

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangga merupakan salah satu tanaman buah tropis yang sangat populer dan digemari di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Mangga merupakan salah satu komoditas buah tropis yang memiliki nilai ekonomi, sosial, dan budaya yang cukup tinggi di berbagai negara, khususnya di kawasan Asia. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), mangga adalah pohon yang berasal dari Asia Selatan dan Asia Tenggara yang menghasilkan buah dengan bentuk bulat lonjong, berasa manis atau asam, dan banyak dibudidayakan di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk ke dalam famili Anacardiaceae dengan nama latin *Mangifera indica* L.. Kata "mangga" sendiri berasal dari bahasa Tamil "mankay" yang kemudian diserap ke dalam bahasa Portugis menjadi "manga" dan akhirnya dikenal luas dalam berbagai bahasa dunia.

Tanaman mangga berasal dari kawasan Asia Selatan, khususnya India, Bangladesh, dan Myanmar, kemudian menyebar ke berbagai wilayah tropis di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Di Indonesia, mangga menjadi salah satu buah yang paling banyak dibudidayakan karena adaptasi yang baik terhadap iklim tropis serta memiliki nilai ekonomi tinggi. Kondisi iklim yang mendukung ini menyebabkan populasi tanaman mangga sangat melimpah, sehingga secara ilmiah mangga menjadi bagian tak terpisahkan dari keanekaragaman hayati lokal. Mangga dikenal dengan nama latin *Mangifera indica* L. dan termasuk ke dalam

famili Anacardiaceae, yaitu keluarga tanaman yang juga mencakup kedondong dan jambu mete.

Pohon mangga dapat tumbuh hingga ketinggian lebih dari 10 meter, dengan tajuk yang rimbun, daun yang berwarna hijau pekat, bunga majemuk berukuran kecil, serta buah berbentuk batu (*drupe*) yang memiliki daging tebal, biji tunggal, dan kulit dengan variasi warna mulai dari hijau, kuning, hingga kemerahan. Karakteristik fisik pohon yang kokoh dan rimbun ini menjadikannya tanaman peneduh yang ideal, sementara variasi warna kulit buahnya menjadi indikator visual utama dalam menentukan tingkat kematangan. Mangga tidak hanya dikenal karena rasanya yang manis, segar, dan khas, tetapi juga karena kandungan nutrisinya yang melimpah, di antaranya vitamin A, vitamin C, serat, serta senyawa antioksidan yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh, meningkatkan sistem kekebalan, memperlancar pencernaan, dan menjaga kesehatan kulit. Selain aspek gizi, mangga juga memiliki keragaman varietas yang sangat luas, misalnya mangga arumanis, gadung, manalagi, indramayu, hingga golek, yang masing-masing mempunyai ciri khas dari segi aroma, bentuk, rasa, maupun tekstur buahnya.

Pohon mangga dapat tumbuh hingga ketinggian lebih dari 10 meter, dengan tajuk yang rimbun, daun yang berwarna hijau pekat, bunga majemuk berukuran kecil, serta buah berbentuk batu (*drupe*) yang memiliki daging tebal, biji tunggal, dan kulit dengan variasi warna mulai dari hijau, kuning, hingga kemerahan. Adanya kemiripan bentuk fisik antar varietas tertentu seringkali menimbulkan keraguan bagi konsumen awam dalam membedakannya, sehingga

diperlukan standarisasi identifikasi yang lebih sistematis. Mangga tidak hanya dikenal karena rasanya yang manis, segar, dan khas, tetapi juga karena kandungan nutrisinya yang melimpah, di antaranya vitamin A, vitamin C, serat, serta senyawa antioksidan yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh, meningkatkan sistem kekebalan, memperlancar pencernaan, dan menjaga kesehatan kulit. Selain aspek gizi, mangga juga memiliki keragaman varietas yang sangat luas, misalnya mangga arumanis, gadung, manalagi, indramayu, hingga golek, yang masing-masing mempunyai ciri khas dari segi aroma, bentuk, rasa, maupun tekstur buahnya.

Selain sebagai sumber pangan, mangga juga memiliki nilai ekonomi yang signifikan, baik untuk konsumsi domestik maupun ekspor, sehingga berperan penting dalam mendukung perekonomian masyarakat. Namun demikian, pengembangan agribisnis mangga masih menghadapi sejumlah kendala, seperti variasi kualitas hasil panen, keterbatasan teknologi budidaya dan pasca panen, serta rendahnya daya saing di pasar global. Keterbatasan teknologi dalam memilah varietas secara cepat mengakibatkan proses distribusi sering terhambat oleh kesalahan pengelompokan jenis buah. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi yang tepat, peningkatan kualitas produksi, dan diversifikasi produk olahan mangga untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saingnya. Dengan demikian, mangga tidak hanya berfungsi sebagai buah konsumsi, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai komoditas unggulan yang dapat dikembangkan secara berkelanjutan untuk mendukung sektor pertanian dan perekonomian Indonesia.

Penelitian ini menegaskan bahwa mangga merupakan salah satu komoditas buah tropis penting yang memiliki nilai ekonomi, sosial, budaya, dan gizi yang tinggi. Namun, perbedaan varietas serta variasi kualitas hasil panen sering menjadi kendala dalam budidaya dan pemasarannya. Akibat dari ketidakteraturan identifikasi ini, nilai jual buah di tingkat petani seringkali tidak optimal. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi, khususnya klasifikasi citra buah mangga dengan metode *Support Vector Machine* (SVM), sangat relevan untuk meningkatkan kualitas identifikasi varietas mangga secara lebih akurat, cepat, dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang, membangun dan mengimplementasikan metode *support vector machine* (SVM) dalam proses klasifikasi citra buah mangga?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, membangun dan mengimplementasikan metode *support vector machine* (SVM) dalam proses klasifikasi citra buah mangga.

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah metode SVM dalam proses klasifikasi citra buah mangga.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah dan tidak melebar dari tujuan yang ingin dicapai, maka ditetapkan beberapa batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian hanya berfokus pada klasifikasi citra buah mangga, bukan pada keseluruhan bagian tanaman (daun, batang, atau bunga).

2. Data yang digunakan berupa citra digital mangga dengan format gambar tertentu (misalnya JPG/PNG) yang diambil dari dataset atau hasil pengambilan data set kaggle.
3. Variabel yang digunakan dalam klasifikasi terbatas pada ciri visual mangga, seperti warna, bentuk, dan tekstur buah.
4. Metode yang digunakan dalam proses klasifikasi adalah *Support Vector Machine (SVM)*, tanpa membandingkan dengan algoritma lain secara mendalam.
5. Pengujian sistem dilakukan pada sejumlah data uji tertentu yang telah disiapkan, sehingga hasil penelitian hanya berlaku pada dataset yang digunakan dan tidak mewakili semua varietas mangga secara umum.
6. Penelitian ini tidak membahas aspek budidaya, pengolahan pasca panen, maupun distribusi mangga secara langsung, melainkan hanya pada tahap klasifikasi berbasis citra.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pengolahan citra digital.
2. Menjadi referensi penelitian terkait penerapan metode *Support Vector Machine (SVM)* dalam klasifikasi citra, terutama pada bidang pertanian dan pengenalan pola.

3. Menambah literatur bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian serupa atau pengembangan metode klasifikasi citra pada objek yang berbeda.

