

KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KERSEN DENGAN MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE

Veri Arinal^a, Artha Patricia^{b*}

^a*Sistem Informasi, ^bTeknik Informatika, STIKOM Cipta Karya Informatika*

Corresponding Author:

^b*arthapatricia3@gmail.com*

ABSTRAK

Buah kersen, yang berasal dari Meksiko Selatan dan sering dijumpai di Indonesia, memiliki manfaat kesehatan yang menarik minat masyarakat. Bentuknya bulat dengan diameter 1-1,5 cm, berwarna hijau kekuningan saat muda, dan berubah merah saat matang. Penentuan tingkat kematangan kersen, yang selama ini dilakukan secara manual, penting bagi masyarakat untuk mengonsumsi buah dengan kualitas yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah identifikasi kematangan buah kersen melalui pengolahan citra atau image processing, menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) dengan nilai parameter C-25. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini mencapai tingkat akurasi terbaik sebesar 72% dalam mengidentifikasi kematangan buah kersen, sehingga dapat menjadi solusi efektif dalam memudahkan masyarakat menentukan tingkat kematangan buah.

Kata Kunci : Klasifikasi, Buah Kersen, Kematangan Buah, Pengolahan Citra, SVM

ABSTRACT

Kersen fruit, native to Southern Mexico and often found in Indonesia, has health benefits that attract people. It is round with a diameter of 1-1.5 cm, yellowish green in color when young, and turns red when ripe. Determining the maturity level of kersen, which has been done manually, is essential for people to consume good quality fruit. This study aims to simplify the identification of Kersen fruit maturity through image processing using the Support Vector Machine (SVM) method with a parameter value of C-25. The test results show that this method achieves the best accuracy level of 72% in identifying the ripeness of kersen fruit, so it can be an effective solution in making it easier for people to determine the level of fruit ripeness.

Keywords : Classification, Kersen Fruit, Fruit Maturity, Image Processing, SVM

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan keanekaragaman tumbuhan yang kaya, banyak di antaranya memiliki manfaat untuk kesehatan, pertanian, dan industri. Salah satu tumbuhan dengan banyak manfaat adalah buah kersen (*Muntingia calabura*), yang dikenal memiliki kandungan vitamin dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan. Buah kersen kecil, berwarna merah cerah saat matang, dan memiliki rasa manis, serta dapat mencegah penyakit dan meningkatkan sistem imun (Kurniati & Rohmani, 2017). Pohon kersen juga kerap dijumpai sebagai pohon peneduh di tepi jalan.

Kematangan buah kersen penting untuk kualitas rasa dan manfaat kesehatan, termasuk sebagai pengganti gula alami karena kandungan antidiabetesnya. Kematangan yang baik memberikan buah kersen kandungan antioksidan dan senyawa lainnya yang bermanfaat. Namun, identifikasi kematangan sering dilakukan secara manual, yang memakan waktu dan kurang efisien untuk jumlah besar (Maya et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan metode yang memudahkan klasifikasi kematangan secara otomatis. Salah satunya adalah pengolahan citra atau image processing, yang membantu mengekstraksi informasi penting dari buah. Penelitian ini menggunakan Support Vector Machine (SVM) (Siti Aisah et al., 2024), yang merupakan metode populer dalam klasifikasi digital, untuk mengidentifikasi tingkat kematangan kersen secara efisien memanfaatkan image processing dan SVM untuk mengatasi permasalahan identifikasi kematangan buah kersen agar lebih konsisten, cepat, dan akurat. Diharapkan hasil dari penelitian ini akan dapat memberikan kontribusi dari pihak-pihak penulis mampu menambah pengetahuan baru tentang pengolahan citra terutama dalam menggunakan SVM. Pembaca diharapkan dengan menggunakan metode SVM ini dapat mengetahui proses serta dapat membantu memberikan kontribusi khususnya mahasiswa teknik informatika atau sistem informasi yang mengambil topik bidang penelitian ini sebagai bahan referensi atau sebagai bahan penelitian selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Buah Kersen

Muntingia calabura, dikenal sebagai Kersen dalam bahasa lokal, adalah pohon buah yang tumbuh di wilayah tropis. Buah Kersen kecil, manis, dan merah cerah, sering tumbuh di sekitar pemukiman manusia. Pohon Kersen berguna sebagai pohon peneduh di pinggir jalan dan sering tumbuh dengan cepat di lokasi-lokasi sembarangan (Senet et al., 2017). Buah Kersen mengandung vitamin, mineral, dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan. Meski berlimpah dan tumbuh di banyak tempat, manfaatnya belum optimal karena kurangnya pengetahuan dan perhatian ekonomi. Buah Kersen yang matang telah diidentifikasi memiliki potensi dalam industri makanan dan farmasi, serta mengandung senyawa antioksidan. Kematangan buah juga mempengaruhi kandungan gizi buah tersebut.

