
KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KOPI MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL SVM

Yelki Patandean^{1*}, Randi Saputra²

^{1*}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Tana Toraja, Sulawesi Selatan, ²Universitas Sembilanbelas November Kolaka
Email: ^{1*}yelkipatandean21@gmail.com

Abstrak

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang ada di Indonesia khususnya di Toraja yang banyak diminati oleh masyarakat lokal maupun mancanegara. Pemetikan buah kopi masih dilakukan secara tradisional baik secara racutan atau rampasan dengan cara memanen semua buah kopi, baik yang berwarna merah maupun yang masih berwarna hijau sehingga semua buah kopi yang dipanen masih bercampur. Petani kopi masih cenderung melakukan proses sortasi secara manual dengan mengandalkan penglihatan secara subjektif. Akan tetapi, proses sortasi secara manual membutuhkan tenaga, waktu serta tidak konsistennya tingkat kematangan buah kopi. Oleh karena itu, untuk membantu pekerjaan para petani dalam memisahkan buah kopi berdasarkan tingkat kematangannya diperlukan pemodelan yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangannya. Metode *convolutional SVM* adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi karena memiliki kinerja yang baik. Adapun model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *MobileNetv3*, *VGG19*, *Inceptionv3* yang digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan *computing resource* berlebih yang dimulai dari proses *preprocessing*, pembangunan model, pelatihan model, *training* model serta pengujian.. Pengujian model pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix* yang menghasilkan akurasi 98% dari total dataset.

Kata kunci: Kopi, Racutan, Sortasi, *Convolutional SVM*, *Mobilenetv3*, *VGG19*, *Inceptionv3*.

CLASSIFICATION OF COFFEE FRUIT MATURITY LEVEL USING THE SVM CONVOLUTIONAL METHOD

Abstract

Coffee is one type of plantation plant in Indonesia, especially in Toraja which is in great demand by local and foreign communities. Coffee fruit picking is still done traditionally either in a blend or spoils by harvesting all coffee fruits, both red and green so that all harvested coffee fruits are still mixed. Coffee farmers still tend to do the sorting process manually by relying on subjective vision. However, the manual sorting process requires energy, time and inconsistency in the maturity level of coffee fruit. Therefore, to help the work of farmers in separating coffee fruits based on their maturity level, modeling is needed that can be used to classify their maturity level. The SVM convolutional method is one of the methods used to perform classification because it has good performance. The models used in this study are *MobileNetv3*, *VGG19*, *Inceptionv3* which are used to overcome the need for excess computing resources starting from the preprocessing process, model building, model training, model training and testing. Testing the model in this study used a confusion matrix that resulted in an accuracy of 98% of the total dataset.

Keywords: Coffee, Raw, Sorting, *Convolutional SVM*, *Mobilenetv3*, *VGG19*, *Inceptionv3*

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang dibudidayakan oleh masyarakat di dunia khususnya di Indonesia yang banyak diminati oleh masyarakat lokal maupun mancanegara. Kopi di Indonesia memiliki nilai ekspor yang cukup tinggi, Indonesia menempati posisi ke empat dalam ekspor dan produsen kopi di dunia setelah Brazil, Columbia dan Vietnam. Di Indonesia sendiri ada beberapa jenis kopi, diantaranya yang banyak ditanam oleh masyarakat Indonesia adalah jenis kopi arabika dan robusta. Kopi sangat baik untuk dikembangkan karena memiliki nilai jual yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya. tidak hanya menjadi sumber devisa negara, kopi juga telah menjadi penyedia lapangan kerja bagi masyarakat dan juga menjadi sumber penghasilan utama bagi petani-petani kopi di Indonesia.

