

KLASIFIKASI EMPAT JENIS DAUN HERBAL MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Mahdarul Huda Ahmad^a, Fida Maisa Hana^b, Taftazani Ghazi Pratama^c, Hafni Aulida^d
Universitas Muhammadiyah Kudus

Abstrak

Begitu banyaknya jenis daun herbal yang mirip menyebabkan kesulitan dalam mengenali daun herbal secara langsung. Saat ini, proses klasifikasi daun herbal masih dilakukan menggunakan pengamatan mata secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan sebuah system dalam mengklasifikasi daun herbal melalui pendekatan pengolahan citra dan *neural network* dengan tujuan agar klasifikasi dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Pada penelitian ini, terdapat empat jenis daun herbal yang diklasifikasi, yaitu daun kari, daun kelor, daun mint, dan daun sirih. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* dan *VGG16*. Penelitian ini menggunakan 800 data secara keseluruhan dengan *augmentasi data* untuk melatih model deep learning yang akan digunakan untuk klasifikasi empat jenis daun herbal. Model terbaik yang dihasilkan penelitian ini adalah model *VGG16 transfer learning* dengan *learning rate 0.001* dan *dropout* dengan rate 50% yang berhasil mengklasifikasikan empat jenis daun herbal dengan akurasi 96.2%.

Kata Kunci : klasifikasi, jenis daun herbal, pengolahan citra, *Convolutional Neural Network*, *VGG16*,

Abstract

So many similar herb leaf species difficulty in herb leaf species directly. This time, the process of classifying herb leaf species is identifying carried out using direct eye observation. Therefore we need a system in classifying herb leaf species through image processing and neural network approaches with the aim that classification can be done effectively and efficiently. In this research, there are 4 species of herb leaf classified, namely. This research use 800 image datasets with data augmentation to train deep learning model to classify herb plant species. The best model acquired from this research is VGG16 model with transfer learning and 0.001 learning rate and 50% dropout rate that successfully classify herb leaf species with 96.2% accuracy.

Keywords: *classification, herb leaf species, image processing, Convolutional Neural Network, VGG16, Transfer Learning, Learning Rate, Dropout.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak keragaman tanaman, salah satu tanaman yang telah dikenal masyarakat adalah tanaman herbal. Kepopuleran tanaman herbal sebagai obat tradisional sudah sejak lama ada di Indonesia, sehingga tidak sedikit masyarakat yang telah memanfaatkan tanaman herbal sebagai obat tradisional yang telah diturunkan sejak lama dari generasi ke generasi. Pemanfaatan tanaman herbal sebagai obat tradisional semakin ramai diminati oleh masyarakat karena obat yang berasal dari tanaman herbal telah terbukti tidak menimbulkan adanya efek samping dan lebih menyehatkan jika

dibandingkan dengan obat-obatan yang terbuat dari bahan kimia (Lestari, 2016).

Tanaman herbal memiliki manfaat sebagai obat hampir di setiap bagian tanaman seperti pada bagian rimpang, bunga dan daun. Tetapi, banyak orang yang belum mengetahui bagian tanaman herbal yang berasal dari daun. Daun herbal sering dijumpai pada sekitar lingkungan masyarakat, akan tetapi kurangnya pengetahuan akan ciri-ciri daun herbal menjadikan potensi pemanfaatan daun herbal menjadi berkurang (Gholib, 2015). Daun herbal juga mempunyai manfaat yang tidak kalah dengan bagian rimpang dan

bunga pada tanaman herbal seperti daun kari, daun mint, daun kelor, daun sirih.