Klasifikasi

Merupakan pengelompokan sesuatu dengan proses membedakan dan mendistribusikan jenis "hal" ke dalam kelompok yang berbeda (Subgya, 2019). menghasilkan urutan yang berguna sehingga ketika ingin mencari informasi mengenai sesuatu, maka tidak harus mencari dalam waktu yang terlalu lama sebab sudah ada kategori tersendiri untuk mengetahui informasi tersebut. Dalam Klasifikasi SVM dalam beberapa penelitian lainnya yaitu Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM Kombinasi warna, fitur tekstur, dan pengukuran bentuk menggunakan SVM menghasilkan hasil yang akurat. Eksperimen yang ditunjukkan mencapai akurasi klasifikasi yang signifikan sebesar 89,86%. (Amrozi et al., 2022). Sama halnya dengan Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Metode Support Vector Machine menunjukkan bahwa akurasi klasifikasi yang dihasilkan sebesar 0,91 sehingga hasil evaluasi klasifikasi kematangan buah tomat menggunakan metode SVM termasuk dalam kategori baik. (Maulana Alfaruq et al., 2023). Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pinang Menggunakan Metode Support Vector Machine Berdasarkan Warna Dan Tekstur

menunjukkan kinerja terbaik. Ketika menggunakan kernel *Polynomial* pada SVM *classifier*, hasil evaluasinya mencapai *Accuracy* sekitar 90,90%, *Precision* 90,90%, *Recall* 92,30%, dan *F1-Score* mencapai 91,60% dalam proses identifikasi Tingkat. (Maneno et al., 2023).

Machine Learning

Serangkaian teknik yang dapat membantu memprediksi dengan tingkat keakuratan yang tinggi, sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang (Abijono et al., 2021).

Citra Digital

Sebagai elemen multimedia utama, komponen ini memiliki peranan vital sebagai representasi visual dalam ruang dua dimensi. Citra dapat ada dalam format cetak atau digital. Dalam bentuk digital, citra disimpan sebagai larik angka yang mewakili tingkat kecerahan piksel-piksel penyusun citra setelah proses kuantifikasi (Sumari et al., 2021).

Support Vector Machine

Metode klasifikasi berdasarkan dengan diskriminan linear margin maksimum, SVM berusaha menemukan *hyperplane* yang terbaik pada *input space*. Prinsip dasar SVM merupakan *linear classifier*, dan selanjutnya dikembangkan agar dapat bekerja pada problem non-linear (Adinata & Arifin, 2022).

Ada 2 metode dalam support vector machine :

- **Metode Linier**

Model *linier* memiliki sifat penting baik dari aspek komputasi dan analitis. Penggunaan model linier dengan pendekatan parametrik dalam metode klasik memiliki aplikasi praktis yang terbatas karena kutukan dimensionalitas (Monika Parapat & Tanzil Furqon, 2018).

- **Metode Kernel**

Fungsi kernel merupakan fungsi k yang untuk semua vektor masukan x, z akan memenuhi syarat $k(x, z) = \langle \phi(x), \phi(z) \rangle$ dimana $\phi(\cdot)$ Merupakan fungsi pemetaan dari ruang masukan ke ruang fitur (Anggraini, 2017).

Confusion Matrix

Untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Confusion Matrix merupakan metode yang dapat untuk menghasilkan metrik evaluasi yang diukur dengan tingkat yang dihasilkan oleh data testing seperti *Accuracy* (akurasi), *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* atau *F-Measure* (Rheni Aprilia Ningrum et al., 2021).