Manfaat Praktis

1. Membantu petani, pelaku usaha agribisnis, dan pihak terkait dalam mengidentifikasi jenis atau varietas mangga secara cepat, akurat, dan efisien.
2. Meningkatkan kualitas hasil budidaya dan pasca panen mangga melalui klasifikasi yang lebih terstandar.
3. Mendukung peningkatan daya saing komoditas mangga di pasar domestik maupun internasional dengan memanfaatkan teknologi berbasis kecerdasan buatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini terdiri dari enam bagian utama, sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang digunakan pada penelitian ini. Teori-teori

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan – tahapan yang di lakukan dalam penelitian ini, termasuk metode pengumpulan data, metode pengembangan aplikasi, serta alat dan teknik yang digunakan untuk implementasi dan pengujian

BAB 4 ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi analisa dan perancangan implementasi. Dalam bab ini, akan dijelaskan proses analisa kebutuhan, perancangan sistem, serta desain antarmuka pengguna.

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi implementasi dari hasil analisa dan perancangan yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga akan menjelaskan proses pengujian aplikasi, termasuk metode pengujian, hasil pengujian, dan evaluasi terhadap aplikasi yang telah dikembangkan.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran untuk pengembangan aplikasi atau penelitian selanjutnya. Bab ini juga akan merangkum kontribusi penelitian dan manfaat aplikasi yang telah dikembangkan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Mangga

Mangga (*Mangifera indica L*) merupakan salah satu tanaman yang bermanfaat sebagai antihelmintik. Kulit, batang pohon mangga, dan buah mangga muda memiliki khasiat sebagai antihelmintik[1]. Mangga merupakan jenis tanaman komersial di Asia Tenggara seperti, Filipina, Indonesia, Malaysia, dan Thailand serta diketahui telah dibudidayakan sejak 4000 tahun silam[5]. Mangga (*Mangifera indica L*) merupakan salah satu sumber vitamin C yang mempunyai berbagai macam manfaat bagi kesehatan tubuh. Mangga mengandung banyak serat untuk membantu pencernaan dan kaya akan vitamin C serta betakaroten sebagai zat gizi esensial yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Setiap 100 gram bagian mangga masak yang dapat dimakan dapat memasok vitamin C sebanyak 41 mg, mangga muda bahkan hingga 65 mg[2].

2.2 Jenis-jenis Mangga

Mangga merupakan buah musiman yang memiliki banyak varietas, namun beberapa jenis mangga memiliki bentuk yang hampir sama. Hal ini menyebabkan masyarakat keliru dalam memilih jenis mangga yang diinginkan[6]. Jenis mangga yang paling banyak ditanam di Indonesia adalah jenis manga arumanis, golek, dan madu karena rasanya yang enak[7].

Mangga memiliki variasi dalam hal bentuk, ukuran dan warna buah, yang menunjukkan keragaman genetik yang cukup luas. Dari banyaknya keragaman genetik dan jenis masyarakat masih banyak yang belum bisa membedakannya[8].

1. Mangga Arumanis

Salah satu tanaman yang digunakan untuk pengobatan tradisional adalah kulit buah mangga arumanis (*Mangifera indica* L. var. arum manis). Buah mangga (*Mangifera indica*) merupakan salah satu buah tropis dengan tingkat produksi yang relatif tinggi. Pada tahun 2019, produksi buah mangga di Indonesia mencapai 2,8 juta ton, meningkat 7,69% dari tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2021)[9]. Zat aktif di dalam *Mangifera indica* L., khususnya daun, biji, dan kulit batang mengandung saponin, flavonoid, dan tanin. Kandungan mangga arumanis (*Mangifera indica* L.) yang diduga memiliki efek antihelmintik adalah flavonoid, tanin, dan mangiferin. Flavonoid bekerja sebagai antihelmintik yaitu dengan cara menghambat 499 kerja enzim asetilkolinesterasi yang akan berpengaruh kepada otot-otot *Ascaridia galli*, sehingga menyebabkan kematian[1].

2. Mangga Indramayu/Cengkir

Mangga cengkir merupakan mangga khas Indramayu yang memiliki ciri utama yaitu buah yang besar dan punya serat buah yang tebal. Buah mangga merupakan sumber penting dari mikronutrien, vitamin dan phytochemical lainnya. Selain itu, buah-buahan mangga memberikan energi, diet serat, karbohidrat, protein, lemak dan senyawa fenolik[10]. Buah mangga kering varietas cengkir indramayu pada umur kematangan ± 100 hari., air kemasan, sukrosa komersial. Buah mangga cengkir kering dikemas dengan kemasan komposit (aluminium foil, kertas, dan plastik). Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah alkohol 70%, aquades, kemasan aluminium foil, media

PCA (Plate Count Agar), dan NaCl 0.85%[11]. Mangga cengkir Indramayu mempunyai karakteristik yang baik untuk dijadikan sebagai bahan baku manisan mangga kering dilihat dari sifat fisik dan kimianya, terutama dari warna, rendemen daging serta kadar serat yang rendah (0,75 %)[12].

3. Mangga Golek

Mangga golek merupakan salah satu varietas mangga yang berasal dari Indonesia. Mangga golek dibudidayakan di Kebun Percobaan Cukurogondang, Pasuruan sebanyak 9 klon mangga dari daerah yang berbeda-beda. Namun, sampai saat ini baru satu dari delapan klon mangga golek yang telah tersertifikasi oleh Kementrian Pertanian[13]. Karakterisasi mangga golek dilaksanakan berdasar pada karakter morfologi dan molekuler. Karakter morfologi terbatas dengan mengamati karakter morfologi vegetatif dikarenakan belum memasuki waktu berbunga, sehingga diperlukan karakterisasi molekuler yang tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan pertumbuhan suatu tanaman[14]. *fruit leather* mangga golek mengandung vitamin C 25,99 mg/100 g, kadar serat pangan 5,21 %, kadar gula total 64,30 %, kadar air 17,94%, dan kadar abu 0,992%[15].

4. Mangga Gedong Gincu

Gedong Gincu merupakan banyak tersebar di kabupaten Sumedang, khususnya tersebar di daerah Desa Jembarwangi. Mangga Gedong Gincu termasuk salah satu keanekaragaman hayati di Indonesia. Gedong Gincu merupakan banyak tersebar di kabupaten Sumedang, khususnya tersebar di daerah Desa Jembarwangi[16]. Mangga gedong gincu (*Mangifera indica* L.

var. gedong gincu) merupakan salah satu komoditas buah unggulan Indonesia untuk diekspor. Namun, saat ini produksi buah mangga mengalami penurunan karena adanya kendala dalam budidaya konvensional[17]. Selain memiliki tampilan bentuk dan warna yang menggoda, mangga gedong gincu pun memiliki karakter daging yang lembut dan rasa manis yang khas. Mangga merupakan salah satu buah tropis yang penting di dunia. Hal ini disebabkan oleh rasa, aroma, serta memiliki nilai nutrisi yang tinggi[18].

5. Mangga Madu

Mangga madu merupakan salah satu mangga yang memiliki rasa manis seperti madu lebah. Daging buah yang sudah masak berwarna kuning, bagian dalam kuningnya makin kedalam makin tua seperti warna madu. Serat daging buah sedikit, kadar air buah sedang, dengan rasanya yang manis seperti madu dan aromanya harum[19]. Mangga madu merupakan jenis mangga dengan daging buah yang memiliki rasa manis dan didalam buah yang semakin masak akan bewarna seperti madu. Buahnya lonjong dengan kulit bewarna hijau serta terdapat bintik putih[20].

