



KLASIFIKASI DAUN TEH SIAP PANEN MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK ARSITEKTUR MOBILENETV2

Febriady Marpaung¹⁾, Nurul Khairina^{2)*}, Rizki Muliono³⁾, Muhathir⁴⁾, Susilawati⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, Universitas Medan Area

^{1,2,3,4,5}Jalan Kolam No 1 Medan Estate, Medan

Email: ¹febriady_marpaung@gmail.com, ²nurulkhairina27@gmail.com, ³rizkimuliono@gmail.com,

⁴muhathir@staff.uma.ac.id, ⁵susilawati@staff.uma.ac.id

*email corresponding author : nurulkhairina27@gmail.com

Abstract

The Determination of ready-to-harvest tea leaves is a crucial factor in the tea industry, significantly influencing the quality and market value of the products. Therefore, tea farmers and producers need to understand the right time to harvest tea leaves to produce high-quality tea. The classification of ready-to-harvest tea leaves can be an effective solution to assist in determining the optimal harvest time. In achieving this goal, digital approaches are becoming increasingly important, where automatic recognition of tea leaves can be done quickly and accurately. One method employed in this research is the Convolutional Neural Network (CNN) with the MobileNetV2 architecture. CNN is specifically designed to process two-dimensional data like images. Its advantage lies in its ability to understand and classify aspects and objects within images. MobileNet is a popular Deep Learning model architecture that utilizes CNN, and MobileNetV2, as a modification of MobileNet, introduces inverted residual blocks and linear bottleneck. The primary difference from MobileNetV1 lies in the use of the bottleneck, enabling the model to transform input from low-level to high-level descriptors. MobileNetV2 excels in automatic and efficient feature extraction through inverted residual blocks, and the linear bottleneck enhances the model's capability in information processing. With this approach, MobileNetV2 effectively employs CNN for image classification tasks, offering automatic feature extraction and efficient information processing in Deep Learning development. CNN has proven effective in image classification tasks, and MobileNetV2 is known for its lightweight and efficient resource usage. Using this method, the research aims to classify the maturity levels of tea leaves. The training results from six model scenarios tested show that the highest accuracy is achieved in scenario 2, reaching 100%. In this testing, optimal hyperparameters include 50 epochs, RGB Channel input shape of 224x224x3, a batch size of 32, and using the Adam optimizer. The importance of accuracy is evident from the testing results using 100% accuracy in the model. Additionally, precision, recall, and f1-score values also reach 100%, indicating that the developed model excels in recognizing and classifying ready-to-harvest tea leaves.

Keywords : Classification, Ready-to-harvest tea leaves, Tea Leaves, Convolutional Neural Network, MobileNetV2

Abstrak

Penentuan waktu panen daun teh adalah faktor penting dalam industri teh yang secara signifikan mempengaruhi kualitas dan nilai jual produk. Maka dari itu, para petani teh dan produsen perlu memahami waktu yang tepat untuk memetik daun teh untuk menghasilkan teh berkualitas tinggi. Klasifikasi daun teh siap panen dapat menjadi solusi efektif untuk membantu dalam menentukan waktu panen yang optimal. Dalam rangka mencapai tujuan ini, pendekatan digital menjadi semakin penting, di mana pengenalan otomatis daun teh dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *MobileNetV2*. *Convolutional Neural Network* (CNN), khusus dirancang untuk mengolah data dua dimensi seperti gambar. Keunggulan CNN terletak pada kemampuannya memahami dan mengklasifikasi aspek dan objek dalam citra. Salah satu arsitektur model *Deep Learning* menggunakan CNN yang populer adalah *MobileNet*. *MobileNetV2*, sebagai modifikasi *MobileNet*, memperkenalkan *inverted residual blocks* dan *linear bottleneck*. Perbedaan utama dengan *MobileNetV1* terletak pada penggunaan *bottleneck*, yang memungkinkan model mengubah input dari tingkat rendah ke deskriptor tingkat tinggi. *MobileNetV2* mampu ekstraksi fitur otomatis dan efisien melalui *inverted residual blocks*, dan *linear bottleneck* meningkatkan kapabilitas model dalam mengolah informasi. Dengan pendekatan ini, *MobileNetV2* menggunakan CNN sebagai alat efektif untuk tugas-tugas klasifikasi citra, menawarkan kemampuan ekstraksi fitur otomatis dan pengolahan informasi yang efisien dalam pengembangan *Deep Learning*. CNN telah terbukti efektif dalam tugas klasifikasi gambar, dan *MobileNetV2* dikenal karena ringan dan efisien dalam penggunaan sumber daya. Dengan menggunakan metode ini, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan daun teh. Hasil *training* dari enam skenario model yang diuji menunjukkan bahwa tingkat akurasi tertinggi tercapai pada pengujian skenario model 2, yaitu sebesar 100%. Pada pengujian ini, *hyperparameter* yang optimal termasuk *epoch* sebanyak 50, *input shape RGB Channel* sebesar 224x224x3, *batch size* sejumlah 32, dan *optimizer* yang digunakan adalah *Adam*. Pentingnya akurasi terlihat dari hasil



pengujian menggunakan data *testing*, di mana model berhasil mencapai akurasi sebesar 100%. Selain itu, nilai presisi, *recall*, dan *f1-score* juga mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu mengenali dan mengklasifikasikan daun teh siap panen dengan sangat baik.

Kata Kunci : Klasifikasi, Daun teh siap panen, Daun Teh, *Convolutional Neural Network*, *MobileNetV2*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki berbagai macam flora, salah satunya adalah tanaman teh (*Camellia Sinensis*), dimana termasuk kedalam salah satu tanaman perdu yang berwarna hijau (*Evergreen Shrub*) yang dapat tumbuh mencapai ketinggian 6 sampai 9 meter. Indonesia juga merupakan salah satu dari 7 produsen teh terbesar di dunia[1]. Sumatera utara merupakan salah satu daerah penghasil teh yang memiliki tiga perkebunan teh di Simalungun, yaitu Kebun Teh Bahbutong, Kebun Teh Sidamanik dan Kebun Teh Tobasari[2]. Teh Sidamanik dikenal sebagai salah satu teh berkualitas di Indonesia. Perkebunan teh Sidamanik merupakan produsen teh hitam terbesar kedua di Indonesia setelah Jawa Barat[3].