METHODE

Data Penelitian

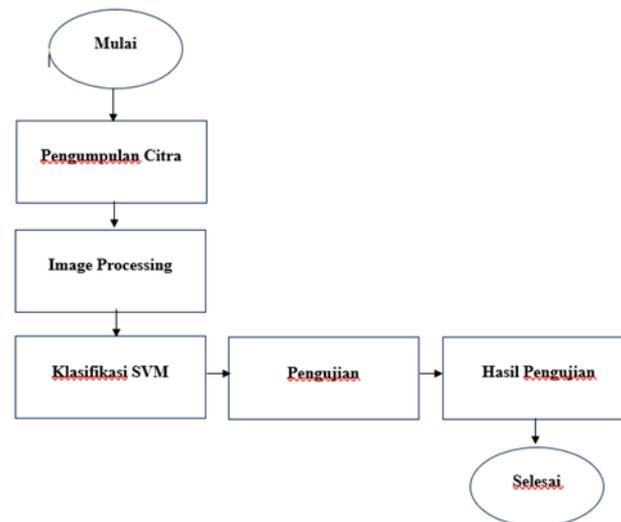
Dataset atau sumber data yang digunakan sebagai objek penelitian merupakan berupa dataset, Melalui website Kaggle yang diunggah oleh MIHAI MINUT Fruit-262. Pada penelitian ini jumlah dataset sebanyak 90 citra yang dibagi menjadi 2 kelas dengan rincian masing-masing kelas berformat jpg dengan label “Matang” berisi citra buah Kersen yang sudah matang, sedangkan yang berlabel “Belum Matang” berisi citra buah Kersen yang sudah belum matang.

Tabel 1. Jumlah Dataset Citra Kersen

No	Label Dataset	Jumlah
1	Matang	39 Citra Buah Kersen
2	Belum Matang	51 Citra Buah Kersen

Penerapan Metodologi

Berikut merupakan alur penelitian yang digambarkan dengan flowchart seperti pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Tahapan Metodologi

Pengumpulan Citra

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan dataset citra buah Kersen. Dataset yang digunakan adalah citra dengan format RGB (Red, Green, Blue), yang merepresentasikan spektrum warna pada gambar secara digital. Dataset ini terdiri dari total 90 gambar yang terbagi dalam dua kelas: kelas “Matang” yang mencakup 39 gambar, dan kelas “Belum Matang” yang terdiri dari 51 gambar. Pemisahan kelas ini penting untuk mempermudah proses klasifikasi pada tahap selanjutnya, sehingga sistem dapat mengenali dan membedakan antara buah yang sudah matang dan yang belum matang.

Image Processing

Tahap ini melibatkan pemrosesan data citra awal agar siap digunakan dalam proses klasifikasi. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

1. Cropping (Pemotongan)

Menghilangkan bagian citra yang tidak relevan agar hanya area penting yang dipertahankan. Hal ini bertujuan untuk fokus pada objek utama dan mengurangi noise yang tidak diperlukan.

2. Resize (Pengubahan Ukuran)

Menyesuaikan dimensi gambar agar seragam dan sesuai dengan kebutuhan input model klasifikasi. Ukuran yang seragam membantu model dalam memproses data dengan efisien.

3. Konversi

Melakukan konversi warna atau penyesuaian lain yang dibutuhkan, seperti mengubah gambar menjadi skala tertentu (misalnya skala keabuan) jika diperlukan untuk meningkatkan kualitas pemrosesan data.

Klasifikasi SVM

SVM (Support Vector Machine) adalah algoritma yang dirancang untuk mengolah data sehingga dapat membangun hyperplane yang memisahkan ruang input ke dalam dua kelas yang berbeda. Pada penelitian ini, SVM digunakan untuk mengklasifikasikan citra buah Kersen ke dalam dua kategori: “Matang” dan “Belum Matang”. Hyperplane yang terbentuk oleh SVM akan memaksimalkan margin antara dua kelas tersebut, sehingga model dapat mengenali karakteristik utama dari masing-masing kelas dengan akurasi yang optimal.

Pengujian

Fase pengujian dilakukan setelah implementasi sistem selesai. Tujuan dari tahap ini adalah mengukur kinerja sistem dalam mengklasifikasikan citra dengan benar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi sistem terhadap data uji, dan mengukur tingkat akurasi sebagai parameter utama keberhasilan sistem. Proses pengujian ini penting untuk mengevaluasi keefektifan model SVM yang telah dirancang.