6. Mangga Alpukat/Gadung 21/Klonal 21

Buah mangga ‘alpukat atau Gadung 21’ merupakan varietas baru dari hasil persilangan antara mangga varietas ‘Gadung’ dan varietas ‘Madu’ oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) Kementerian Pertanian. Keunggulan buah mangga ‘Gadung 21’ ini diantaranya memiliki ukuran buah yang besar, daging buah yang tebal, kadar pati yang cukup

tinggi, rasa manis, dan kadar air rendah[21]. Mangga klonal 21 memiliki keunikan tersendiri dibanding dengan mangga varietas lain yakni cara pengkonsumsiannya yang dapat langsung dimakan dengan sendok[22]. Produksi mangga klonal 21 sebesar 372.897 kuintal per tahun dengan produktivitas mencapai 90,71% (Dinas Pertanian Kabupaten Pasuruan, 2018)[22].

7. Mangga Kweni

Mangga kweni merupakan salah satu varietas mangga yang memiliki aroma yang khas serta paling disukai semua kalangan masyarakat Indonesia. Ciri daging buah manggakweni berwarna kuning, berair dan beserat kasar. Mangga kweni memiliki aroma yang sangat kuat dan memiliki rasa yang manis serta sedikit rasa asam[23]. Mangga kweni (*Mangifera odorata Griff*) merupakan salah satu jenis mangga yang cukup banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Mangga kweni yang telah masak memiliki tekstur lunak berair, daging buah berwarna kuning dan berserat dengan rasa yang manis dan asam[24]. Mangga kweni memiliki aroma khas yang disukai hampir semua orang, aroma khas tersebut disebabkan oleh komponenkomponen volatil yang terdapat pada kulit dan dagingnya. Daging mangga kweni masak berwarna kuning dan mempunyai tekstur lunak berair serta berserat dengan rasa yang manis dan asam. Dalam 100 gram mangga kweni masak mengandung 2,3% serat kasar, 79% kadar air, 11,3% gula, 10,8% pati, vitamin C, protein, lemak, karbohidrat, abu, dan 3,00 mg KOH/g total asam[25].

2.3 Dataset Citra

Dataset adalah suatu database didalam memori (*in-memory*). Dataset memiliki semua karakteristik, fitur dan fungsi dari dataset biasa[26]. Dataset merupakan komponen penting dalam pelatihan model pembelajaran mesin[27]. Dataset merupakan bagian penentu dari keberhasilan model. Dataset yang dibutuhkan terdiri dari dataset latih dan dataset uji. Dataset citra biasanya terdiri dari gambar – gambar yang diambil dari berbagai sudut dan pencahayaan, yang mempengaruhi kualitas dan variasi data[28].

2.4 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan salah satu cabang pengolahan citra digital yang bertujuan untuk mengidentifikasi atau mengenali objek dalam suatu citra berdasarkan ciri-ciri tertentu[29]. Klasifikasi citra dapat disebut sebagai proses pengelompokan piksel gambar ke dalam beberapa kelas sehingga setiap kelas dapat menggambarkan entitas yang memiliki karakteristik yang dapat dikenali. Proses klasifikasi biasanya melibatkan beberapa tahapan, mulai dari *preprocessing* citra, ekstraksi fitur, hingga penggunaan model pembelajaran mesin atau pembelajaran mendalam (*deep learning*) untuk melakukan klasifikasi[30].

Preprocessing adalah langkah awal yang sangat penting untuk memastikan kualitas data sebelum digunakan dalam model. Proses ini mencakup *normalisasi*, *augmentasi* citra, dan *resize* gambar, yang sering kali diperlukan agar model dapat menggeneralisasi dengan baik terhadap citra yang belum pernah ditemui sebelumnya[31].

2.5 *Machine Learning*

Machine learning dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang[32]. *Machine Learning* (ML) adalah cabang dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang berfokus pada pengembangan algoritma dan model komputer yang dapat belajar dari data serta melakukan tugas-tugas tertentu tanpa perlu secara eksplisit diprogram. Dalam konsep tradisional pemrograman, akan memberikan aturan dan instruksi kepada komputer untuk melakukan suatu tugas tertentu. Namun, dalam *machine learning*, komputer belajar dari data yang diberikan dan dapat meningkatkan performanya seiring bertambahnya data[33].

Machine Learning sendiri terbagi menjadi beberapa algoritma yang berbeda-beda dan setiap dari algoritma tersebut memiliki fungsi dan tujuannya masing-masing. Beberapa contoh dari algoritma *Machine Learning* yang paling populer antara lain adalah: *Supervised Learning*, *Unsupervised Learning*, *Semi-supervised Learning*, *Reinforcement Learning*[34].

2.6 *Support Machine Learning*

Algoritma Support Vector Machine (SVM) merupakan algoritma yang telah digunakan dalam banyak bidang penelitian seperti face detection, bioinformatika, dan text mining[35]. *Support Vector Machine (SVM)* merupakan suatu algoritma yang dikenal baik menghasilkan solusi yang optimal untuk melakukan klasifikasi. *SVM* diperkenalkan oleh Vapnik sebagai model *machine learning* berbasis kernel untuk klasifikasi dan regresi. *SVM* memiliki kemampuan generalisasi yang tinggi,

bahkan dengan data latih yang sedikit, dan juga memiliki ruang dimensi yang tinggi dari ruang input namun ini hanya untuk data bersifat linear, jika data bersifat non-linear maka SVM harus menggunakan fungsi kernel[36].

Support Vector Machine (SVM) adalah Teknik pembelajaran dengan banyak kualitas yang diinginkan dan menjadikan algoritma SVM sangat populer. SVM mempunyai dasar teoritis yang kuat dan melakukan klasifikasi lebih akurat daripada kebanyakan algoritma lain di banyak aplikasi[37].

Terdapat empat kernel yang sering digunakan, antara lain[36]:

1. Liner Kernel

$$K = (X_i, X_j) = (X_i \cdot X_j) \dots \dots \dots (1)$$

2. Polynominal Kernel

$$K = (X_i, X_j) = (X_i \cdot X_j + 1)^p \dots \dots \dots (2)$$

3. RBF Kernel

$$K = (X_i, X_j) = e^{-\gamma(X_i \cdot X_j)^2} \dots \dots \dots (3)$$

4. Sigmoid Kernel

$$K = (X_i, X_j) = \tanh(nX_i \cdot X_j + v) \dots \dots \dots (4)$$

2.7 Confusion Matrix

Confusion Matrix merupakan sebuah teknik yang umum dipakai untuk menghitung tingkat akurasi dalam data mining[38]. Teknik ini berfungsi sebagai

instrumen penilaian visual yang dimanfaatkan dalam *machine learning*[39]. Dalam evaluasi performa menggunakan *Confusion Matrix*, dikenal empat komponen utama yang menggambarkan hasil klasifikasi: *True Positive (TP)* untuk hasil positif yang benar, *True Negative (TN)* untuk hasil negatif yang benar, *False Positive (FP)* untuk hasil positif yang salah, dan *False Negative (FN)* untuk hasil negatif yang salah[40].