Pada perkebunan PTPN IV Sidamanik, pihak perusahaan pengelola masih menggunakan cara konvensional dalam menentukan daun teh siap panen berdasarkan aturan gilir petik. Dalam penelitian pengklasifikasian daun teh siap panen ini, dapat dirumuskan pokok permasalahan yang akan dibahas yaitu bagaimana menerapkan dan mengetahui tingkat akurasi metode CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* dalam pengklasifikasian daun teh siap panen. Dengan tujuan membangun sebuah model yang dapat mengklasifikasi daun the siap panen menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV2* sehingga dapat membantu pihak perkebunan teh dalam meningkatkan kualitas dan nilai jual dari produk teh yang dihasilkan dan menganalisa performansi dari tingkat akurasi model dari metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV2* sehingga dapat menghasilkan klasifikasi daun the siap panen secara akurat. Penentuan daun teh siap panen merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas dan nilai jual dari produk teh. Klasifikasi daun teh siap panen dapat membantu para petani teh dan produsen teh dalam menentukan waktu yang tepat untuk memetik daun teh sehingga dapat menghasilkan teh dengan kualitas terbaik.

CNN adalah algoritma *Deep Learning* yang dirancang khusus untuk memproses data dalam bentuk dua dimensi, seperti gambar atau audio[4]–[6]. CNN memiliki kapasitas untuk menerima input dalam bentuk citra dan mengidentifikasi berbagai aspek atau objek yang terdapat dalam citra tersebut, yang dapat digunakan oleh mesin untuk membedakan satu gambar dari yang lain[7]. CNN mampu secara otomatis mengekstraksi fitur-fitur dari citra dan kemudian menggunakan fitur-fitur tersebut untuk melakukan klasifikasi. Salah satu arsitektur model *Deep Learning* yang terkenal yang menggunakan CNN adalah *MobileNet*.

MobileNetV2 adalah modifikasi pertama dari *MobileNet*. Perbedaan *MobileNetV1* dengan *MobileNetV2* adalah penggunaan *inverted residual blocks* dan *linear bottleneck*. Dalam *bottleneck* terdapat input dan *output* antara model sementara lapisan dalam merangkum kemampuan model untuk mengubah *input* dari tingkat yang lebih rendah (yaitu piksel) ke deskriptor dengan tingkat yang lebih tinggi[8]. Pemilihan metode CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* dalam penelitian ini didasari pada efektifitas metode dalam pemanfaatan *resource* yang tidak terlalu berat dan bisa menghasilkan akurasi yang maksimal berdasarkan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Dalam klasifikasi daun teh siap panen, arsitektur *MobileNetV2* dapat digunakan untuk memproses citra daun teh dan melakukan klasifikasi. Pertama-tama, model *MobileNetV2* dilatih menggunakan dataset citra daun teh yang telah diberi label daun teh siap panen. Kemudian, model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi daun teh siap panen daun teh pada citra baru yang dimasukkan ke dalam model. Dengan menggunakan metode CNN dengan arsitektur *MobileNetV2*, klasifikasi daun teh siap panen daun teh dapat dilakukan secara otomatis dan akurat. Hal ini dapat membantu dalam meningkatkan kualitas dan nilai jual dari produk teh yang dihasilkan.

Dalam penelitian Ramayanti, tentang klasifikasi citra kupu-kupu dengan membandingkan model arsitektur *VGG16* dan *MobileNetV2*, diperoleh hasil bahwa arsitektur *MobileNetV2* lebih unggul dibandingkan arsitektur *VGG16*, dengan akurasi terbaik diperoleh *MobileNetV2* tanpa *fine-tuning* yaitu mencapai presentase 96%[9]. Penelitian lain dilakukan oleh Zaelani dan Miftahuddin, tentang identifikasi jenis buah-buahan berdasarkan fitur daun dengan membandingkan model arsitektur *Efficientnet-B3* dan model arsitektur *MobileNetV2*, diperoleh hasil bahwa model arsitektur *MobileNetV2* lebih unggul dibandingkan dengan model arsitektur *Efficientnet-B3*. Hasil pengujian model *MobileNetV2* dengan menggunakan *hyperparameter epoch 20, optimizer Adam* menghasilkan akurasi 99%, sedangkan model *MobileNetV2* dengan *hyperparameter epoch 50 optimizer Adamax* menghasilkan akurasi sebesar 98%[10].

Penelitian yang berkaitan dengan klasifikasi daun teh serta identifikasi daun teh siap panen pada umumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti-peneliti sebelumnya. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Jaelani, menggunakan metode CNN dengan arsitektur *MobileNet* menghasilkan akurasi sebesar 60%[11]. Dalam penelitian selanjutnya dilakukan oleh Suherman, menggunakan metode CNN dengan arsitektur *LeNet-5* menghasilkan akurasi sebesar 94.55%[12].

