Object Detection yang digunakan adalah YOLOv3, dimana YOLOv3 dapat mendeteksi objek pada tiga skala yaitu besar, sedang dan kecil.</p> <p>4. Untuk Analisa hasil AP tertinggi pada buah matang yaitu 0,93 dan nilai MAP yaitu 0.89</p>		
4	<p><i>Real-Time Strawberry Plant Classification and Efficiency Increase with Hybrid System Deep Learning: Microcontroller and Mobile Application</i></p>	<p>1. Algoritma <i>deep learning</i> yang digunakan untuk training dataset ada sembilan, yaitu AlexNet, GoogleNet, ResNetInceptionV2, ResNetInceptionV3, ResNet18, ResNet50, ResNet101, CGG16Net dan VGG19Net. Dimana, algoritma ResNet101 memberikan akurasi tertinggi dibandingkan dengan algoritma lainnya. ResNet 101 dapat memberikan akurasi hingga 99.80%. Sedangkan durasi training data algoritma GoogleNet sangat singkat namun error yang didapatkan sangat tinggi.</p> <p>2. Pada jurnal menggunakan MATLAB untuk melakukan proses <i>preprocessing</i> hingga training data dengan gambar yang diambil langsung oleh webcam pada pukul 10:00 setiap harinya, dengan resolusi gambar yang diambil sebagai masukan adalah 224 x 224</p> <p>3. Pada jurnal ini menggunakan komunikasi Canbus untuk penggunaan sensor, irigasi, kelembaban</p>	<p>1. Melakukan studi lebih lanjut untuk evaluasi efektivitas dan kegunaan sistem</p> <p>2. Mempertimbangkan berkolaborasi dengan mitra untuk memastikan investasi dan manfaat jangka panjang yang dapat diperoleh</p>	[7]

		<p>dan pengontrolan <i>interface</i>. komunikasi Canbus memungkinkan penggunaan jarak jauh dengan kabel yang lebih sedikit.</p> <p>4. Pada jurnal ini menggunakan sistem <i>mobile</i> untuk melakukan <i>monitoring</i> dan <i>controlling</i> jarak jauh. Dengan fitur: <i>controlling</i>, sensor, grafik dan status stroberi.</p> <p>5. Tampilan sistem <i>mobile</i> ini dirancang untuk memantau dan mengontrol sistem secara jarak jauh serta menampilkan data pada sistem. Penggunaan sistem ini memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol stroberi secara jarak jauh dan <i>real-time</i> termasuk sistem irigasi, webcam dan sistem penyemprotan,</p> <p>6. Secara keseluruhan sistem ini menggabungkan teknologi <i>deep learning</i>, mikrokontroler dan sistem <i>mobile</i> untuk meningkatkan efisiensi pertumbuhan dan hasil panen tanaman stroberi. Sistem ini menunjukkan bahwa klasifikasi tanaman stroberi secara <i>real-time</i> dilakukan dengan akurasi pendekatan <i>deep learning</i> (algoritma pada nomor 1)</p> <p>7. Jurnal ini dapat diterapkan pada tiga tahapan perkembangan buah stroberi yaitu bibit, buah dan hasil panen.</p>		
5	<i>Fruits Classification and Detection Application</i>	1. Sistem yang diusulkan diimplementasikan pada sistem <i>smartphone</i> android sederhana yang	1. Melakukan pengembangan sistem yang mampu mengidentifikasi buah	[8]

	<i>Using Deep Learning</i>	<p>menggunakan <i>framework flask</i>, API dan Android Studio.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Sistem yang diusulkan secara <i>real-time</i> untuk klasifikasi buah. 3. Pada Jurnal ini menggunakan data yang terdiri dari 30 kelas dan kumpulan data pribadi yang terdiri dari 8 kategori buah-buahan. 4. Sistem yang diusulkan menggunakan <i>object detection</i> dengan menggunakan model YOLOv3, dimana metode ini diterapkan untuk mendeteksi banyak buah dalam gambar. 5. Pada jurnal ini juga menggunakan Model VGG16 dan ResNet50 digunakan untuk klasifikasi buah dengan otomatis. 6. Pada jurnal ini memberi label pada gambar dan mengeskpornya ke dalam file XML yang sesuai. Gambar berlabel diproses terlebih dahulu pada roboflow dengan melakukan Pemrosesan pra-klasifikasi konvensional seperti orientasi otomatis, isolasi objek dan <i>resize</i>. 7. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, teknik ResNet50 8. Menunjukkan tingkat akurasi pengujian sebesar 98%. Teknik VGG16 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 99% 	<p>yang cacat dan rusak.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Melakukan pengumpulan data yang lebih luas dengan melibatkan berbagai spesies dan beragam gambar buah-buahan, serta memanfaatkan gambar sintetis untuk tujuan klasifikasi. 	
6	<i>Pre Trained Deep Convolutional Neural Network</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada jurnal ini Algoritma <i>deep learning</i> yang digunakan antara lain MobileNet, MNasNet, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat model dengan stabilitas yang sama, namun membutuhkan sumber 	[9]