Rancangan Pengujian

Rancangan pengujian menggunakan platform Google Colab, yang merupakan alat pendukung berbasis cloud yang memungkinkan penulisan dan eksekusi kode Python dengan mudah. Google Colab dipilih karena mendukung integrasi pustaka machine learning dan menyediakan sumber daya komputasi yang memadai untuk analisis data. Analisis data dalam studi ini dilakukan dengan metode kuantitatif, di mana hasil akurasi dari klasifikasi dihitung dan dievaluasi. Penggunaan Google Colab membantu mempercepat proses pengujian dan analisis data dengan fitur-fitur seperti pemrosesan paralel dan kemudahan akses ke pustaka visualisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat Penelitian

Spesifikasi Software

Berikut adalah kebutuhan teknologi perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Software

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Penyimpanan	<i>Google Drive</i>
2	Perangkat Pemograman	<i>Google Colabulatory</i>
3	Bahasa Pemograman	<i>Phyton</i>
4	Sistem Operasi	<i>Win 10</i>
5	Browser	<i>Google Chrome Version 103.0.5060.114 (Official Build)(64-bit)</i>

Spesifikasi Hardware

Berikut adalah perangkat keras dan spesifikasinya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi Hardware

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	<i>Device</i>	Lenovo T430
2	<i>Processor</i>	Intel Core i5
3	Memori (RAM)	4GB
4	SSD	128GB
5	Mouse	Robot M210

Implementasi Pengujian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Algoritma Support Vector Machine (SVM), dengan menggunakan dataset dari website Kaggle. Dataset tersebut akan dilakukan dalam proses penerapan metode CRISP-DM yang mengacu pada enam tahap. Data tersebut akan diproses dalam pengujian Algoritma Support Vector Machine (SVM) menggunakan Google Collab supaya dapat mengklasifikasi tingkat kematangan buah antara buah yang belum matang dan yang sudah matang.

CRISP-DM

Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) yang memiliki 6 tahapan yaitu:

Pemahaman Bisnis (Business Understanding)

Tentukan Tujuan Bisnis

Tujuan bisnis dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempermudah para petani dimasa yang akan datang untuk menentukan kualitas buah yang baik supaya layak untuk dijual berdasarkan keterkaitan antara buah yang matang dan belum matang. Sehingga dapat digunakan salah satu dasar untuk meningkatkan kualitas dalam penjualan buah yang diminati oleh masyarakat.

Menilai Situasi

Buah kersen merupakan buah yang memiliki banyak manfaat. Namun pada saat ini nilai kualitas pada buah kersen sendiri masih belum banyak masyarakat yang mengetahuinya. Maka dari itu untuk bisnis ini perlu memahami strategi dalam meningkatkan kualitas penjualan dari buah Kersen dan kemudian menerjemahkan kedalam tujuan data mining.

Pemahaman Data (*Data Understanding*)

Pengumpulan data yang digunakan untuk mendukung dalam pemahaman data ini dari sumber website Kaggle. Dataset penelitian yang digunakan berupa dataset citra buah Kersen dengan jenis citra RGB (Red, Green Blue). Jumlah dataset 90 terdapat dua kelas, "Matang" terdiri dari 39 citra dan kelas "Belum Matang" terdapat 51 citra.



Gambar 2. Buah Kersen Matang



Gambar 3. Buah Kersen Belum Matang

Data Preparation

Pada tahap persiapan data, ada beberapa hal yang dilakukan antara lain, untuk melakukan tahap persiapan data perlu adanya proses preprocessing data yang akan dilakukan dengan dataset buah Kersen yang melalui tahapan Cropping Image, Normalize Image dan Grayscale. Untuk mendapatkan hasil yang bertujuan untuk mempermudah analisis lebih lanjut pada citra buah Kersen.

Cropping Image

Pemotongan citra dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Snipping Tool. Tujuan dari proses pemotongan citra ini merupakan untuk mendapatkan bagian-bagian yang tepat dari citra yang akan diproses, sehingga hasilnya dapat digunakan secara efektif dalam proses identifikasi yang diinginkan.



Gambar 4. Citra Buah Kersen Mentah



Gambar 5. Cropping Citra Buah Kersen

Resize Gambar (Normalize Image)

Dataset buah Kersen akan mengalami proses normalisasi dengan mengubahnya menjadi ukuran yang seragam, yaitu dikonversi menjadi 100x100 piksel.