Dalam penelitian Wicaksono, tentang identifikasi kematangan daun teh menggunakan *Centroid Clustering* berbasis ruang warna *YCbCr* menghasilkan nilai akurasi sebesar 80%[13]. Pada penelitian menggunakan metode ekstraksi ciri

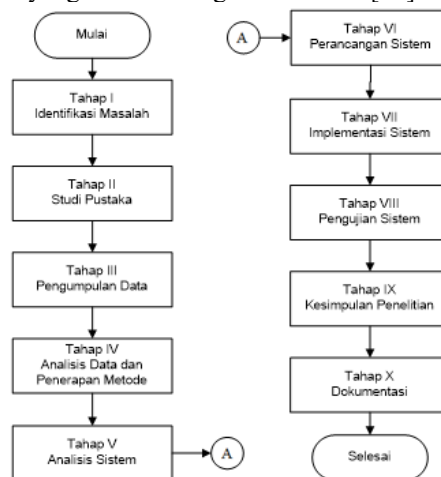


seperti *Hue Saturation Intensity* (HSI) dan *Hue Saturation Value* (HSV) menghasilkan tingkat akurasi 100% pada fitur warna HIS dan 83,33% pada fitur warna HSV. Penelitian lain juga dilakukan oleh Ibrahim, dengan membandingkan arsitektur *VGGNET19* dan *ResNet50*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur *VGGNet19* memperoleh hasil yang lebih baik karena memiliki nilai akurasi sebesar 97.5%[14].

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti akan melakukan klasifikasi daun teh siap panen menggunakan CNN dengan Arsitektur *MobileNetV2*, yang bertujuan untuk membangun sebuah model yang dapat mengklasifikasi daun teh siap panen dan menganalisa performansi dari tingkat akurasi model dari metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV2* secara akurat.

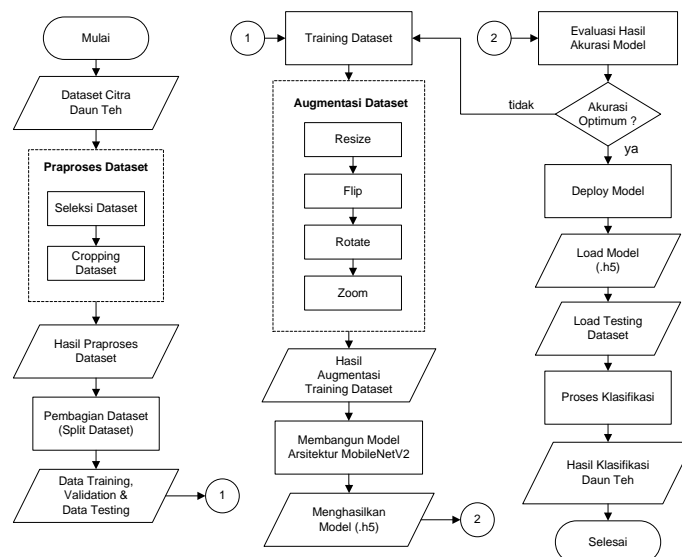
2. METODE PENELITIAN

Dalam mendukung jalannya penelitian ini agar lebih terarah dan sistematis maka dibutuhkan suatu tahapan desain penelitian atau kerangka kerja penelitian yang disusun dengan terstruktur[15].



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian diatas dapat diuraikan pembahasan ada masing-masing tahapan dalam penelitian ini yaitu identifikasi masalah, studi pustaka, pengumpulan data, analisis masalah dan penerapan metode, analisis sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, kesimpulan penelitian, dan dokumentasi.



Gambar 2. Flowchart Sistem Secara Umum

Proses klasifikasi pada Gambar 2 melalui beberapa tahapan, antara lain pengumpulan dataset, praproses dataset (seleksi dan *cropping*), pembagian dataset menjadi data training, data validation, dan data testing, perancangan arsitektur



model CNN yaitu *MobileNetV2* menggunakan data training, pengujian model dengan data testing untuk memilih model terbaik, dan deploy model ke dalam aplikasi berbasis web. Tahap deploy melibatkan penggunaan model dengan hasil performa terbaik dalam proses *training* sebagai *engine* klasifikasi daun teh siap panen pada aplikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Training Model

Untuk menyelesaikan penelitian ini peneliti melakukan praproses dataset (seleksi dan *cropping*), lalu melakukan pembagian *dataset* yang dibagi menjadi tiga yaitu data *training* dengan persentase 70%, data *validation* dengan persentase 20%, dan data testing dengan persentase 10%, seperti tabel dibawah :

Tabel 1. Pembagian Dataset

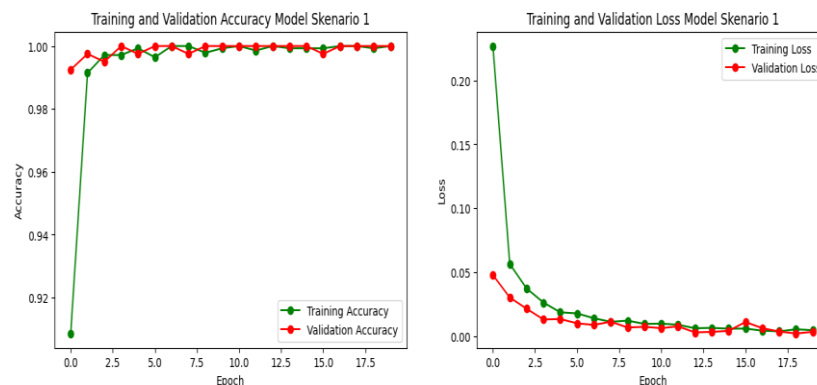
| Kelas | Data Training | Data Validation | Data Testing | Σ |
|-------------------|---------------|-----------------|--------------|-------------|
| Daun Teh Mentah | 700 | 200 | 100 | 1000 |
| Daun Teh Matang | 700 | 200 | 100 | 1000 |
| Total | 1400 | 400 | 200 | 2000 |
| Persentase | 70% | 20% | 10% | 100% |

Untuk menentukan *model* terbaik, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pelatihan (*training*) *model* arsitektur *MobileNetV2* berdasarkan 2 parameter, yaitu pengaruh jumlah *epoch* dan nilai *learning rate*. Parameter yang diamati dari perbandingan ini adalah tingkat akurasi dan *loss* yang dihasilkan. Selain itu, *training model* dilakukan dengan menggunakan beberapa *hyperparameter* yaitu :