	<i>on Android Mobile Device</i>	<p>InceptionV3 sebagai perbandingan akurasi dan latensi.</p> <p>2. Komposisi pembagian dataset yang dilakukan 60% (32,382 gambar) untuk <i>training</i>, 20% (10,756 gambar) untuk <i>validation</i>, dan 20% (10,765 gambar) untuk <i>testing</i>.</p> <p>3. Proses testing dilakukan dengan dua perangkat yaitu PC dan <i>Android mobile</i> kemudian hasilnya dilakukan perbandingan dari kedua perangkat tersebut.</p> <p>4. Hasil simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan waktu proses yang dibutuhkan InceptionV3 paling lama dibandingkan dengan MobileNet dan MNasNet, meskipun dalam akurasi loss yang dihasilkan InceptionV3 paling rendah.</p>	<p>daya yang lebih sedikit dan latensi yang lebih sedikit.</p>	
--	---------------------------------	---	--	--

Algoritma pendeteksi objek yang digunakan adalah YOLOv7, yang telah dikenal karena keefektifannya dalam tugas pendeteksian objek. Pemilihan algoritma YOLOv 7 untuk deteksi objek didasarkan pada karakteristik yang dimilikinya yaitu kecepatan deteksi yang cepat, presisi yang tinggi, dan kemudahan dalam melakukan training dengan dataset [46] Selain itu, YOLOv7 dipilih karena pada penelitian lain telah dilakukan perbandingan terhadap model-model YOLOv yang populer seperti YOLOv5, YOLOv6, dan YOLOv7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa YOLOv7 mengungguli YOLOv5 dan memiliki performa yang baik dalam meningkatkan keandalan model dalam mendeteksi objek di dunia nyata [47]. Tabel 1.2 merupakan hasil yang didapatkan setelah eksperimen yang dilakukan

Tabel 1.2 Perbandingan Performansi Model Objek Deteksi

Model	<i>Loss (Box)</i>	<i>Loss (Objectness)</i>	<i>Loss (Classification)</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>
YOLOv7	0,02222	0,004502	0,01172	0,965	0,950	0,956
YOLOv8	0,3764	0,934	0,1819	0,918	0,940	0,927

Selain itu, pemilihan model klasifikasi juga didasarkan dari trial and error yang dilakukan pada beberapa model klasifikasi untuk menemukan model yang memiliki kinerja terbaik berdasarkan beberapa metrik. Tabel 1.3 merupakan hasil yang didapatkan setelah eksperimen yang dilakukan

Tabel 1.3 Perbandingan Performansi Model Klasifikasi

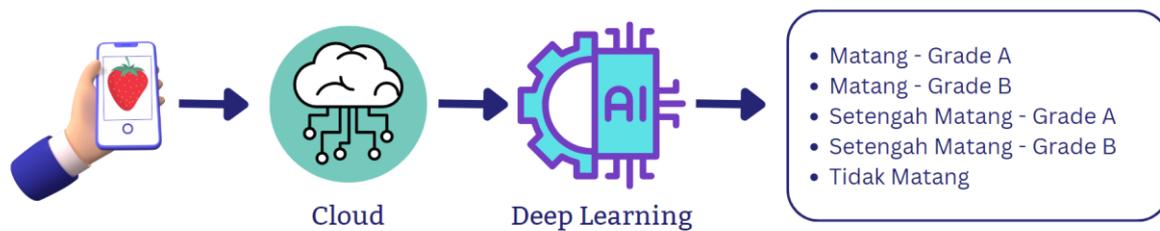
Model	Precision	Recall	F1-Score	Accuracy (%)	Loss
MobileNetV2	0,971	0,970	0.970	97	0,07420
InceptionV3	0,960	0,960	0,960	96	0,11317
ResNet50V2	0,935	0,930	0,930	93	0,31368
EfficientNetV2S	0,990	0,990	0,990	99	0,01624