Dalam meningkatkan produktivitas dan mutu kopi yang baik masih terus dilakukan upaya agar dapat bersaing di pasar dunia. Kualitas kopi tidak hanya didasarkan pada jenis maupun kondisi fisik dari buah kopi tersebut, namun juga ditentukan dari tingkat kematangannya. kopi jenis robusta akan mulai matang pada umur 300 – 350 Hari Setelah Anthesis (HSA). Sedangkan Kopi arabika sendiri akan matang mulai pada umur 210 -250 Hari Setelah Anthesis (HSA), Akan tetapi penentuan tingkat kematangan buah kopi berdasarkan umur masih dinilai kurang efektif dan kurang praktis, sebab adanya perbedaan umur.

antara buah yang satu dengan yang lainnya.[1] Selain itu cara memetik kopi secara tradisional masih banyak dilakukan petani kopi selama ini, yakni pemanenan secara racutan atau rampasan dengan cara memanen semua buah kopi, baik yang berwarna merah maupun yang masih berwarna hijau sehingga buah kopi baik yang matang maupun yang belum matang masih bercampur. Hal tersebut dapat diatasi dengan melakukan proses sortasi, yaitu dengan cara memilah buah kopi mentah, setengah

matang, matang sempurna dan matang tua atau memisahkan buah kopi dengan benda asing lainnya. Petani kopi masih cenderung melakukan proses sortasi secara manual dengan mengandalkan penglihatan secara subjektif. Akan tetapi, proses sortasi secara manual membutuhkan tenaga, waktu serta tidak konsistennya tingkat kematangan buah kopi. Pengolahan buah kopi memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan kualitas dan cita rasa kopi. Proses pengolahan buah kopi sampai menjadi biji kopi adalah proses yang panjang sebelum siap untuk disangrai.

Melihat perkembangan teknologi dibidang pertanian, proses sortasi dapat dikembangkan menggunakan berbagai metode salah satunya dengan menggunakan metode kecerdasan buatan. Metode kecerdasan buatan sudah banyak digunakan dalam mengklasifikasi tingkat kematangan buah,

Kekurangan dari penelitian yang menggunakan metode deep learning adalah pada tahap pengenalan buah stroberi yang matang, masih menggunakan dua metode untuk melakukan perbandingan yakni Caffe-Net dan SVM.[4] dan Indra Dwi Ananto dkk membuat aplikasi pengolahan citra dengan menggunakan transformasi warna YcbCr dalam mendeteksi kualitas cabai berdasarkan tingkat kematangannya. Hasil dari penelitian ini adalah mampu mengklasifikasi jenis warna kulit cabai baik hasil histogram, perhitungan dalam operasi krominan, dan klasifikasi dalam fase kematangan cabai.

Salah satu algoritma yang berkembang pada saat ini khususnya dalam Deep learning yaitu metode Convolutional Neural Network (CNN) dan Support Vector Machine (SVM). CNN memiliki kemampuan klasifikasi yang diperuntukkan untuk data gambar sehingga pada model CNN Dan menggunakan metode SVM (support Vector Machine) maka dalam penelitian ini akan (CNN) dan Support Vector Machine (SVM) yang nantinya dapat melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah kopi.

I. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1) Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi dan menjadi salah satu komoditas perkebunan yang dijual ke pasar dunia. Kopi Pertama kali ditemukan oleh Bangsa Etiopia di benua Afrika sekitar 3000 tahun (1000 SM) yang lalu. Kopi kemudian terus berkembang hingga saat ini menjadi salah satu minuman paling populer di dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat. Indonesia sendiri telah mampu memproduksi lebih 8 dari 400 ribu ton kopi per tahunnya.

. Jenis atau Varietas Kopi

a) Kopi Robusta

Kopi Robusata (*Coffea Canephora*) ini pertama ditemukan di daerah Belgia di dataran Afrika, Kongo pada tahun 1898. Kopi robusta merupakan tanaman asli dari Afrika meliputi daerah Kongo, Sudan, Liberia, dan Uganda. Pada awal abad ke-20 kopi Robusta mulai dikembangkan oleh pemerintahan kolonial Belanda di Indonesia. Kopi Robusta dimasukkan ke Indonesia pada tahun 1900 (Gandul, 2010). Kopi ini ternyata tahan penyakit karat daun, memerlukan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan.