Tabel 2. Skenario Training Model

| Model Skenario | Input Shape | Batch Size | Optimizer | Epoch | | Learning Rate | |
|----------------|-------------|------------|-----------|-------|----|---------------|--------|
| | 224x224 | 32 | Adam | 20 | 50 | 0,0003 | 0,0005 |
| 1 | 224x224 | 32 | Adam | 20 | - | - | - |
| 2 | 224x224 | 32 | Adam | - | 50 | - | - |
| 3 | 224x224 | 32 | Adam | 20 | - | 0,0003 | - |
| 4 | 224x224 | 32 | Adam | 20 | - | - | 0,0005 |
| 5 | 224x224 | 32 | Adam | - | 50 | 0,0003 | - |
| 6 | 224x224 | 32 | Adam | - | 50 | - | 0,0005 |

a. Training Model Skenario 1

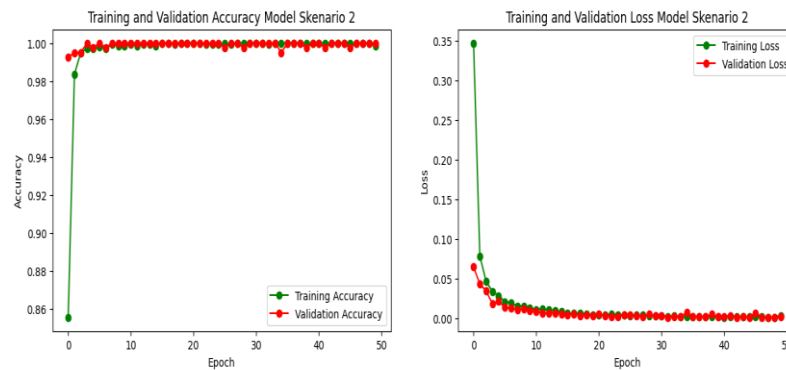


Gambar 3. Accuracy dan Loss dengan Model Skenario 1

Hasil dari pelatihan *model* dengan *epoch* 20 yaitu nilai akurasi pada iterasi terakhir atau iterasi ke-20 didapatkan hasil akurasi setelah dievaluasi dengan data *validation* yaitu sebesar 100% dan nilai *loss* adalah 0,0034.



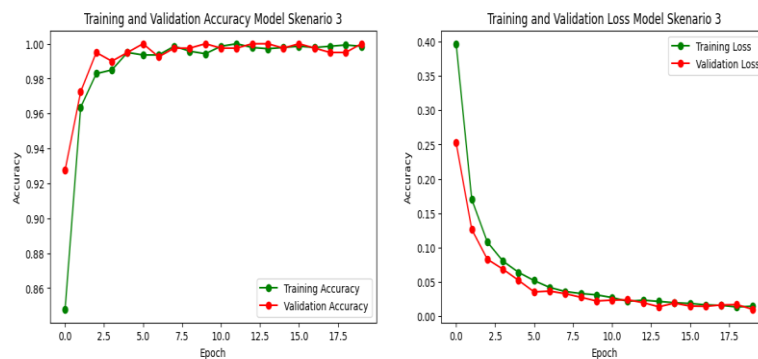
b. Training Model Skenario 2



Gambar 4. Accuracy dan Loss dengan Model Skenario 2

Hasil dari pelatihan *model* skenario 2 yaitu nilai akurasi pada iterasi terakhir atau iterasi ke-50 didapatkan hasil akurasi jika dievaluasi dengan data *validation* adalah 100% dan nilai *loss* adalah 0,0024.

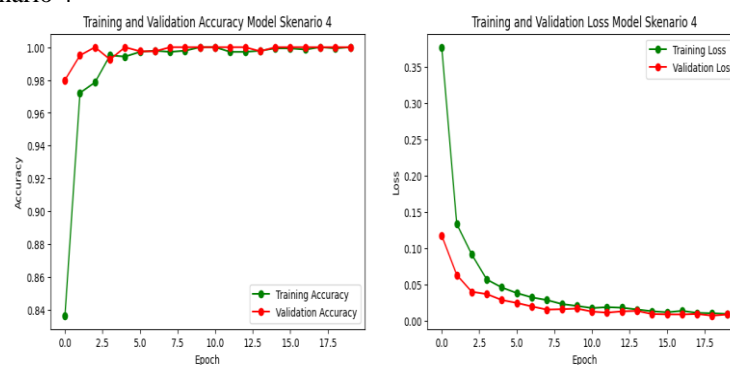
c. Training Model Skenario 3



Gambar 5. Accuracy dan Loss dengan Model Skenario 3

Hasil pelatihan pada *model* skenario 3 dengan nilai *learning rate* 0.0003 dan jumlah *epoch* 20 yaitu nilai akurasi pada iterasi terakhir atau iterasi ke-20 didapatkan hasil akurasi jika dievaluasi dengan data *validation* adalah 0,997 atau 99,7% dan nilai *loss* adalah 0,0111.

d. Training Model Skenario 4

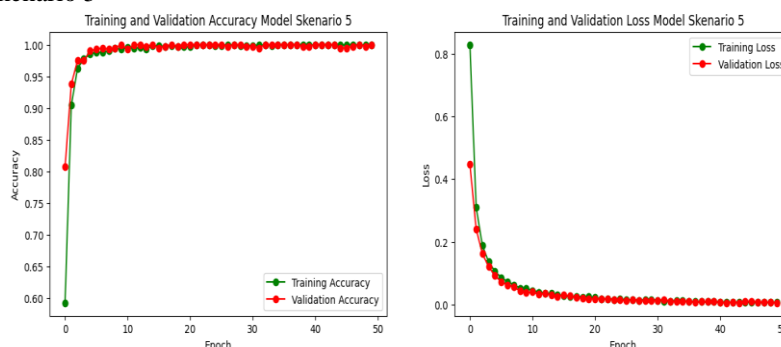


Gambar 6. Accuracy dan Loss dengan Model Skenario 4

Hasil dari pelatihan *model* skenario 4 dengan nilai *learning rate* 0.0005 dan jumlah *epoch* 20 yaitu nilai akurasi pada iterasi terakhir atau iterasi ke-20 didapatkan hasil akurasi jika dievaluasi dengan data *validation* adalah 0,995 atau 99,5% dan nilai *loss* adalah sebesar 0,0097.