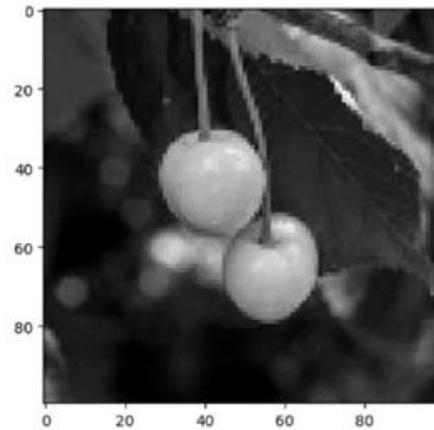
Tabel 2. Resize Dataset Buah Kersen 100x100 Piksel

Data Buah Kersen 100x100 Piksel	
Buah Kersen Mentah	
Buah Kersen Matang	

Dengan demikian, semua citra dalam dataset akan memiliki ukuran piksel yang sama, sehingga memudahkan dalam proses pengolahan data dan analisis lebih lanjut.

Grayscale

Untuk memudahkan pengolahan citra, tahap selanjutnya merupakan melakukan proses grayscale pada citra buah Kersen yang sebelumnya telah melalui proses cropping dan normalisasi. Dengan demikian, citra akan diubah menjadi citra grayscale. Setelah proses tersebut, langkah selanjutnya merupakan melakukan binerisasi pada citra untuk mengonversinya menjadi citra biner. Hal ini bertujuan untuk mempermudah analisis lebih lanjut pada citra buah Kersen.



Gambar 6. Hasil Grayscale buah Kersen

```
[[ 52 55 56 ... 35 46 69]
 [ 53 54 56 ... 29 33 45]
 [ 52 53 55 ... 33 26 25]
 ...
 [102 101 87 ... 21 20 21]
 [ 90 96 92 ... 20 20 22]
 [108 111 101 ... 22 20 24]]
```

Gambar 7. Hasil Output Array

Modeling

Pemodelan pada penelitian ini menggunakan Algoritma Support Vector Machine dapat direalisasikan dengan Google Collabs.



Gambar 8. Modelling dengan Google Collabs

Metode SVM dengan kernel linear digunakan dalam klasifikasi dengan bantuan pustaka Python. Parameter C mengatur trade-off antara margin dan akurasi klasifikasi. Validasi silang digunakan untuk mencari nilai C terbaik. Dataset buah Kersen diolah dengan fitur statistik. Sudut gambar diubah menjadi fitur numerik sebelum digunakan dalam SVM. Saat menggunakan SVM, sudut 0, 45, 90, dan 135 derajat diubah menjadi fitur numerik melalui ekstraksi fitur atau transformasi data. Hal ini diperlukan sebelum SVM digunakan untuk klasifikasi atau regresi. Prosedur ini membantu dalam pengolahan dataset dengan lebih baik.

label	MatangKersen	BMKersen
correlation_0	0.235881	0.716800
correlation_45	0.247830	0.436038
correlation_90	0.343218	0.367000
correlation_135	0.230770	0.420251
homogeneity_0	0.022162	0.092756
homogeneity_45	0.022025	0.060602
homogeneity_90	0.026234	0.045980
homogeneity_135	0.021000	0.046015
contrast_0	4.996.402.737	936.910.105
contrast_45	4.918.064.128	1.805.028.754
contrast_90	4.263.701.579	2.027.437.263
contrast_135	5.023.145.833	1.855.156.467
energy_0	0.008977	0.014301
energy_45	0.009072	0.012445
energy_90	0.009113	0.012010
energy_135	0.009066	0.011982

Gambar 9. Hasil Ekstraksi buah Kersen

Gambar 9 berupa tampilan salah satu dari 2 dataset pengolahan citra yang telah di convert menjadi array untuk memudahkan dalam memproses suatu dataset tersebut. Namun, data tersebut belum diolah lebih lanjut untuk standarisasi atau konversi menjadi Min-Max Scaler dalam rentang 0-1. Min-Max Scaler merupakan suatu metode normalisasi data yang digunakan dalam pengolahan data dan pembelajaran mesin. Tujuan dari normalisasi untuk mengubah skala data sehingga semua fitur berada dalam rentang yang sama, sehingga algoritma pembelajaran mesin dapat bekerja lebih efisien dan mendapatkan hasil yang lebih baik.