Karakteristik:

- Rendeman kopi robusta relatif lebih tinggi dibandingkan dengan rendeman kopi arabika (20- 2%).
- Biji kopi agak bulat.
- Lengkungan biji lebih tebal dibandingkan dengan jenis arabika.
- Garis tengah (parit) dari atas ke bawah hampir rata.
- Untuk biji syang sudah diolah, tidak terdapat kulit ari di lekukan atau bagian parit.

b). Kopi Arabika

Coffee Arabica merupakan nama ilmiah dari kopi arabika. *Carl Linnaeus* seorang ahli botani

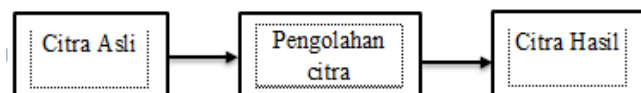
yang berasal dari Swedia menggolongkan kopi arabika ke dalam keluarga (*family*) *Rubiaceae* *Genus Coffee*. Tanaman kopi jenis arabika ini sempat diidentifikasi oleh seorang naturalis asal Perancis sebagai *jasminum arabicum*. Kopi arabika diduga sebagai spesies hibrida yang merupakan hasil persilangan dari *Coffee Eugeniodes* dan *Coffee Canephora* (Hamni,2013).

Karakteristik kopi arabika:

- Aromanya yang wangi sedap mirip dengan pencampuran bunga dan buah. Kopi arabika hidup di daerah yang dingin dan sejuk.
- Rasa dari kopi arabika yaitu lebih halus atau mild.
- Memiliki rasa yang asam dan tidak dimiliki oleh kopi jenis robusta.
- Memiliki rasa yang kental dan juga terkenal pahit.

2) Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra yang menggunakan komputer sesuai dengan keinginan dari pemakainya yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasikan oleh manusia atau mesin. .



Gambar 1. Alur Proses Pengolahan Citra

3) Citra

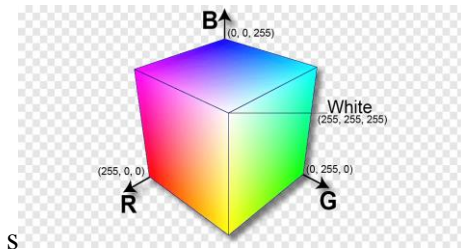
Citra merupakan suatu representasi atau gambar, kemiripan, dan imitasi dari suatu objek. Berdasarkan bentuk sinyal penyusunnya, citra dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog adalah citra yang dibentuk dari sinyal analog yang bersifat kontinu, sedangkan citra digital adalah citra yang dibentuk dari sinyal digital yang bersifat diskrit dan dapat diolah oleh komputer.

4) Ruang Warna

Red Green Blue (RGB)

Ruang warna RGB yaitu kombinasi dari tiga warna primer yang dapat digunakan pada Tv atau monitor komputer yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green* dan *Blue*), dalam RGB masing-masing nilai antara 0 hingga 255 sesuai dengan urutannya yaitu pertama *Red*, kedua *Green* dan ketiga adalah nilai *Blue* dengan demikian masing-

masing komponen ada 256 tingkat. Apabila dikombinasikan maka ada 256 x 256 x 256 atau 16.777.216 kombinasi warna RGB yang dapat dibentuk.



Gambar 2. Ruang Warna RGB

Elemen elemen dasar citra yang dimanipulasi dalam pengolahan citra yaitu Kecerahan, kontras, kontur, warna, bentuk dan tekstur[10].

5) Machine Learning

Machine Learning merupakan sub-bidang dari Artificial Intelligence yang memungkinkan komputer untuk belajar secara mandiri tanpa perlu diprogram ulang. Dalam Machine Learning, algoritma dikembangkan untuk memungkinkan program komputer untuk belajar dan melakukan tugas-tugasnya sendiri tanpa perlu arahan khusus dari pengguna[11].

6) Deep Learning

Deep Learning merupakan bagian dari Artificial Intelligence dan Machine Learning yang menggunakan neural network dengan multiple layer untuk melakukan tugas-tugas yang memerlukan presisi, seperti deteksi objek, pengenalan suara, dan terjemahan bahasa.

7) Convolutional neural network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang dirancang untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena kedalaman jaringannya yang tinggi dan banyak diterapkan pada data citra. Dalam hal klasifikasi citra, MLP tidak cocok digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel sebagai fitur

independen, sehingga menghasilkan hasil yang buruk[12].