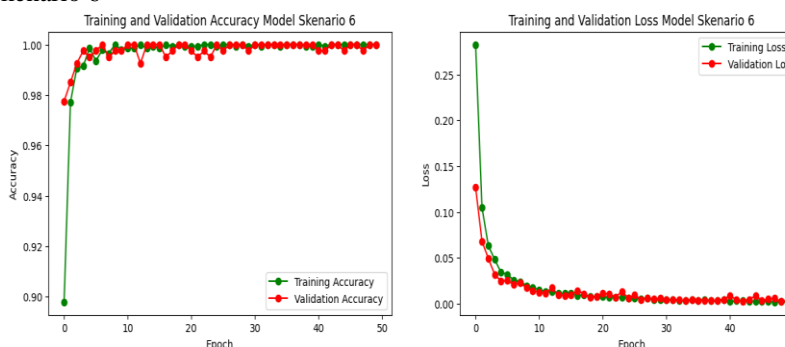
e. Training Model Skenario 5



Gambar 7. Accuracy dan Loss Model Skenario 5

Hasil dari pelatihan *model* skenario 5 dengan nilai *learning rate* 0.0003 dan jumlah *epoch* 50 yaitu nilai akurasi pada iterasi terakhir atau iterasi ke-50 didapatkan hasil akurasi jika dievaluasi dengan data *validation* adalah 100% dan nilai *loss* adalah 0,0057.

f. Training Model Skenario 6



Gambar 8. Accuracy dan Loss Model Skenario 6

Hasil dari pelatihan *model* skenario 6 dengan nilai *learning rate* 0.0005 dan jumlah *epoch* 50 yaitu nilai akurasi pada iterasi terakhir atau iterasi ke-50 didapatkan hasil akurasi jika dievaluasi dengan data *validation* adalah 100% dan nilai *loss* adalah 0,0034.

Setelah melakukan percobaan pengujian *model* arsitektur MobileNetV2 dengan menggunakan *hyperparameter* yaitu perubahan jumlah *epoch* (20 dan 50) serta perubahan nilai *learning rate* (0.0003 dan 0.0005) maka didapatkan hasil perbandingan akurasinya dalam bentuk diagram seperti ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Perbandingan Akurasi Model

| Model Skenario | Validation Accuracy | Validation Loss |
|----------------|---------------------|-----------------|
| 1 | 100 % | 0.0034 |
| 2 | 100 % | 0,0024 |
| 3 | 99,7 % | 0,0111 |
| 4 | 99,5 % | 0,0097 |
| 5 | 100 % | 0,0057 |
| 6 | 100 % | 0,0034 |

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil akurasi hasil pelatihan (*training*) yang tinggi pada 6 model skenario yang dibandingkan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur *MobileNetV2* sangat baik digunakan untuk melakukan klasifikasi pada tingkat kematangan daun teh. Pada skenario model 1, skenario model 2, skenario model 5, dan skenario model 6 memperoleh hasil akurasi (*validation accuracy*) yang sama yaitu sebesar 100%. Akan tetapi skenario model 2 memiliki *validation loss* yang lebih kecil, sehingga *model* skenario ke-2 yang dipilih dan akan digunakan sebagai *model*



untuk melakukan proses klasifikasi tingkat kematangan daun teh.

3.2 Evaluasi Model

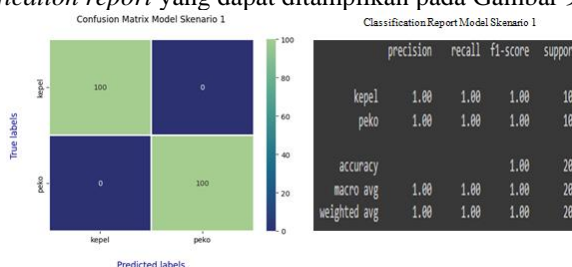
Setelah melakukan pelatihan (*training*) pada setiap skenario *model* arsitektur *MobileNetV2* dengan menggunakan *hyperparameter* yaitu perubahan jumlah *epoch* (20 dan 50) serta perubahan nilai *learning rate* (0.0003 dan 0.0005) maka didapatkan hasil perbandingan akurasinya.

Tabel 4. Perbandingan Akurasi Skenario Model

| Model Skenario | Validation Accuracy | Validation Loss |
|----------------|---------------------|-----------------|
| 1 | 100 % | 0.0034 |
| 2 | 100 % | 0,0024 |
| 3 | 99,7 % | 0,0111 |
| 4 | 99,5 % | 0,0097 |
| 5 | 100 % | 0,0057 |
| 6 | 100 % | 0,0034 |

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa semua enam model skenario yang dibandingkan menunjukkan hasil pelatihan dengan akurasi yang sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur *MobileNetV2* sangat efektif dalam melakukan klasifikasi pada tingkat daun teh siap panen. Lebih spesifik, terdapat empat skenario model yang berhasil mencapai akurasi validasi sebesar 100%, yaitu skenario model 1, skenario model 2, skenario model 5, dan skenario model 6. Selain itu, skenario model 3 juga mencapai akurasi yang sangat tinggi, mencapai 99,7%, sementara skenario model 4 mencapai akurasi 99,5%. Model skenario yang sudah di *trainingselanjutnya* akan dilakukan analisis terhadap *model* tersebut dengan menggunakan *confusion matrix* dan *classification report*. Berikut detail hasil analisisnya untuk ke enam *model* tersebut.