Pengukuran kinerja menggunakan *Confusion Matrix* yaitu dengan menggunakan 4 perhitungan berikut ini[39]:

1. *Accuracy* adalah rasio antara jumlah prediksi yang benar dengan total data yang diuji.

$$Accuracy = \frac{True\ Positive + True\ Negative}{True\ Positive + True\ Negative + False\ Positive + False\ Negative} \dots\dots\dots(5)$$

2. *Precision* adalah perbandingan antara jumlah prediksi positif yang benar dengan total prediksi positif yang dihasilkan.

$$Precision = \frac{True\ Positive}{False\ Positive + True\ Positif} \dots\dots\dots(6)$$

3. *Recall* adalah perbandingan antara jumlah prediksi positif yang benar dengan total data positif yang sebenarnya.

$$Recall = \frac{True\ Positive}{False\ Negative + True\ Positive} \dots\dots\dots(7)$$

4. Selanjutnya, nilai *F1-Score* dihitung sebagai rata-rata yang dibobotkan antara *Precision* dan *Recall*[39][41][42].

$$F1-Score = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \dots \dots \dots (8)$$

2.8 Website

Website adalah sekumpulan halaman *web* yang berisi berbagai informasi yang saling terhubung dalam jaringan *World Wide Web*[43]. Dimana kontennya dapat dikembangkan dan dikelola baik secara individu, berkelompok, atau oleh sebuah organisasi[44].

Website berisi dokumen multimedia, seperti teks, gambar, suara, animasi, dan video, yang menggunakan protokol *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)*. Untuk mengaksesnya, digunakan perangkat lunak yang disebut browser[45].

2.9 Google Colab

Google Colab, atau *Google Colaboratory*, adalah *platform* berbasis *cloud* yang disediakan oleh *google* untuk menjalankan dan menulis kode *python* langsung melalui browser tanpa perlu konfigurasi tambahan. *Platform* ini memanfaatkan infrastruktur *cloud google* serta menyediakan akses ke *GPU* dan *TPU* secara gratis, sehingga menjadi pilihan populer bagi pengembang, peneliti, dan pelajar dalam menjalankan proyek-proyek berbasis *python*[46].

Perkembangan pesat bahasa pemrograman *python* juga mendorong *google* untuk menyediakan *Integrated Development Environment (IDE)* berbasis *web*, yang dikenal sebagai *Google colab*. *Platform* ini menggunakan *Jupyter Notebook* dengan ekstensi file **.ipynb*, yang lebih disukai karena fleksibilitasnya dibandingkan *IDE* lain seperti *IDLE* dan *Spyder*[47][48].

Selain kemudahan dalam penggunaan, *google colab* juga memungkinkan kolaborasi secara *real-time* dengan berbagi *notebook* langsung melalui peramban

web. Dengan fitur ini, pengguna tidak perlu menginstal perangkat lunak tambahan dan dapat mengakses lingkungan pengembangan yang kuat untuk berbagai keperluan penelitian dan pengembangan dalam bidang ilmu komputer serta kecerdasan buatan[49].

2.10 Matlab

Matlab (Matrix Laboratory) adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *MathWorks, Inc.* sebagai program untuk analisis dan komputasi numerik berbasis matriks. *Software* ini dirancang untuk membantu dalam berbagai tugas matematika, seperti pengolahan aljabar linier, optimasi, aproksimasi, serta analisis numerik dan statistik. *Matlab* juga menyediakan berbagai fungsi *built-in* yang mempermudah perhitungan yang kompleks, terutama dalam bidang teknik dan sains[50].

Sebagai perangkat lunak yang banyak digunakan di lingkungan akademik dan industri, *Matlab* memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan matematis, analisis data, pengembangan algoritma, serta simulasi dan pemodelan. Selain itu, *software* ini mendukung visualisasi data dalam bentuk grafis, sehingga sangat membantu dalam eksplorasi dan pemahaman data[51].

Matlab menjadi alat yang umum digunakan di berbagai bidang, seperti matematika dan komputasi, pengembangan algoritma, simulasi dan pembuatan prototipe, serta analisis teknik. Dengan kemampuannya dalam menangani operasi berbasis matriks, *Matlab* sering digunakan di fakultas teknik dan bidang-bidang lain yang memerlukan komputasi tingkat lanjut[47].

2.11 Flowchart

Flowchart, atau yang sering disebut sebagai diagram alir, merupakan representasi grafis dari langkah-langkah atau prosedur dalam suatu sistem. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan urutan instruksi yang berurutan dalam suatu proses, sehingga memudahkan analisis dan pemecahan masalah dalam pengembangan sistem[47].

Flowchart terdiri dari berbagai simbol yang mewakili proses tertentu, seperti *input*, *output*, penyimpanan data, serta pengambilan keputusan. Dalam sistem informasi, *Flowchart* dapat dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu *Flowchart* sistem, yang menunjukkan alur proses dalam suatu sistem beserta media *input* dan *output*nya, serta *Flowchart* program, yang lebih rinci dalam menggambarkan urutan instruksi dalam suatu program[47].

Seorang analis sistem menggunakan *Flowchart* sebagai dokumentasi logis untuk menjelaskan rancangan sistem kepada programmer. Dengan visualisasi yang jelas, *Flowchart* membantu dalam memahami alur proses, mengidentifikasi potensi masalah, serta memberikan solusi dalam membangun suatu sistem atau program[52].

2.12 Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang dikembangkan oleh Guido van Rossum di Belanda pada tahun 1990. Nama *python* diambil dari acara televisi favoritnya, *Monty Python's Flying Circus*. Awalnya dikembangkan sebagai proyek hobi, *python* kini menjadi salah satu bahasa pemrograman yang

banyak digunakan dalam industri dan pendidikan karena sintaksnya yang sederhana, ringkas, dan intuitif, serta didukung oleh pustaka yang luas[46].

Python mendukung berbagai paradigma pemrograman, termasuk pemrograman prosedural seperti C, pemrograman berorientasi objek seperti *Java*, dan pemrograman fungsional seperti Lisp. Kombinasi dari paradigma ini membuat *Python* fleksibel dan mudah digunakan dalam berbagai proyek pengembangan perangkat lunak[53].

Sebagai bahasa yang berfokus pada keterbacaan kode, *python* memungkinkan penulisan program dengan struktur yang jelas dan mudah dipahami. *python* juga dapat dijalankan di berbagai *platform* seperti *Windows*, *Linux*, dan lainnya, menjadikannya salah satu bahasa pemrograman yang sangat populer di kalangan pengembang perangkat lunak[54].

2.13 Visual Studio Code

Visual Studio Code (*VS Code*) adalah editor kode sumber yang ringan namun kuat, dikembangkan oleh *Microsoft* untuk *Windows*, *macOS*, dan *Linux*. Editor ini mendukung berbagai operasi pengembangan, seperti *debugging*, menjalankan tugas, dan pengendalian versi[55].

VS Code hadir dengan dukungan bawaan untuk *JavaScript*, *TypeScript*, dan *Node.js*, serta memiliki ekosistem ekstensi yang kaya untuk berbagai bahasa pemrograman lainnya, termasuk *C++*, *C#*, *Java*, *Python*, *PHP*, dan *Go*. Selain itu, editor ini juga mendukung berbagai runtime seperti *.NET* dan *Unity*, menjadikannya pilihan utama bagi banyak pengembang perangkat lunak[54].