Begitu banyaknya jenis daun herbal menyebabkan sulitnya untuk membedakan jenis daun secara langsung, pola bentuk, tekstur yang bervariasi dan begitu banyak menjadikan daun herbal sulit untuk dikenali untuk orang awam, seperti daun kari, daun sirih, daun mint, dan daun sirih. Keempat daun tersebut memiliki pola variasi yang cukup besar dalam bentuk, warna, tekstur, dan karakteristik lainnya, Ini dapat memberikan tantangan yang menarik untuk mengklasifikasi daun herbal karena daun-daun tersebut memiliki perbedaan-perbedaan visual yang signifikan. Saat ini, proses klasifikasi jenis daun masih dilakukan dengan menggunakan pengamatan mata dan asumsi masing-masing individu, sehingga proses klasifikasi membutuhkan waktu yang lama dan kemungkinan menyebabkan tingkat kesalahan yang tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan teknologi yang dapat mengklasifikasikan jenis daun herbal dengan perbedaan pada pola variasi bentuk, warna, dan tekstur antara daun satu dengan yang lainnya.

Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, penggunaan teknologi dapat dikombinasikan sebagai alat untuk memaksimalkan manfaat dari daun herbal dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Banyak perangkat lunak atau *software* yang mampu meniru Kecerdasan Manusia (kecerdasan buatan) dikembangkan disamping perkembangan perangkat keras atau *hardware* yang mampu meningkatkan kinerja komputer. Manusia dapat menyelesaikan tugas dalam waktu yang lebih singkat dan dengan kecepatan yang lebih tinggi, dibutuhkan yang namanya komputer. Ilmu komputasi, yang memungkinkan komputer mengambil informasi dari citra untuk tujuan pengenalan objek secara otomatis, muncul seiring dengan perkembangan dunia komputasi dan kecerdasan proses komputer saat ini. Pengolahan citra menjadi salah satu pilihan untuk klasifikasi daun herbal untuk kedepannya.

Pada pengolahan citra terdapat banyak metode, diantaranya metode *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Support Vector Machine* (SVM), dan *random forest*. Ketiga metode tersebut cukup banyak digunakan dalam melakukan proses pengolahan citra, dengan hasil akurasi yang cukup baik (Murugan et al., 2019). Dari beberapa metode tersebut terdapat metode yang lebih populer yaitu metode *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah salah satu dari algoritma *Deep Learning*. CNN memiliki kinerja yang sangat baik dalam masalah pembelajaran mesin. Khususnya aplikasi yang berhubungan dengan data gambar, seperti kumpulan *dataset* gambar terbesar (Image Net), *Computer Vision*, dan *Natural Language Processing* (NLP) dan hasil pemrosesan yang dicapai sangat baik (Zhong et al., 2019). Beberapa penelitian yang terkait dengan pengolahan citra menggunakan metode CNN dengan akurasi yang tinggi, ialah penelitian yg dilakukan oleh Nurona Cahya et al. (2021) untuk klasifikasi penyakit pada mata. Akurasi yang didapatkan sebesar 98.37% menggunakan ekstraksi fitur 3 layer. Kemudian, penelitian terbaru dilakukan oleh Firdaus et al. (2022) hasil pengujian model menggunakan metode CNN ini dapat bekerja dengan sangat baik untuk memprediksi penyakit katarak pada mata dengan akurasi sebesar 99,74% untuk 25 *epochs*.

Menurut penelitian Fonda tahun 2020 dengan judul Klasifikasi Batik Riau Dengan Menggunakan *Convolutional Neural Networks*. Pada penelitian ini menjelaskan hasil klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 65%. Akurasi tersebut terbilang cukup rendah disebabkan adanya kesamaan motif antara batik riau dengan batik lainnya, perbedaan terletak pada warna cerap batik Riau. Kemudian, menurut penelitian Nugroho et al. tahun 2020 dengan judul Implementasi *Deep Learning* Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) menjelaskan jumlah dari *dataset* tidak mempengaruhi hasil dari penilaian tetapi kedetailan citra yang digunakan sebagai *dataset* sangat berpengaruh untuk hasil penilaian. Dengan *Epoch* 100, *Batch size* 128 didapatkan hasil akurasi pelatihan sebesar 90% dan validasi sebesar 65%. Hasil

percobaan dari total 35 ekspresi, 28 ekspresi berhasil ditebak benar dengan nilai sebesar 80%.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka peneliti melakukan analisis dengan judul Klasifikasi Empat Jenis Daun Herbal menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*. Diharapkan penelitian ini mampu untuk mengklasifikasikan citra daun herbal dengan baik, selain itu supaya masyarakat lebih mengenal tentang daun herbal.