label	MatangKersen	BMKersen
correlation_0	0.272988	0.805038
correlation_45	0.387654	0.622083
correlation_90	0.386714	0.415911
correlation_135	0.311093	0.548883
homogeneity_0	0.006270	0.161596
homogeneity_45	0.005564	0.093469
homogeneity_90	0.020144	0.060890
homogeneity_135	0.014009	0.071191
contrast_0	0.850801	0.058618
contrast_45	0.776501	0.196839
contrast_90	0.596076	0.245921
contrast_135	0.828203	0.230652
energy_0	0.000005	0.012651
energy_45	0.000073	0.008401
energy_90	0.000658	0.007163
energy_135	0.000508	0.007840

Gambar 10. Hasil Min-Max Scaler yang telah diolah

Gambar 10 menampilkan hasil dari Min-Max Scaler yang telah diaplikasikan pada hasil ekstraksi data dalam bentuk array. Proses tersebut mengkonversi nilai-nilai dalam rentang 0 hingga 1, sehingga memudahkan tahap selanjutnya yaitu penerapan SVM.

Evaluation

Ini adalah tahap penting dalam proses CRISP-DM. Anda akan mengevaluasi kinerja model menggunakan metrik yang relevan. Dalam kasus ini, Anda ingin memprediksi tingkat

kematangan buah, jadi metrik yang berguna termasuk akurasi, presisi, recall, F1-score, dan matriks kebingungan (confusion matrix). Anda juga dapat menggunakan validasi silang (cross-validation) untuk mendapatkan estimasi kinerja yang lebih andal.

Deployment

Menerapkannya pada data baru untuk melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah. Pastikan untuk memahami batasan dan asumsi model saat menerapkannya di lingkungan produksi.

Split Image Dataset

Proses train-test-split menggunakan library scikit-learn merupakan tahap dimana penulis membagi dataset citra buah Kersen dari total dataset buah Kersen 90 peneliti akan membagi data Kersen tersebut menjadi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji untuk menguji performa model. Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 menunjukkan tampilan proses split image yakni dengan total dataset 90 buah Kersen dibagi menjadi 80% data latih sebanyak 72 dan data uji 18.

```
27    MatangKersen
1     MatangKersen
44    BMKersen
19    MatangKersen
68    BMKersen
...
5     MatangKersen
55    BMKersen
40    BMKersen
81    BMKersen
76    BMKersen
Name: label, Length: 72, dtype: object
```

Gambar 11. Data Latih Array Buah Kersen

```
69    BMKersen
52    BMKersen
79    BMKersen
66    BMKersen
82    BMKersen
25    MatangKersen
59    BMKersen
84    BMKersen
35    MatangKersen
6     MatangKersen
11    MatangKersen
0     MatangKersen
14    MatangKersen
62    BMKersen
21    MatangKersen
22    MatangKersen
47    BMKersen
17    MatangKersen
Name: label, dtype: object
```

Gambar 12. Data Uji Array Buah Kersen

Pada Gambar 11 dan Gambar 12 diatas tampilan data tersebut berupa list data yang telah di bagi menjadi 2 yaitu data latih dan data uji. Data label tersebut berubah menjadi list array.

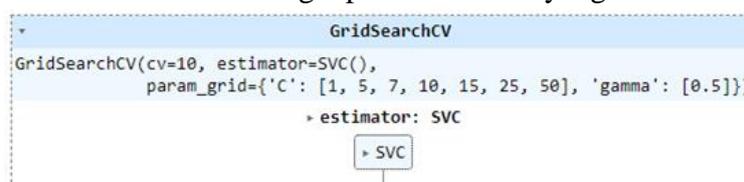
Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)

Dalam klasifikasi ini, algoritma Support Vector Machine (SVM) digunakan dengan memanfaatkan library yang tersedia di Python yang mendukung klasifikasi multi kelas. Terutama dalam mencari parameter terbaik dalam klasifikasi untuk mengetahui tingkat kematangan buah Kersen oleh karena itu dalam klasifikasi ini menggunakan parameter linear dengan nilai parameter C 1, 5, 7, 10, 15, 25, 50. Sebagai pencarian nilai param_grid C dan gamma.

```
Linear SVM value of C:1, training score :0.777778 , Test Score: 0.555556  
Linear SVM value of C:5, training score :0.833333 , Test Score: 0.611111  
Linear SVM value of C:7, training score :0.833333 , Test Score: 0.666667  
Linear SVM value of C:10, training score :0.833333 , Test Score: 0.666667  
Linear SVM value of C:15, training score :0.847222 , Test Score: 0.666667  
Linear SVM value of C:25, training score :0.847222 , Test Score: 0.722222  
Linear SVM value of C:50, training score :0.861111 , Test Score: 0.722222
```