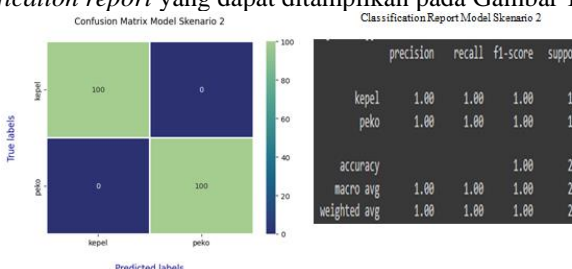
- a. Model skenario 1 dengan *hyperparameter batch size 32, optimizer Adam, dan jumlah epoch 20*, menghasilkan *confusion matrix* dan *classification report* yang dapat ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 1. *Confusion Matrix dan Classification Report Model Skenario 1*

Berdasarkan gambar maka diambil kesimpulan bahwa akurasi dari skenario 1 yang digunakan dalam melakukan klasifikasi daun the siap panen mencapai 100%, presisi, recall, dan f1-score sebesar 1,00 atau 100%.

- b. Model skenario 2 dengan *hyperparameter batch size 32, optimizer Adam, dan jumlah epoch 50*, menghasilkan *confusion matrix* dan *classification report* yang dapat ditampilkan pada Gambar 10.

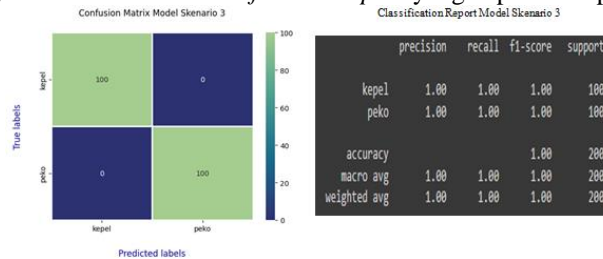


Gambar 2. *Confusion Matrix dan Classification Report Model Skenario 2*



Berdasarkan gambar maka diambil kesimpulan bahwa akurasi dari skenario 2 yang digunakan dalam melakukan klasifikasi daun the siap panen mencapai 100%, presisi, recall, dan f1-score sebesar 1,00 atau 100%.

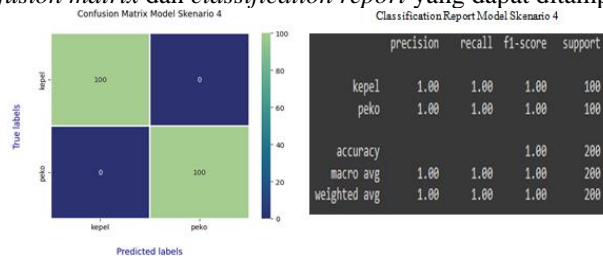
- c. Model skenario 3 dengan *hyperparameter batch size 32, optimizer Adam, jumlah epoch 20, dan learning rate 0.0003*, menghasilkan *confusion matrix* dan *classification report* yang dapat ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 3. *Confusion Matrix dan Classification Report Model Skenario 3*

Berdasarkan gambar maka diambil kesimpulan bahwa akurasi dari skenario 3 yang digunakan dalam melakukan klasifikasi daun the siap panen mencapai 100%, presisi, recall, dan f1-score sebesar 1,00 atau 100%.

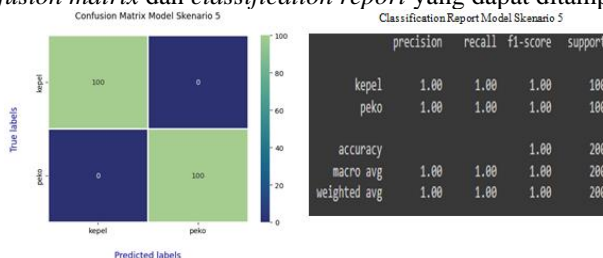
- d. Model skenario 4 dengan *hyperparameter batch size 32, optimizer Adam, jumlah epoch 20, dan learning rate 0.0005*, menghasilkan *confusion matrix* dan *classification report* yang dapat ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 4. *Confusion Matrix dan Classification Report Model Skenario 4*

Berdasarkan gambar maka diambil kesimpulan bahwa akurasi dari skenario 4 yang digunakan dalam melakukan klasifikasi daun the siap panen mencapai 100%, presisi, recall, dan f1-score sebesar 1,00 atau 100%.

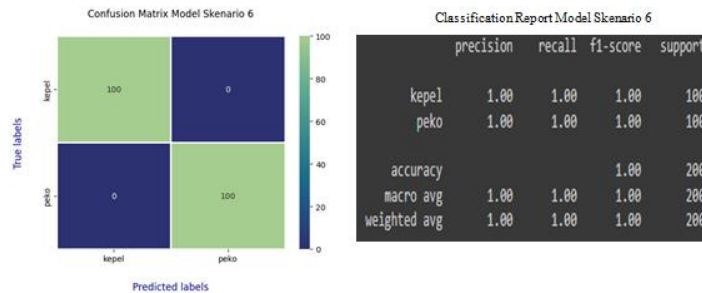
- e. Model skenario 5 dengan *hyperparameter batch size 32, optimizer Adam, jumlah epoch 50, dan learning rate 0.0003*, menghasilkan *confusion matrix* dan *classification report* yang dapat ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 5. *Confusion Matrix dan Classification Report Model Skenario 5*

Berdasarkan gambar maka diambil kesimpulan bahwa akurasi dari skenario 5 yang digunakan dalam melakukan klasifikasi daun the siap panen mencapai 100%, presisi, recall, dan f1-score sebesar 1,00 atau 100%.

- f. Model skenario 6 dengan *hyperparameter batch size 32, optimizer Adam, jumlah epoch 50, dan learning rate 0.0005*, menghasilkan *confusion matrix* dan *classification report* yang dapat ditampilkan pada Gambar 14.