8) Confusion matrix

Penentuan baik atau tidaknya performa suatu model klasifikasi dapat dilihat dari parameter pengukuran performanya, yaitu tingkat akurasi, recall, dan presisi. Untuk menghitung faktor-faktor tersebut diperlukan sebuah matrik yang biasa disebut Confusion Matrix.

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	TP (True Positive)	FP (False Positive) Type I Error
	0 (Negative)	FN (False Negative) Type II Error	TN (True Negative)

Gambar 3 confusion matrix

Berdasarkan gambar di atas terdapat beberapa nilai didalam matriks yaitu “True Positive” (TP), “True Negative” (TN), “False Positive” (FP), dan “False Negative” (FN), seluruh kemungkinan kejadian sebenarnya positif (P) dan seluruh kemungkinan kejadian sebenarnya negatif (N). Nilai tersebut dapat digunakan untuk menghitung akurasi[18].

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

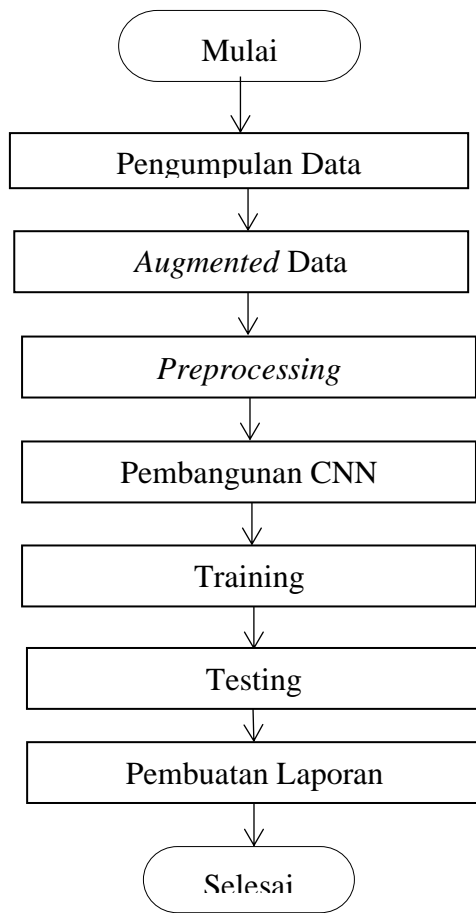
$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$F1_Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision+Recall}$$

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian tentang Metode Convolutional Neural network dalam klasifikasi jenis cacat biji kopi dapat dilihat pada gambar 9..



Gambar 4 Tahapan Penelitian

1) Pengumpulan *dataset*

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi dan wawancara ke lokasi perkebunan kopi arabika yang berada di PT. Sulotco Jaya Abadi dengan alamat Bolokan, Tiroan, Bittuang, Kabupaten Tana Toraja. Wawancara dilakukan dengan diskusi kepada bagian HRD PT. Sulotco Jaya Abadi untuk pengambilan buah kopi arabika sebagai sampel dalam penelitian, dimana sampel buah kopi arabika yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas empat (4) tingkatan, yaitu mentah, matang setengah, matang sempurna dan matang tua. Setelah sampel buah kopi arabika sudah terkumpul, selanjutnya dilakukan proses pengambilan citra secara langsung dengan menggunakan kamera *smarthphone Android*

dengan rasio 1:1 dengan jarak 15 cm dari berbagai sudut.



Gambar 5 .*Dataset* Kopi

Setelah melakukan proses *cropping* maka citra buah kopi akan berjumlah sebanyak 4000 citra, dimana masing-masing tingkatan berjumlah 1000 citra. Data kemudian dibagi ke dalam 2 (dua) bagian, yaitu citra data *training* dan citra data *testing*

<i>Class</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
Mentah	800	200
Matang Setengah	800	200
Matang Sempurna	800	200
Maatang Tua	800	200
Jumlah	3200	800

Gambar 6. Pembagian Citra Data Training dan Citra Data Testing

2) *Preprocessing*

Preprocessing merupakan tahapan awal untu mempersiapkan citra sehingga dapat dijadikan sebagai inputan pada proses klasifikasi. Pada penelitian ini ada beberapa teknik pengolahan citra yang dilakukan menggunakan bantuan pustaka (*library*) OpenCV yaitu melakukan *resize* atau penyamaan ukuran dataset citra ke resolusi 224px x 224px, selain berfungsi untuk mempercepat proses pelatihan model, *resize* juga berfungsi untuk membuat ukuran citra sesuai dengan arsitektur model.