Gambar 13. Linear parameter C SVM value

Gambar 4.11 merupakan proses untuk mendapatkan Kernel Linear terbaik dari SVM dengan nilai parameter C 1, 5, 7, 10, 15, 25, 50. Sebagai pencarian nilai param_grid C dan gamma. Pencarian nilai terbaik untuk parameter C dan gamma pada SVM dapat dilakukan menggunakan teknik pencarian hiperparameter. Teknik ini bertujuan untuk mencari kombinasi nilai parameter yang menghasilkan performa terbaik pada model SVM. Untuk melakukan pencarian hiperparameter, kita dapat menggunakan algoritma validasi silang (cross-validation) di library scikit-learn. Salah satu metode validasi silang yang umum digunakan merupakan Grid Search Cross-Validation. Dalam Grid Search, kita menentukan beberapa nilai yang mungkin untuk setiap parameter, dan algoritma akan mencoba semua kombinasi nilai tersebut untuk menemukan yang memberikan hasil terbaik. Pengujian SVM perlu menggunakan GridSearchCV sebagai pencarian nilai yang terbaik.



Gambar 14. GridSearchCV

GridSeach CV berfungsi dalam pengujian SVM merupakan Parameter untuk mencari nilai yang terbaik. Proses pencarian parameter SVM hasil terbaik dari C : 25 dengan score 79 dikarenakan ini merupakan prediksi oleh karena itu peneliti langsung menggunakan testing dengan nilai C 25.

```
print("the parameters {} are the best.".format(GS.best_params_))  
print("the best score is {:.2f}.".format(GS.best_score_))  
  
the parameters {'C': 25, 'gamma': 0.5} are the best.  
the best score is 0.79.
```

Gambar 15. Parameter prediksi hasil terbaik C 25

Dengan hasil saran parameter terbaik oleh karena itu peneliti menggunakan best parameter C : 25 dalam penelitian ini mendapatkan hasil skor yaitu :

```
model = svm.SVC(gamma=0.5, C=25, kernel='poly')
model.fit(train_x,train_y)
model.score(test_x,test_y)

0.7222222222222222
```

Gambar 16. Hasil skor SVM parameter terbaik

Hasil Akhir Pengujian

Dengan melakukan pengujian akhir menggunakan confusion matrix maka seberapa besar tingkat keberhasilan dan tingkat akurasi implementasi dataset SVM Linear Kernel C25

	precision	recall	f1-score	support
BMKersen	0.83	0.56	0.67	9
MatangKersen	0.67	0.89	0.76	9
accuracy			0.72	18
macro avg	0.75	0.72	0.71	18
weighted avg	0.75	0.72	0.71	18

Gambar 17. Confusion Matrix

Dengan menggunakan confusion matrix, nilai akurasi yang diperoleh untuk metode SVM dengan nilai C parameter 25 merupakan 72%. Ini menunjukkan tingkat keberhasilan klasifikasi yang baik dari model tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian untuk tingkat kematangan buah Kersen dengan klasifikasi menggunakan metode Support Vector Machine (SVM), maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu :

- Untuk Klasifikasi menggunakan sistem SVM berjalan dengan baik
- SVM mampu memaksimalkan jarak antar kelas dan meminimalkan jarak antar kelas, selain itu juga SVM mempunyai kemampuan menemukan fungsi pemisah (klasifier) yang optimal
- Implementasi untuk klasifikasi dataset buah Kersen seperti tahap resize image 100x100, Grayscale sangat mempengaruhi hasil penelitian dataset
- Tahap Confusion Matrix sangat membantu untuk menentukan tahap akhir dari penelitian klasifikasi
- klasifikasi Support Vector Machine (SVM) Pengujian akurasi sistem untuk metode Support Vector Machine didapat data dengan nilai parameter C = 25 dengan gamma 0.5. menghasilkan akurasi terbaik pada yaitu sebesar 72%.