Sebagai perangkat lunak *open-source*, *Visual Studio Code* memungkinkan pengembang untuk melihat dan berkontribusi pada kode sumbernya melalui *Github*. Selain itu, editor ini menawarkan fitur tambahan seperti penyorotan sintaksis, tema warna yang disesuaikan dengan fungsi kode, serta dukungan untuk ekstensi yang memungkinkan penggunanya menambahkan fitur baru sesuai kebutuhan[56].

2.14 *Black Box Testing*

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi tanpa mempertimbangkan struktur internal atau kode program yang digunakan. Dalam metode ini, penguji tidak memerlukan pengetahuan khusus tentang kode atau desain sistem, melainkan hanya mengevaluasi apakah sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan *input* dan *output* yang dihasilkan[57].

Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap modul perangkat lunak berfungsi sebagaimana mestinya tanpa perlu menguji desain atau kode program secara langsung. Meskipun bukan pengganti pengujian *white box*, *Black Box Testing* berperan sebagai metode pelengkap untuk menguji aspek yang tidak dapat dijangkau oleh pengujian *white box*, sehingga meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan[58].

Proses *Black Box Testing* dilakukan dengan mencoba program yang telah dikembangkan melalui *penginputan* data ke dalam setiap formulir yang tersedia. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan

kebutuhan pengguna atau perusahaan serta mampu memberikan hasil yang diharapkan dalam berbagai skenario pengujian[59].

2.18 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah editor kode yang dikembangkan Microsoft dengan kemampuan berjalan di berbagai platform, seperti *Windows*, *Linux*, dan *macOS*. *VS Code* banyak digunakan oleh developer karena tampilannya yang sederhana, performanya yang ringan, serta tersedianya beragam ekstensi yang mendukung banyak bahasa pemrograman, seperti *Python*, *JavaScript*, *Java*, dan *C++*. Hal tersebut menjadikan *VS Code* sebagai salah satu editor utama dalam pengembangan perangkat lunak masa kini [60].

Selain itu, *Visual Studio Code* memiliki fitur bawaan seperti *debugging*, *syntax highlighting*, *intelliSense*, serta *integrated terminal* yang sangat membantu dalam proses penulisan dan pengujian kode. Beragam ekstensi yang tersedia memungkinkan pengguna menyesuaikan editor sesuai kebutuhan proyek masing-masing. Kemudahan tersebut membuat *VS Code* tidak hanya digunakan oleh pengembang profesional, tetapi juga oleh mahasiswa yang sedang mempelajari pemrograman untuk meningkatkan kemampuan logika dan pemahaman sintaks [61].

Di lingkungan pendidikan, *VS Code* kerap dijadikan media pembelajaran dalam mata kuliah pemrograman maupun proyek riset. Fleksibilitasnya memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan aplikasi berbasis web, mobile, maupun desktop dengan lebih efisien. Ditambah dengan komunitas global yang besar, dokumentasi yang melimpah, serta dukungan teknologi terbaru, *VS Code*

semakin memiliki peran penting sebagai alat pengembangan perangkat lunak di era digital saat ini [62].

2.19 Cascading Style Sheet (CSS)

Cascading Style Sheets (CSS) adalah bahasa *stylesheet* yang digunakan untuk mengatur tampilan visual pada dokumen *HTML*. Melalui *CSS*, pengembang dapat menentukan berbagai aspek desain seperti warna, ukuran teks, *margin*, *padding*, hingga tata letak sehingga halaman web tampil lebih menarik dan konsisten. Perkembangan teknologi menghadirkan fitur seperti Flexbox, Grid Layout, serta media *query* yang memungkinkan desain responsif di berbagai jenis perangkat. Dengan kemampuan tersebut, *CSS* menjadi fondasi penting dalam pengembangan web modern karena mampu meningkatkan estetika sekaligus fleksibilitas antarmuka [63].

Selain memperindah tampilan, *CSS* juga memiliki peran besar dalam meningkatkan pengalaman pengguna (*user experience*) dan aksesibilitas. Penataan visual yang rapi membantu pengguna menavigasi dan memahami informasi dengan lebih mudah, sedangkan efek interaktif seperti *hover* dan *transition* dapat meningkatkan keterlibatan pengguna. Optimalisasi *CSS* melalui penghapusan kode yang tidak diperlukan, pemanfaatan *critical CSS*, serta teknik minifikasi turut mempengaruhi kecepatan loading dan performa website. Dengan demikian, *CSS* berfungsi bukan hanya sebagai alat presentasi, tetapi juga sebagai elemen penting dalam kualitas teknis sebuah situs [64].

Dalam dunia pendidikan dan penelitian, *CSS* umumnya dipelajari setelah *HTML* sebagai dasar dalam memahami desain dan pengembangan web.

Mahasiswa atau peserta pelatihan biasanya mempelajari konsep seperti box model, spesifisitas selector, serta metodologi penulisan kode seperti *BEM* sebelum melanjutkan ke framework modern seperti *Bootstrap*, *Tailwind*, atau *Materialize*. Penggunaan CSS dalam proyek akademik, pelatihan masyarakat, maupun penelitian sistem informasi menunjukkan betapa pentingnya peran CSS dalam menciptakan antarmuka yang responsif, interaktif, dan mudah dipelihara. Hal ini menegaskan bahwa CSS tetap menjadi keterampilan fundamental di era transformasi digital [65].

2.20 Java Script

Java Script adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat halaman *web* menjadi lebih dinamis dan interaktif. Bahasa ini memungkinkan pengembang memanipulasi elemen HTML serta mengatur gaya melalui CSS secara langsung, sehingga memberikan pengalaman pengguna yang lebih responsif. Seiring kemajuan teknologi, *JavaScript* juga mendukung asynchronous programming yang memungkinkan pertukaran data dengan *server* tanpa harus melakukan reload halaman. Kemampuan tersebut menjadikan *Java Script* sebagai komponen penting dalam pengembangan aplikasi web modern [66].

Selain digunakan pada sisi klien, *Java Script* kini berkembang melalui *Node.js* yang memungkinkan eksekusi kode di sisi server. Perkembangan ini memperluas peran *JavaScript* sehingga dapat digunakan untuk pengembangan *full-stack*. Framework populer seperti *React*, *Angular*, dan *Vue* membantu pengembang membangun antarmuka secara lebih efisien, sementara *Node.js* mempermudah integrasi API dan pengelolaan basis data. Hal ini menjadikan *Java*

Script sebagai bahasa yang fleksibel dan serbaguna dalam ekosistem pengembangan web [67].

Dalam ranah pendidikan dan penelitian, *Java Script* biasanya diajarkan setelah *HTML* dan *CSS* sebagai materi lanjutan dalam pembelajaran pemrograman web. Mahasiswa dan peserta kursus umumnya mempelajari konsep *DOM* (*Document Object Model*), event handling, serta manipulasi data sebelum melanjutkan ke *framework* yang lebih kompleks. *Java Script* juga banyak dimanfaatkan dalam penelitian terkait *e-learning*, sistem informasi, dan layanan publik berbasis web interaktif. Oleh karena itu, *Java Script* tetap menjadi keterampilan dasar yang penting bagi pengembang di era digital [68].