Gambar 6. Confusion Matrix dan Classification Report Model Skenario 6

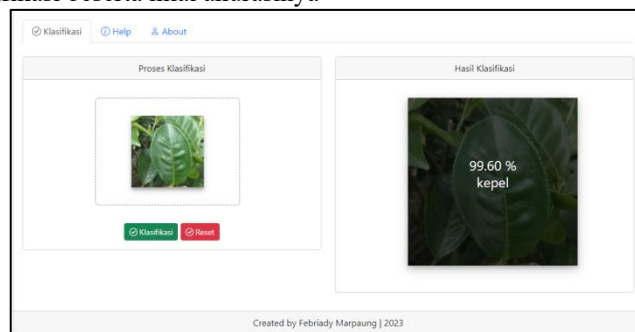
Berdasarkan gambar maka diambil kesimpulan bahwa akurasi dari skenario 6 yang digunakan dalam melakukan klasifikasi daun the siap panen mencapai 100%, presisi, recall, dan f1-score sebesar 1,00 atau 100%.

3.3 Pembahasan

Setelah tahapan evaluasi *model* terhadap data uji telah selesai, pada penelitian ini juga mengimplementasikan *model* kedalam sebuah aplikasi berbasis *web* sebagai media untuk memudahkan pengguna (*user*) melakukan klasifikasi daun teh siap panen yang ingin diketahui. Proses *deploy* model kedalam aplikasi dengan menggunakan *Flask* sebagai *library* utama.

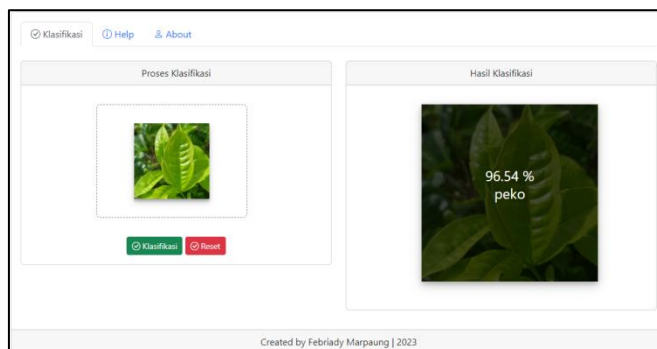
3.3.1 Implementasi Sistem

Dalam melakukan proses klasifikasi, maka tahapan pertama yang dilakukan adalah menginputkan gambar daun teh dengan cara memilih tombol “*Browse / Drop Image*” atau juga dapat dilakukan dengan melakukan *drag and drop* pada aplikasi. Jika gambar sudah berhasil dimasukkan maka tahapselanjutnya adalah memilih tombol “Klasifikasi” dan sistem akan menampilkan hasil klasifikasi beserta nilai akurasi



Gambar 15. Hasil Klasifikasi pada Daun Teh Kepel

Gambar 15 menampilkan hasil pengujian aplikasi dalam melakukan proses klasifikasi pada gambar daun teh kepel, dimana gambar daun teh berhasil diklasifikasi dengan benar sesuai nama kelasnya (daun teh kepel) dengan tingkat akurasi sebesar 99.70 %.



Gambar 16. Hasil Klasifikasi pada Daun Teh Peko

Gambar 16 menampilkan hasil pengujian aplikasi dalam melakukan proses klasifikasi pada gambar daun teh peko,



dimana gambar daun teh berhasil diklasifikasi dengan benar sesuai nama kelasnya (daun teh peko) dengan tingkat akurasi sebesar 99.98 %.

3.3.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan model dengan akurasi tertinggi yang telah dilatih (*training*) sebelumnya sebagai *engine* dalam melakukan klasifikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data testing yang berisi 20 buah citra (10 citra per *class*) yang belum pernah dikenali sistem.

Tabel 5. Hasil Pengujian Model Menggunakan Aplikasi yang Dideploy
Data Testing (10 citra per class)

| No. | Daun Teh Kepel | | | Daun Teh Peko | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-----------------------------------|---------------|-------|-------|
| | Akurasi | Benar | Salah | Akurasi | Benar | Salah |
| 1. | 100% | √ | - | 99,99% | √ | - |
| 2. | 100% | √ | - | 99,99% | √ | - |
| 3. | 100% | √ | - | 99,99% | √ | - |
| 4. | 100% | √ | - | 99,95% | √ | - |
| 5. | 100% | √ | - | 99,94% | √ | - |
| 6. | 100% | √ | - | 99,97% | √ | - |
| 7. | 100% | √ | - | 99,99% | √ | - |
| 8. | 100% | √ | - | 99,89% | √ | - |
| 9. | 100% | √ | - | 99,98% | √ | - |
| 10. | 100% | √ | - | 99,82% | √ | - |
| Rata-rata akurasi = 100% | | | Rata-rata akurasi = 99,95% | | | |

Berdasarkan Tabel 5, maka dapat diambil kesimpulan bahwa model yang di *deploy* kedalam aplikasi berbasis *web* dapat melakukan klasifikasi daun teh siap panen dengan akurat sesuai dengan jenis *class*-nya. Dari total 20 buah citra daun teh (10 citra per *class*), semuanya dapat dikalsifikasi dengan benar dengan rata-rata akurasi pada citra daun teh kepel mencapai 100%, sedangkan pada citra daun teh peko, diperoleh rata-rata akurasi sebesar 99,95%.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, sistem telah diuji untuk melakukan klasifikasi daun teh siap panen menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan metode ini memberikan performa yang sangat baik terhadap semua dataset, memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan daun teh siap panen dengan tingkat akurasi yang tinggi dan dapat diandalkan.

Dalam menjalankan pengujian, enam skenario model berbeda telah diuji untuk menilai kinerja masing-masing. Hasil training menunjukkan bahwa skenario model 2 mencapai tingkat akurasi tertinggi, yaitu 100%. Pada skenario ini, penggunaan hyperparameter seperti epoch 50, input shape 224x224x3 (RGB channel), batch size 32, dan optimizer Adam telah menghasilkan performa optimal. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa model yang dihasilkan dari pelatihan mampu mengidentifikasi daun teh siap panen dengan presisi yang sangat tinggi.