SARAN

Penulis menyadari bahwa penelitian ini memiliki beberapa kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan untuk mengembangkan penelitian ini agar menjadi lebih baik dengan memperhatikan beberapa poin berikut:

- a. Perlu mengembangkan dataset yang digunakan dengan menambah jumlah data dan parameter atau atributnya. Hal ini bertujuan untuk tidak hanya fokus pada tingkat kematangan saja, tetapi juga mempertimbangkan variabel lain yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi.
- b. Penelitian dapat diperluas dengan menggunakan metode ekstraksi fitur lain, misalnya ekstraksi warna atau ekstraksi bentuk. Penggunaan metode ekstraksi fitur yang beragam dapat memberikan informasi lebih mendalam dan komprehensif terhadap citra buah Kersen.
- c. Selain itu, perlu untuk menggali kemungkinan penggunaan metode klasifikasi lain dengan syarat memiliki lebih banyak sampel citra. Dengan sampel yang lebih besar, penelitian dapat membandingkan kinerja dan akurasi berbagai metode klasifikasi sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih solid dan valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Abijono, H., Santoso, P., & Anggreini, N. L. (2021). Algoritma Supervised Learning Dan Unsupervised Learning Dalam Pengolahan Data. *Jurnal Teknologi Terapan: G-Tech*, 4(2), 315–318. <https://doi.org/10.33379/gtech.v4i2.635>
- Adinata, F. D., & Arifin, J. (2022). Klasifikasi Jenis Kelamin Wajah Bermasker Menggunakan Algoritma Supervised Learning. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 229. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3377>
- Amrozi, Y., Yuliati, D., Susilo, A., Novianto, N., & Ramadhan, R. (2022). Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 11(3), 394–399. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v11i3.1502>
- Anggraini, R. (2017). Klasifikasi Jenis Kualitas Keju Dengan Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) Pada Citra Digital. *E-Proceeding of Engineering*, 4(2), 2035–2042.
- Kurniati, I. D., & Rohmani, A. (2017). Ekstrak Buah Kersen (*Muntingia calabura*) dalam Menurunkan Jumlah Sel Goblet pada Tikus yang Dipapar Asap Rokok. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 13(2), 144. <https://doi.org/10.24853/jkk.13.2.144-152>
- Maneno, R., Baso, B., Manek, P. G., & Fallo, K. (2023). Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pinang Menggunakan Metode Support Vector Machine Berdasarkan Warna Dan Tekstur. *Journal of Information and Technology*, 3(2), 60–66. <https://doi.org/10.32938/jitu.v3i2.5323>
- Maulana Alfaruq, B., Erwanto, D., & Yanuartanti, I. (2023). Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Metode Support Vector Machine. *Generation Journal*, 7(3), 64–72. <https://doi.org/10.29407/gj.v7i3.21092>
- Maya, A., Putri, K., Rozi, A. F., Informasi, S., Mercu, U., & Yogyakarta, B. (2024). IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM. 8(5), 10388–10394.
- Monika Parapat, I., & Tanzil Furqon, M. (2018). Penerapan Metode Support Vector Machine (SVM) Pada Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(10), 3163–3169. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Rheni Aprilia Ningrum, Agus Priyanto, & Umami Athiyah. (2021). Implementasi Algoritma Fuzzy Tsukamoto Untuk Diagnosis Penyakit Anemia (Studi Data: Rekam Medis Pasien Ibu RSIA Bunda Arif Purwokerto). *Infokes: Jurnal Ilmiah Rekam Medis Dan Informatika Kesehatan*, 11(2), 65–72. <https://doi.org/10.47701/infokes.v11i2.1303>

- Senet, M. R. M., Parwata, I. M. O. A., & Sudiarta, I. W. (2017). KANDUNGAN TOTAL FENOL DAN FLAVONOID DARI BUAH KERSEN (*Muntingia calabura*) SERTA AKTIVITAS ANTIOKSIDANNYA. *Jurnal Kimia*, 187. <https://doi.org/10.24843/jchem.2017.v11.i02.p14>
- Siti Aisah, I., Irawan, B., & Suprpti, T. (2024). Algoritma Support Vector Machine (Svm) Untuk Analisis Sentimen Ulasan Aplikasi Al Qur'an Digital. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(6), 3759–3765. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.8263>
- Subgya, R. S. (2019). Daya Antibakteri Ekstrak Buah Kersen (*Muntingia calabura* L.) Terhadap *Porphyromonas gingivalis*. In *Digital Repository Universitas Jember*.
- Sumari, A. D. W., Alfian, A. A., & Rahmad, C. (2021). Pemilihan Daging Kelapa Bermutu Berdasarkan Warna dan Tekstur untuk Produksi Wingko Berkualitas Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) dan Fusi Informasi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 8(3), 587. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2021834391>