2.21 Penelitian Terkait

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas *SVM* dalam melakukan klasifikasi, penelitian terkait dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

No	Penulis Dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Hendry Cipta Husada1 Dan Adi Suryaputra Paramita(2021) [69]	Analisis Sentimen Pada Maskapai Penerbangan Di Platformtwitter Menggunakan <i>Algoritma Support Vector Machine (SVM)</i>	<i>Algoritma Support Vector Machine (SVM)</i>	(<i>SVM</i>) Terbukti Mampu Diterapkan Dengan Baik Untukmelakukan Analisis 26entiment Dengan Didukung Olehbeberapa Metode Preprocessing, Pembobotan Termmenggunakan TF-IDF, Dan Parameter Tuning Algoritma.Selain Itu, Pada Proses Pengujian Algoritma Support Vectormachine (Parameter Tuning), Nilai Accuracy

				Terbaik dihasilkan Oleh Kernel RBF Dengan Nilai Parameter Complexity= 10 Dan Gamma = 1, Yaitu Sebesar 84,37%. Sedangkan Pada pengujian Menggunakan 10-Fold Cross Validation, Diperoleh rata-rata Nilai Accuracy Sebesar 80,41%. Nilai Precision, Recall, Dan F-Score Terbaik Juga Dihasilkan Oleh Kernel Rbf dengan Nilai Parameter Complexity = 10 Dan Gamma = 1, Yang masing-masing Sebesar 84,33%, 84,67%, Dan 84,50%.
2	Irma Surya Kumala Idris, Dkk(2023) [70]	Analisis Sentimen Terhadap Penggunaan Aplikasi Shopee Menggunakan Algoritma Support Vectormachine (SVM)	Algoritma Support Vectormachine (SVM)	Model <i>Algoritma Support Vector Machine (SVM)</i> Dapat disimpulkan Bahwa, SVM Terbukti Sebagai Algoritma klasifikasi Yang Cukup Baik Untuk Menganalisis Sentimen pada Pengguna Aplikasi Shopee Dengan Perolehan Akurasi sebesar 98% Dan F1-Score 0.98 Atau Sebesar 98%.
3	Thalita Meisya Permata Aulia, Nur Arifin Dan Rini Mayasari(2021) [71]	Perbandingan Kernel <i>Support Vector Machine (Svm)</i> Dalam penerapan Analisis Sentimen Vaksinasi Covid-19	<i>Support Vector Machine (Svm)</i>	Algoritma Svm Bekerja Dengan Baik Pada klasifikasi Teks. Dari Percobaan Terhadap 4 Kernel Svm kernel Sigmoid Dan Linear Mendapat nilai Akurasi Lebih Tinggi Yaitu 0.87, Dibandingkan

				Dengan Rbf Dan Polynomial yang Hanya 0.86.
4	Yusuf Amrozi, Dian Yulianti, Agung Susilo, Nur Novianto, Rikza Ramadhan (2022) [72]	Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citrawarna Dengan Metode Svm Support Vector Machine(Svm) Kombinasi Warna, Fitur tekstur, Dan Pengukuran Bentuk Menggunakan Svm Menghasilkan Hasil Yang Akurat.	Metode Svm Support Vector Machine(Svm)	Akurasi Klasifikasi Yang Signifikan Sebesar 89,86%. Semua Fitur Yang Diekstraksi Direduksi Dan Disimpan Dalam Vektor Fitur Pca(Principal component analysis). Untuk Penelitian Selanjutnya Disarankan Untuk Menggunakan Metode Dan Model Warna Lain Sebagai Perbandingan Hasil Keakuratan Sistem
5	Nugraheni, M.(2024) [73]	Identifikasi Jamur yang Dapat dikonsumsi Dan Beracun	Klasifikasi Jenis Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Pengolahan Citra dan SVM Ekstraksi warna + Bentuk + SVM	Sistem Mampu Membedakan Jenis sampah Dengan Akurasi 86%, Membantu Sistem Pendaaur Ulangan Otomatis.
6	Hidayat, R.(2023) [74]	Klasifikasi Citra Batik Menggunakan SVM Dan Ekstraksi Ciri Histogram warna	SVM Dan Ekstraksi Ciri Histogram warna.	Efektif Dalam Membedakan Motif Batik, Dengan Akurasi Mencapai 91%.
7	Lestari, S.(2022) [75]	Deteksi Dini Penyakit Daun Padi Berdasarkan Citra Digital Dengan SVM.	Color Histogram + SVM	Berhasil Mengklasifikasikan Penyakit Daun Padi Dengan Akurasi 88%.
8	Firmansyah, A.(2022) [76]	Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Bahasa Indonesia	SVM PCA + SVM	SVM Menunjukkan Performa Akurasi Yang Tinggi Dalam Klasifikasi Karakter Tulisan Tangan,

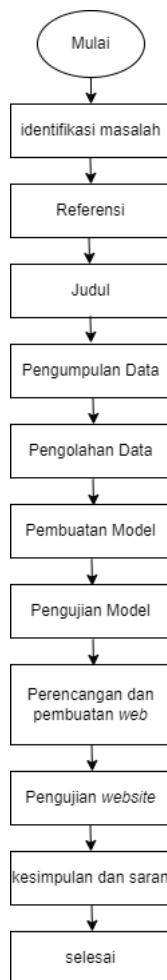
		Berbasis SVMPCA + SVM		Mencapai 90%.
9	Rahayu, D.(2021) [77]	Klasifikasi Citra Daun Tanaman Menggunakan Ekstraksi Ciri Dan SVM Ekstraksiciri(GL CM)	SVM Ekstraksiciri(G LCM)	SVMSVM Mampu Mengklasifikasikan Jenis Daun Dengan Akurasi Sebesa R87% Berdasarkan Tekstur Dan Bentuk.
10	Riszki Wijayatun Pratiwi, Sharfina Febbi , Dairoh, Dwi Intan Af'idah, Qirani Rifa Dan Amaliyah Gian F(2021) [78]	Analisis Sentimen Pada Review Skincarefemale Daily Menggunakan Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	Hasil Analisis Dan Pengujian Terhadap Analisis Sentiment Pada Review Produk Kecantikan Menggunakan Metode <i>Support Vector Machine</i> Maka Didapatkan Hasil Kesimpulan Bahwa Metode <i>Support Vector Machine</i> Dapat Melakukan Prediksi Kelas Sentimen Pada Review Produk Kecantikan Sesuai Analisa Yang Disiapkan. Kemudian Analisis Sentimen Ini Belum Sepenuhnya Relevan Untuk Memprediksi Kelas Sentimen Yang Sesuai Terhadap Pemberian Kelas Berdasarkan Rating Atau Bintang Pada Review Tersebut, Dan Analisis Sentiment Pada Produk Kecantikan Menggunakan SVM Menghasilkan Nilai Akurasi Menggunakan Dataset 80% Datatraining Dan 20% Data Testing Sehingga Mendapatkan Akurasi Sebesar 87% Dengan Recall Sebesar

				90%, Precision sebesar 84,90%, Dan F1 Score Sebesar 87,37%.
--	--	--	--	---

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang dijelaskan dalam metodologi penelitian. Metodologi tersebut disajikan dalam bentuk skema yang jelas, terstruktur, dan sistematis. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil tahapan pengamatan pendahuluan, tahapan selanjutnya adalah perumusan masalah. Pada tahap ini, masalah yang dianggap relevan akan dirumuskan sebagai fokus penelitian dalam proposal skripsi ini.