1.3 Analisa Solusi yang Diusulkan

Pada bagian ini akan dijelaskan solusi terkait masalah yang telah dianalisis pada poin sebelumnya. Sistem yang diusulkan akan mengimplementasikan proses pengklasifikasian tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi menggunakan metode pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) dengan memanfaatkan *cloud* sebagai tempat pemrosesan kode. Tingkat kematangan buah dibagi menjadi tiga kelas yaitu Matang, Setengah Matang dan Tidak Matang sedangkan kualitas akan dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas A dan kelas B. Selanjutnya, akan terintegrasi dengan sistem Android secara *online* atau *offline*. Berikut adalah tahapan dari solusi yang diusulkan:

1.3.1 Aplikasi Android *Non-Realtime*

Solusi yang diusulkan adalah sistem Android berbasis *deep learning* yang dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi. Dalam prosesnya tingkat kematangan buah dibagi menjadi tiga kelas yaitu Matang, Setengah Matang dan Tidak Matang sedangkan kualitas akan dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas A dan kelas B.



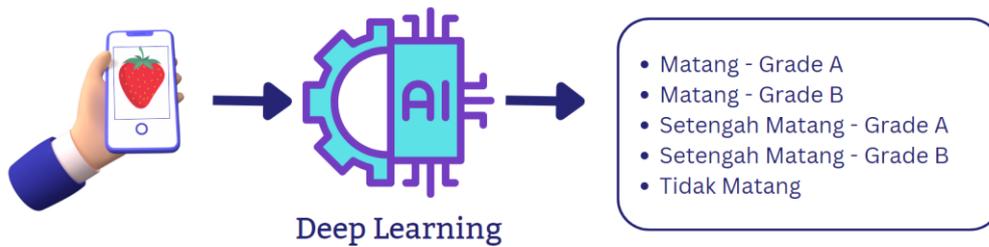
Gambar 1.1 Alur Kerja Sistem Android *Non-Realtime* dengan pemanfaatan kamera *smartphone*

Berdasarkan Gambar 1.1. diatas, merupakan tahapan dalam proses sistem ini adalah pertama pengguna mengambil gambar stroberi langsung menggunakan kamera *smartphone* atau diunggah oleh pengguna. Gambar stroberi yang telah ambil dan diunggah, secara otomatis akan diproses pada *cloud* yang melibatkan *deep learning*. Selanjutnya sistem akan menampilkan hasil buah stroberi berdasarkan tingkat kematangan dan kualitas. Sistem ini dapat menghemat waktu dan menghemat biaya pengguna dalam proses pemilihan buah stroberi sesuai dengan permintaan pelanggan. Selain itu dengan menggunakan sistem ini dapat menarik minat para pelanggan untuk menggunakan sistem karena merupakan temuan baru serta sistem dapat mudah diakses.

Sistem ini diharapkan dapat memudahkan para petani, dalam melakukan klasifikasi kematangan dan kualitas yang tepat sesuai dengan permintaan pelanggan, sehingga petani dapat memperoleh buah dengan tingkat kematangan dan kualitas yang tepat dan meningkatkan harga jual di pasar. Melalui sistem ini juga petani dapat menghemat sumber daya manusia, fitur-fitur yang tersedia dalam sistem ini dapat memikat perhatian para pengunjung yang ingin memetik langsung stroberi di kebun dan selain itu sistem dibuat mudah diakses.

1.3.2 Aplikasi Android *Realtime*

Solusi lainnya yang diusulkan adalah sistem Android *realtime* dengan menggunakan *deep learning* yang dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan buah stroberi. Tingkat kematangan dibagi menjadi tiga kelas yaitu Matang, Setengah Matang dan Tidak Matang sedangkan kualitas akan dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas A dan kelas B.