Lebih lanjut, ketika model diuji menggunakan data testing, hasilnya sangat memuaskan. Tingkat akurasi yang mencapai 100% menunjukkan kehandalan model dalam mengklasifikasikan daun teh siap panen. Selain itu, metrik evaluasi seperti presisi, recall, dan f1-score juga mencapai nilai 100%, menunjukkan bahwa model tidak hanya akurat tetapi juga konsisten dalam mengenali setiap kelas daun teh.

Dengan demikian, kesimpulan dari hasil pengujian ini adalah bahwa penerapan *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur MobileNetV2 memberikan kinerja yang sangat baik dalam klasifikasi daun teh siap panen. Model yang dihasilkan mencapai tingkat akurasi tertinggi pada skenario model 2, dan evaluasi lebih lanjut menunjukkan kehandalan dan konsistensi model dalam mengenali daun teh siap panen. Hasil ini menegaskan potensi besar CNN dengan MobileNetV2 dalam aplikasi identifikasi dan klasifikasi objek visual seperti daun teh siap panen.

Saran untuk pengembangan selanjutnya dapat dirumuskan sebagai berikut: Melakukan penelitian lanjutan yang memfokuskan pada integrasi model ke dalam aplikasi mobile untuk memungkinkan proses klasifikasi secara langsung



dan real time. Meningkatkan spesifikasi perangkat, terutama dalam hal Random Access Memory (RAM) dan Graphics Processing Unit (GPU), guna mempercepat proses pelatihan model.

Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, peneliti selanjutnya dapat mengambil langkah lebih lanjut untuk menjadikan model lebih responsif dan dapat diintegrasikan dengan lebih baik dalam konteks penggunaan praktis, seperti aplikasi mobile. Selain itu, peningkatan spesifikasi perangkat keras dapat meningkatkan efisiensi proses *training* model, mempercepat pengembangan, dan mengoptimalkan kinerja model secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. N. Auliasari, L. Novamizanti, and N. Ibrahim, "Identifikasi Kematangan Daun Teh Berbasis Fitur Warna Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV)," *JUITA J. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 217, 2020, doi: 10.30595/juita.v8i2.7387.
- [2] Y. Damanik, H. Okprana, and R. K. Sormin, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Produk Teh Terbaik Menggunakan Metode Moora Pada PTPN IV Sidamanik," *Bul. Big Data, Data Sci. Artif. Intell. Sist.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–33, 2022.
- [3] A. Nadila, L. Saragih, and W. J. Tarigan, "Pengaruh Reactional Satisfaction Terhadap Minat Kunjung Ulang Wisata Kebun Teh Sidamanik Dengan Citra Destinasi Sebagai Variabel Moderasi," *J. Ekon. Integr.*, vol. 12, no. 2, pp. 133–142, 2022.
- [4] F. Akmal Hariz, I. Nurma Yulita, and I. Suryana, "Human Activity Recognition Berdasarkan Tangkapan Webcam Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dengan Arsitektur MobileNet Human Activity Recognition Berdasarkan Tangkapan Webcam Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dengan," *Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 4, pp. 103–115, 2022.
- [5] F. Wang, "Generative adversarial networks and convolutional neural networks based weather classification model for day ahead short-term photovoltaic power forecasting," *Energy Convers. Manag.*, vol. 181, pp. 443–462, 2019, doi: 10.1016/j.enconman.2018.11.074.
- [6] Q. Yang, Y. Liu, T. Zhou, Y. Peng, and Y. Tang, "3D Convolutional Neural Network for Hyperspectral Image Classification Using Generative Adversarial Network," *2020 13th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*. IEEE, 2020. doi: 10.1109/icitcta51737.2020.00065.
- [7] I. Mudzakir and T. Arifin, "Klasifikasi Penggunaan Masker dengan Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur MobileNetV2," *Expert J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 12, no. 1, p. 76, 2022, doi: 10.36448/expert.v12i1.2466.
- [8] I. G. D. Dwijayana and I. G. A. Wibawa, "Implementasi Transfer Learning Dalam Klasifikasi Penyakit Pada Daun Teh Menggunakan MobileNetV2," *J. Nas. Teknol. Inf. dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 379–387, 2022.
- [9] D. Ramayanti, D. Asri, and L. Lionie, "Implementasi Model Arsitektur VGG16 dan MobileNetV2 Untuk Klasifikasi Citra Kupu-Kupu," *JSAL J. Sci. Appl. Informatics*, vol. 5, no. 3, pp. 182–187, 2022.
- [10] F. Zaelani and Y. Miftahuddin, "Perbandingan Metode EfficientNetB3 dan MobileNetV2 Untuk Identifikasi Jenis Buah-buahan Menggunakan Fitur Daun," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.33197/jitter.vol9.iss1.2022.911.
- [11] A. A. Jaelani, F. Y. Supratman, and N. Ibrahim, "Perancangan Aplikasi Untuk Klasifikasi Klon Daun Teh Seri Gambung (Gmb) Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," vol. 7, no. 2, pp. 2920–2928, 2020.
- [12] A. H. Suherman, N. Ibrahim, H. Syahrian, V. P. Rahadi, and M. K. Prayoga, "Klasifikasi Daun Teh Gambung Varietas Assamica Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Lenet-5," *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 63–71, 2021, doi: 10.31289/jesce.v4i2.4136.
- [13] B. A. Wicaksono, "Identifikasi Kematangan Daun Teh Menggunakan Centroid Clustering Berbasis Ruang Warna YCbCr," Universitas Telkom, 2019.
- [14] N. Ibrahim, G. A. Lestary, and F. S. Hanafi, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Pucuk Daun Teh menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *J. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 1, pp. 162–176, 2022.
- [15] D. Alita and R. B. A. Shodiqin, "Sentimen Analisis Vaksin Covid-19 Menggunakan Naive Bayes Dan Support Vector Machine," *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2023.