Beberapa poin utama yang dirumuskan dalam tahapan ini yaitu:

1. Identifikasi masalah: Kesulitan dalam mengklasifikasikan jenis atau varietas tumbuhan mangga secara otomatis berdasarkan citra daun maupun buah, terutama karena kemiripan bentuk dan warna antar varietas yang dapat membingungkan jika hanya menggunakan pengamatan manual.
2. Tujuan penelitian: Membangun sistem klasifikasi berbasis *machine learning* yang memanfaatkan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengklasifikasikan jenis tumbuhan mangga secara akurat dan efisien.
3. Pertanyaan penelitian: Seberapa akurat metode SVM dalam mengklasifikasikan jenis tumbuhan mangga? Bagaimana sistem klasifikasi yang dibangun dapat membantu pengguna (peneliti atau petani) dalam mengenali varietas mangga secara cepat dan tepat?

Permasalahan-permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini diperoleh dari penelitian terkait dan data hasil pengamatan pendahuluan sebelumnya. Solusi yang ditemukan pada tahapan perumusan masalah ini kemudian dirumuskan menjadi judul penelitian, yaitu “Klasifikasi Jenis Tumbuhan Mangga Berdasarkan Metode *Support Vector Machine* (SVM).”

3.2 Referensi

Penelitian ini didukung oleh studi literatur terhadap berbagai sumber seperti jurnal, artikel ilmiah, dan dokumentasi terkait klasifikasi mangga serta penerapan algoritma *machine learning*. Fokus utama adalah pemahaman tentang jenis-jenis mangga, serta tinjauan terhadap efektivitas algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dalam klasifikasi berbasis citra. Referensi juga mencakup penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan serupa untuk klasifikasi gambar objek biologis.

3.3 Judul

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan dan hasil studi pustaka, maka ditetapkan judul penelitian yaitu “Klarifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Citra Menggunakan Metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk Klasifikasi mangga”. Judul ini mencerminkan fokus penelitian pada penggunaan algoritma SVM untuk membangun model klasifikasi berbasis citra mangga guna membantu proses identifikasi yang lebih efisien dan akurat.

3.3.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang akan digunakan untuk melatih model klasifikasi dengan metode *Support Vector Machine* (SVM) yang berkaitan dengan penelitian dan pembuatan sistem, yaitu:

1. Jenis Data: Gambar daun atau buah dari beberapa jenis tumbuhan mangga yang akan diklasifikasikan, misalnya: Arumanis, Golek, Manalagi, Gedong Gincu, dan jenis mangga lain yang tersedia.

2. Sumber Data: Dataset diperoleh melalui pengambilan gambar secara langsung (data primer) dari kebun atau pasar lokal di sekitar lokasi penelitian, serta dapat dilengkapi dengan dataset pendukung dari sumber publik seperti Kaggle atau repositori citra pertanian.
3. Pengolahan Data: Dataset yang telah diperoleh kemudian dilakukan preprocessing berupa normalisasi ukuran gambar, pengubahan format citra ke resolusi seragam, dan pembagian data ke dalam set train dan validation dengan perbandingan 80:20 untuk memudahkan pelatihan dan evaluasi model.

Hasil dari tahapan pengumpulan dan pengolahan data ini berupa dataset citra berbagai jenis mangga yang sudah melalui tahap preprocessing dan pembagian data train dan validation, sehingga siap digunakan dalam proses pelatihan model SVM.

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap penting yang dilakukan sebelum data digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model klasifikasi. Langkah-langkah pengolahan data pada penelitian ini meliputi:

1. Seluruh gambar mangga yang telah dikumpulkan diubah ukurannya menjadi 224×224 piksel, setiap gambar diberi label berdasarkan kategorinya.
2. Dataset yang telah diproses kemudian dilakukan pembagian data kedalam *Set train* dan *validation* 80:20.

3. Vektor fitur hasil ekstraksi dari *ResNet* 50 selanjutnya diklasifikasikan menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel *Radial Basis Function* (RBF). Model SVM dilatih menggunakan data latih dan kemudian dievaluasi menggunakan data validasi untuk mengukur performa model klasifikasi terhadap data yang belum dikenali sebelumnya

3.4 Pembuatan Model

Pada tahapan pembuatan model, dilakukan perancangan model *machine learning* untuk klasifikasi jenis mangga. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Support Vector Machine* (SVM), karena metode ini terbukti efektif untuk klasifikasi dengan dataset berukuran relatif kecil dan memiliki margin pemisah yang jelas antar kelas. Proses pembuatan model meliputi beberapa tahap:

1. Preprocessing Data: Mengubah ukuran gambar menjadi seragam. Melakukan ekstraksi fitur menggunakan metode *feature extraction* seperti warna (*color histogram*), tekstur, atau bentuk. Menormalisasi data agar nilai fitur berada pada rentang yang sama sehingga lebih optimal untuk SVM.
2. Pelatihan Model: Menggunakan algoritma SVM dengan kernel RBF (*Radial Basis Function*) untuk memisahkan data setiap jenis mangga. Data latih digunakan untuk mencari *hyperplane* terbaik yang memisahkan masing-masing kelas dengan margin maksimum.
3. Evaluasi Model: Data uji digunakan untuk mengukur akurasi model, di mana penghitungan metrik evaluasi seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* menunjukkan hasil yang sangat optimal dengan nilai akurasi

maksimal mencapai 99,88%. Tingginya nilai precision dan recall yang secara konsisten berada di atas 90% untuk seluruh sampel varietas mangga membuktikan bahwa model memiliki keseimbangan F1-score yang stabil dalam mengenali karakteristik visual objek secara akurat.

Proses pembuatan model tersebut digambarkan dalam flowchart berikut:



Gambar 3.2 Flowchart Pembuatan Model

3.4.1 Proses *Input* Gambar

Gambar mangga yang akan diklasifikasikan diproses terlebih dahulu. Proses preprocessing ini meliputi resize gambar ke ukuran 224x224 piksel dengan 3 channel warna (RGB). Ukuran ini disesuaikan agar kompatibel dengan input yang dibutuhkan oleh arsitektur ResNet50.

3.4.2 *Resnet50* Eksraksi Fitur

Gambar yang telah di-preprocessing kemudian dimasukkan ke dalam model *ResNet50* (tanpa lapisan klasifikasi akhir). Model ini digunakan sebagai

feature extractor untuk menghasilkan representasi fitur dari gambar. Hasil ekstraksi fitur ini merupakan vektor numerik berdimensi tinggi yang merepresentasikan karakteristik penting dari gambar mangga.

3.4.3 Vektor Fitur Yang Diekstraksi

Fitur hasil ekstraksi dari *ResNet 50* akan dikumpulkan dalam bentuk vektor. Vektor inilah yang akan menjadi input bagi algoritma klasifikasi SVM.