3) Pembangunan Model Trasfer Learning

- 4) arsitektur *pretrained model* yang digunakan yaitu 224px x 224px, selanjutnya meload *pretrained model* yang akan digunakan sebagai lapisan ekstraksi fitur yaitu VGG19, MobileNetV3 dan InceptionV3 tanpa mengambil lapisan klasifikasi pada model dan mengantar properti *trainable* dari lapisan tersebut ke *False* untuk melakukan pembekuan bobot (*freeze*) sehingga bobot lapisan tersebut tidak akan diperbarui atau dioptimalkan saat model dilatih, dan model akan tetap pada bobot yang saat ini dimilikinya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

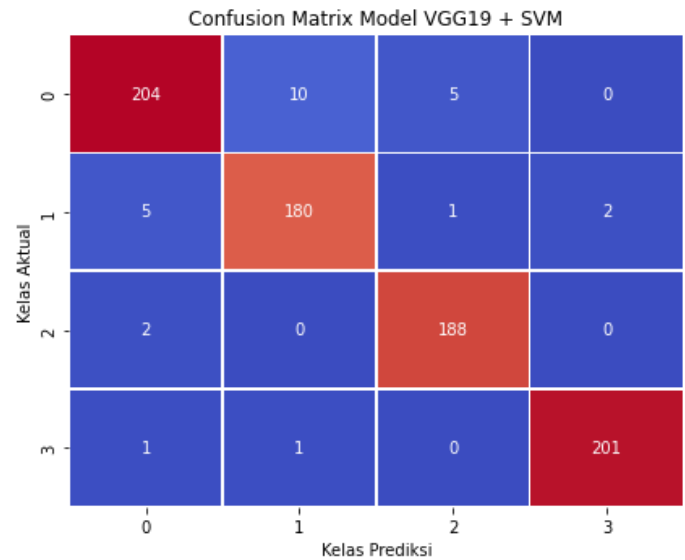
A. Hasil

1) Pelatihan Model

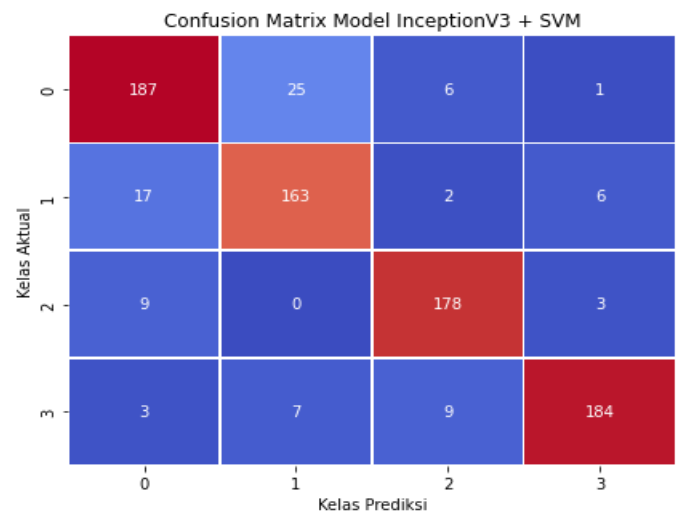
pelatihan pada model yang dibangun, terlebih dahulu dilakukan konfigurasi *hyperparameter* pada SVM berdasarkan fitur yang dihasilkan pada oleh VGG19, MOBilenetV3 dan InceptionV3. Konfigurasi *hyperparameter* tidak dilakukan secara otomatis, peneliti melakukan konfigurasi secara manual dari setiap parameter yang ada pada SVM dengan kemudian melakukan pelatihan model dengan *hyperparameter tuning* menggunakan metode *HalvingGridSearchCV*. *Hyperparameter* yang digunakan ditentukan berdasarkan jenis kernel *HalvingGridSearchCV* dari pustaka *scikit-learn*. *HalvingGridSearchCV* digunakan untuk mencari parameter terbaik dari model dengan mencoba seluruh kombinasi dari parameter yang ditentukan. *SVC()* adalah objek *SVC (Support Vector Classification)* yang digunakan sebagai estimator pada *HalvingGridSearchCV*. Pelatihan dilakukan dengan *5 fold cross validation* selanjutnya melakukan proses *fitting HalvingGridSearchCV* dengan menggunakan metode *.fit()*.