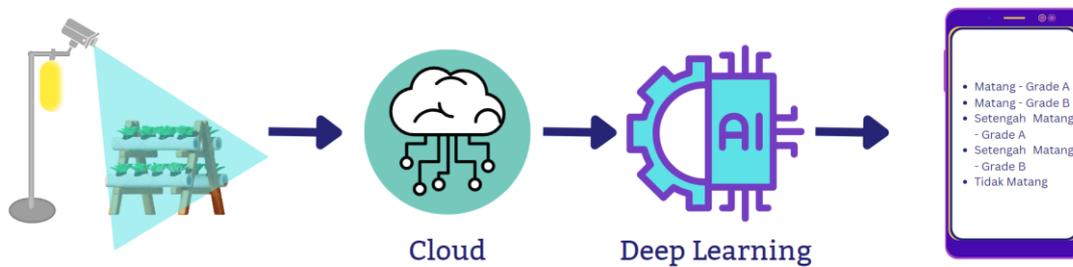
Gambar 1.2 Alur kerja Sistem Android *Realtime* dengan pemanfaatan kamera *smartphone*

Berdasarkan Gambar 1.2. diatas, merupakan proses klasifikasi pada sistem Android *realtime* adalah pertama pengguna mengambil gambar stroberi langsung menggunakan kamera *smartphone* atau diunggah oleh pengguna. Dalam proses ini tidak melibatkan *cloud* sehingga dapat menampilkan hasil klasifikasi buah stroberi secara langsung atau *realtime*. Pada sistem ini memanfaatkan model *deep learning* untuk melakukan proses klasifikasi stroberi. Sistem ini dapat melakukan klasifikasi secara langsung tanpa menggunakan jaringan internet sehingga proses mendapatkan hasilnya lebih cepat, selain itu data yang dihasilkan dan disimpan pada sistem ini akan lebih aman karena tidak melewati server eksternal.

Pemanfaatan sistem ini diharapkan dapat memudahkan pekerjaan petani dalam proses *sorting* dan pemilihan buah stroberi yang matang untuk kebutuhan pelanggan. Selain itu, dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan buah dan kualitas secara otomatis sehingga dapat menghemat waktu dan usaha yang diperlukan petani untuk memilah buah-buahan yang siap panen. Selanjutnya, keakuratan dalam proses klasifikasi ini dapat meningkatkan kualitas produk yang disampaikan kepada pelanggan, sehingga memperkuat kepercayaan dan kepuasan pelanggan terhadap produk yang dibeli.

1.3.3 Aplikasi Android *Non-Realtime* dengan Pemanfaatan Kamera Eksternal

Solusi lainnya yang diusulkan adalah sistem Android *Non-Realtime* dengan pemanfaatan kamera eksternal berbasis mikrokontroler dan *deep learning* yang dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi. Tingkat kematangan dibagi menjadi tiga kelas yaitu Matang, Setengah Matang dan Tidak Matang sedangkan kualitas akan dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas A dan kelas B.



Gambar 1.3 Alur kerja sistem Android Non-Realtime dengan pemanfaatan kamera eksternal

Berdasarkan Gambar 1.3. diatas, merupakan proses klasifikasi pada sistem ini adalah sensor ditempatkan pada perkebunan stroberi untuk mendapatkan data seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Data tersebut akan ditampilkan pada *dashboard* sistem untuk memantau kondisi perkebunan buah stroberi. Selanjutnya, *webcam* ditempatkan pada perkebunan stroberi untuk mendapatkan gambar stroberi yang presisi. Pada proses klasifikasi tingkat kematangan, *webcam* berperan penting dalam memantau warna pada buah stroberi. *Cloud* akan digunakan sebagai tempat untuk menjalankan *code* klasifikasi tingkat kematangan dan kualitas menggunakan *deep learning*. Pada tahapan *deep learning*, dilakukan klasifikasi tingkat kematangan dan kualitas buah stroberi yang hasilnya akan ditampilkan pada *dashboard monitoring smartphone*.

Pemanfaatan sistem ini diharapkan dapat memudahkan pekerjaan petani dalam proses *sorting* dan pemilihan buah stroberi yang matang untuk kebutuhan pelanggan. Selain itu, dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan dan kualitas buah secara otomatis sehingga dapat menghemat waktu dan usaha yang diperlukan petani untuk memilah buah-buahan yang siap panen. Selanjutnya, keakuratan dalam proses klasifikasi ini dapat meningkatkan kualitas produk yang disampaikan kepada pelanggan, sehingga memperkuat kepercayaan dan kepuasan pelanggan terhadap produk yang dibeli.