3.4.3 SVM Klasifikasi

Algoritma Support Vector Machine (SVM) digunakan sebagai model klasifikasi. SVM akan mempelajari pola dari data fitur tersebut dan memisahkan antara dua kelas, dengan menggunakan *hyperplane* terbaik. Dalam metode SVM, proses klasifikasi dilakukan menggunakan fungsi keputusan sebagai berikut:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot y_i \cdot k(x_i, x) + b$$

- a. x_i : vektor fitur dari data latih ke- i
- b. x : vektor fitur dari data uji
- c. α_i : Lagrange multiplier dari hasil pelatihan
- d. y_i : label kelas dari data latih (misalnya: -1 untuk tidak beracun, 1 untuk beracun)
- e. $K(x_i, x)$: kernel function antara data latih dan data uji
- f. b : bias atau intersep dari model

3.4.5 Keluaran Label mangga

Setelah proses klasifikasi, sistem akan memberikan output berupa label: *Poisonous* (beracun), *Non-Poisonous* (tidak beracun) Output ini ditampilkan kepada pengguna sebagai hasil dari proses klasifikasi.

3.5 Pengujian Model

Pada tahapan pengujian model, model yang telah dilatih sebelumnya diuji untuk mengevaluasi kinerjanya. Pengujian ini mencakup:

Evaluasi akurasi pada set data validasi.

a. Penggunaan metrik tambahan seperti *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score* bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang performa model secara keseluruhan.

b. Analisis hasil pengujian untuk mengidentifikasi bagian yang perlu diperbaiki atau dioptimalkan.

c. Pengukuran kinerja menggunakan *Confusion Matrix* yaitu dengan menggunakan 4 perhitungan berikut ini:

a. *Accuracy* adalah rasio antara jumlah prediksi yang benar dengan total data yang diuji.

$$Accuracy = \frac{true\ positive + true\ negative}{true\ positive + true\ negative + false\ positive + false\ negative} \quad (1)$$

b. *Precision* adalah perbandingan antara jumlah prediksi positif yang benar dengan total prediksi positif yang dihasilkan.

$$Precision = \frac{true\ positive}{false\ positive + true\ positive} \quad (2)$$

c. *Recall* adalah perbandingan antara jumlah prediksi positif yang benar dengan total data positif yang sebenarnya.

$$Recall = \frac{true\ positive}{false\ negative + true\ positive} \quad (3)$$

d. Selanjutnya, nilai *F1-Score* dihitung sebagai rata-rata yang dibobotkan antara *Precision* dan *Recall*.

$$F1 - Score = 2 * \frac{precision*recall}{precision+recall} \quad (4)$$

Hasil dari tahapan pengujian model ini berupa laporan performa model berdasarkan metrik evaluasi yang nantinya ketika performa model sudah mencapai

akurasi tertinggi, maka model siap diproses lebih lanjut.

3.6 Perancangan dan Pembuatan *Website*

ada tahap ini, sistem klasifikasi mangga mulai dirancang dan dikembangkan. Proses ini mencakup berbagai aspek perancangan, mulai dari pengumpulan dan preprocessing data hingga integrasi model klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM).

Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk *website* berbasis antarmuka grafis (*Graphical User Interface/GUI*), yang memungkinkan pengguna mengunggah gambar jamur dan memperoleh hasil klasifikasi secara otomatis. Desain antarmuka dibuat agar mudah digunakan dan informatif, dengan menampilkan hasil klasifikasi serta label dari gambar yang dimasukkan oleh pengguna.

3.6.1 Perancangan *website*

Perancangan *website* dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas, pengalaman pengguna (*user experience*), serta efisiensi sistem dalam mendukung proses klasifikasi gambar mangga. *Website* ini bertujuan sebagai antarmuka pengguna yang dapat digunakan untuk mengunggah gambar mangga, melakukan klasifikasi, dan menampilkan hasil secara cepat dan

informatif. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam proses perancangan website:

1. Analisis Kebutuhan

- a) Menentukan fitur utama yang akan tersedia pada website, antara lain:

- Fitur unggah gambar manga, Tombol proses klasifikasi Hasil klasifikasi manga

- b) Memastikan *website* dapat memberikan pengalaman penggunaan yang dapat diakses dengan mudah oleh berbagai jenis perangkat, baik *desktop* maupun *mobile*

2. Perancangan *UI/UX*

- a) Mendesain tampilan antarmuka menggunakan *wireframe* dan *mockup* untuk memastikan navigasi yang mudah, tata letak yang rapi, dan tampilan hasil klasifikasi yang jelas.

- b) Memilih skema warna yang sesuai dan elemen desain yang sederhana agar pengguna merasa nyaman dalam mengoperasikan sistem. Desain dibuat dengan gaya minimalis namun informatif.

3. Perancangan Arsitektur Sistem

- a) *Frontend*: Antarmuka pengguna dibangun menggunakan Streamlit, yaitu *framework* berbasis *Python* yang memungkinkan pengembangan antarmuka *web* secara cepat dan interaktif. *Streamlit* dipilih karena mendukung pemrosesan gambar secara langsung dan memudahkan integrasi dengan model klasifikasi berbasis *Python*. Penggunaan *Streamlit* juga mempermudah visualisasi hasil klasifikasi dan interaksi

pengguna melalui tombol unggah gambar, tampilan prediksi, serta antarmuka yang responsif dan minimalis.

- b) *Backend*: Menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan dukungan pustaka seperti *TensorFlow/Keras* dan *Scikit-learn*, serta *framework Streamlit* sebagai *backend* interaktif berbasis *web*. *Backend* juga mengelola alur integrasi model klasifikasi serta mengembalikan hasil klasifikasi secara langsung ke antarmuka pengguna.

3.4.2 Hasil Pembuatan Website

Setelah tahap perancangan dan pembuatan website selesai, dihasilkan sebuah sistem klasifikasi gambar jamur berbasis web dengan fitur utama sebagai berikut:

1. Antarmuka pengguna yang intuitif untuk mengunggah gambar mangga dan menerima hasil klasifikasi berupa gambar yang tinggi.
2. *Backend* yang mampu memproses input gambar secara otomatis, menghasilkan klasifikasi gambar secara *real-time*.
3. *Website* dapat diakses melalui berbagai perangkat (*desktop* maupun *mobile*) setelah di-*deploy* ke server atau menggunakan *Streamlit Community Cloud*.

Dengan adanya *website* ini, pengguna dapat dengan mudah melakukan klasifikasi gambar jamur secara praktis, cepat, dan akurat tanpa memerlukan pemahaman teknis yang mendalam terhadap metode *machine learning* yang digunakan.

3.5 Pengujian Website

Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara menggunakan *Black Box*. Dalam Pengujian *Black Box* ini berfokus pada perangkat lunak untuk mendapatkan hasil yang baik, apabila terjadi *error* atau tidak sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka dilakukan penganalisaan sistem kembali hingga tidak ditemukan *error*.

3.5.1 Black Box Testing

Black box testing merupakan pengujian kualitas perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas perangkat lunak, *pengujian black box testing* bertujuan untuk menemukan fungsi yang tidak benar kesalahan antarmuka kesalahan pada struktur data, kesalahan performansi, kesalahan inisialisasi dan terminasi, dalam pengujian *black box testing* digunakan alat untuk pengumpulan data yang disebut dengan *user acceptance test*, dokumen ini terdiri deskripsi indikator dari prosedur-prosedur pengujian fungsionalitas dari perangkat lunak.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir adalah menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang didapatkan dalam Implementasi algoritma *SVM (Support Vector Machine)* untuk klasifikasi jenis mangga, pada tahapan ini juga berisikan saran peneliti bagi pembaca untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian ini kedepannya.