2) Pengujian Arsitektur Model

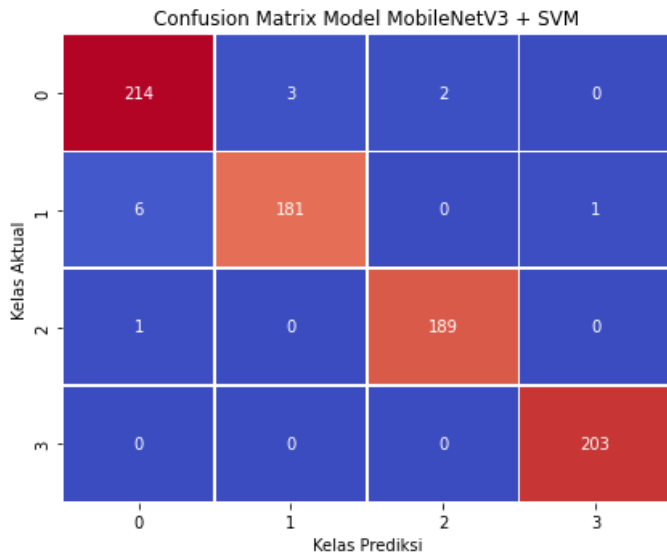
Hasil pengujian arsitektur model dapat dilihat pada gambar Grafik pengujian model.



Gambar 7 Confusion Model Matriks VGG19



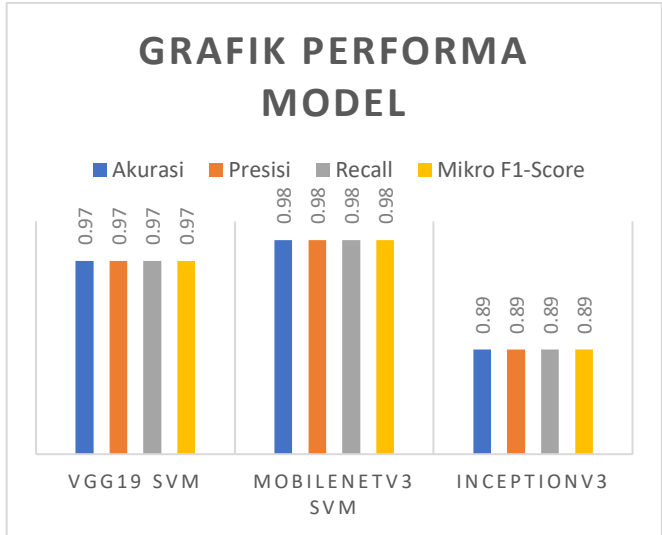
Gambar 8 Confusion Matriks Xception Model Inceptionv3



Gambar 9 Confusion Matriks Model MobileNetV3

Dari hasil pengujian yang dilakukan secara keseluruhan model, menunjukkan bahwa kombinasi model pretrained Model CNN dan SVM dengan pemilihan parameter menggunakan *gridsearch* memiliki kinerja yang sangat baik. Perbandingan akurasi setiap model disajikan pada Grafik 4. Akurasi tertinggi didapatkan pada model VGG19_SVM dan MobileNetV3_SVM dengan akurasi 0,97 atau 97% sementara model InceptionV3_SVM memiliki akurasi 0,93 atau 93%.

Dari perhitungan masing-masing peforma model dapat dilihat nilai accuracy, precision, recall dan f1score yang dihasil oleh model mobilenetv2, xception, VGG16 dan VGG19. Gambar 18 memperlihatkan dari ke-empat model yang digunakan Arsitektur *Mobilenetv2* lebih unggul.



Gambar 10 Grafik Performa Model

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat tarik kesimpulan sebagai berikut model kombinasi pretrained model sebagai lapisan ekstraksi fitur dan SVM pada lapisan klasifikasi sangat baik dalam melakukan klasifikasi kematangan buah kopi dimana hasil penelitian menunjukan bahwa kombinasi model VGG19 dan SVM memiliki akurasi sebesar 0,98 atau 98%, kombinasi model MobileNetV3 dan SVM memiliki skurasi sebesar 0,93 atau 93%.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan algoritma klasifikasi lain pada lapisan klasifikasi selain itu perlu juga dilakukan penambahan proses pada tahapan preprocessing seperti perbaikan kualitas citra, sehingga fitur yang dihasilkan lebih bervariasi

REFERENSI

[1] E. H. Rachmawanto *et al.*, “Pengukuran tingkat kematangan kopi robusta menggunakan algoritma k-nearest neighbor 1,2,” pp. 978–979, 2018.

[2] H. Syahputra, F. Arnia, and K. Munadi, “Karakterisasi Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Warna Kulit Kopi

- Menggunakan Histogram dan Momen Warna,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, p. 42, 2019, doi: 10.25077/jnte.v8n1.615.2019.
- [3] D. A. Nugraha and A. S. Wiguna, “Klasifikasi Tingkat Roasting Biji Kopi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Berbasis Citra Digital,” *SMARTICS J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2018, doi: 10.21067/smartics.v4i1.2165.
- [4] I. S. Areni, I. Amirullah, and N. Arifin, “Klasifikasi Kematangan Stroberi Berbasis Segmentasi Warna dengan Metode HSV,” *J. Penelit. Enj.*, vol. 23, no. 2, pp. 113–116, 2019, doi: 10.25042/jpe.112019.03.
- [5] “Classification model of ‘Toraja’ arabica coffee fruit ripeness levels using convolution neural network approach – Michael _ILKOM Jurnal Ilmiah.”
- [6] D. G. Agian, L. A. Harahap, and S. Panggabean, “Pengolahan Citra Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (Identification of Passion fruit Maturity with Image Processing Using Artificial Neural Network),” *J.Rekayasa Pangan dan Pert.*, vol. 3, no. 3, pp. 365–370, 2015.
- [7] I. Fathurrahman, A. Muliawan Nur, and F. Fathurrahman, “Identifikasi Kematangan Buah Mentimun Berbasis Citra Digital Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 27–33, 2019, doi: 10.29408/jit.v2i1.976.
- [8] R. D. Kusumanto, A. N. Tompunu, and S. Pambudi, “Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV Abstrak,” *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 83–87, 2011.
- [9] D. Gumulya and I. S. Helmi, “Kajian Budaya Minum Kopi Indonesia,” *J. Dimens. Seni Rupa dan Desain*, vol. 13, no. 2, p. 153, 2017, doi: 10.25105/dim.v13i2.1785.
- [10] R. Munir, “Pengantar Pengolahan Citra,” *Pengolah. Citra Digit.*, no. Bagian 1, pp. 1–10, 2013, [Online].
- [11] “ALGORITMA TRANSFORMASI RUANG WARNA - PDF Download Gratis.”
- [12] S. Ilahiyah and A. Nilogiri, “Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network,” *JUSTINDO (Jurnal Sist. dan Teknol. Inf. Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 49–56, 2018.
- [13] W. S. Eka Putra, “Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101,” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5, no. 1. 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.15696.
- [14] Y. Harjoseputro, “Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Pengklasifikasian Aksara Jawa,” *Buana Informatika*. p. 23, 2018.
- [15] O. Somantri, S. Wiyono, and D. Dairoh, “Optimalisasi Support Vektor Machine (Svm) Untuk Klasifikasi Tema Tugas Akhir Berbasis K-Means,” *Telematika*, vol. 13, no. 2, p. 59, 2017, doi: 10.31315/telematika.v13i2.1722.
- [16] H. Kurniawan *et al.*, “Makalah Seminar Tugas Akhir Aplikasi Penjawab Pesan Singkat Otomatis Dengan Bahasa Python,” 2011.