II. LANDASAN TEORI

A. Daun Tanaman Obat

Daun adalah salah satu organ tumbuhan yang muncul dari ranting yang khas berwarna hijau dan mengandung klorofil. Tujuan utama dari daun adalah untuk menangkap sinar matahari untuk fotosintesis. Tumbuhan merupakan organisme autotrof obligat, tumbuhan harus memenuhi kebutuhan energinya sendiri dengan mengubah energi matahari menjadi energi kimia. Oleh karena, daun adalah organ yang memainkan peran paling penting bagi kehidupan tanaman.

Daun tanaman obat digunakan untuk berbagai keperluan. Tanaman obat dari daun telah digunakan selama berabad-abad untuk mengobati berbagai penyakit karena berbagai khasiatnya. Mineral, Vitamin dan antioksidan yang terkandung pada daun dapat menjaga kesehatan pada tubuh secara alami.

Penelitian ini berfokus pada empat jenis daun tanaman obat yang mudah ditemukan di lingkungan tempat tinggal masyarakat tetapi tidak mengetahui kegunaannya, yaitu :

a. Daun Kari

Daun kari (*Murraya koenigii (L.) Spreng*) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri yang telah banyak digunakan sebagai bumbu masakan dan sebagai obat tradisional di sejumlah negara. Daun kari juga memiliki sifat antibakteri yang dapat digunakan sebagai obat alami.

b. Daun Sirih

Sirih (*P. betle L.*) merupakan tanaman memanjat tahunan, yang diperkirakan asli

dari kepulauan nusantara Indonesia dan Semenanjung Malaka. Tanaman ini ditanam di beberapa Negara Asia Tenggara, untuk memproduksi daun yang digunakan untuk nyirih bersama pinang, kapur soda atau gambir dan buahnya dengan atau tanpa tembakau (Widyastuti et al., 2020).

c. Daun Mint

Mint merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Minyak atsiri mint banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan, minuman dan sediaan farmasi (Pratiwi et al., 2019). Daun mint (*Mentha piperita*) digunakan oleh para herbalis sebagai *antiseptic*, *antipruritik*, dan obat *karminatif*. Sedangkan ekstrak tanamannya memiliki kandungan *radioprotektif*, *antioksidan*, *antialergi*, *antipasmodik*. Kandungan utama dari minyak daun mint (*Mentha piperita*) adalah minyak atsiri, *menthol*, *menthone* dan *metil aseta*, dengan kandungan *menthol* yang tinggi (Padalia et al., 2013).

d. Daun Kelor

Daun Kelor (*Moringa Oleifera*), merupakan tanaman tropis yang mudah tumbuh karena tidak memerlukan banyak perawatan dan dapat mampu mentoleransi kekeringan. Karena sifat-sifat tersebut, tanaman kelor dapat dibudidayakan secara optimal di lahan marginal. Selain iterbagai bagian tanaman kelor banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti kesehatan ,kecantikan dan lingkungan, sehingga wajar jika dijuluki dengan nama *Tree Of Life* (Isnan & M, 2017).

B. Klasifikasi

Klasifikasi adalah masalah pengidentifikasian ke mana dari sekumpulan kategori (sub-populasi) suatu observasi baru termasuk, berdasarkan data latih yang berisi observasi (atau contoh) yang keanggotaan kategori sudah diketahui. Dalam hal ini, klasifikasi merupakan proses pembelajaran mesin yang digunakan untuk membuat prediksi tentang label dari suatu data berdasarkan data yang sudah diklasifikasikan sebelumnya. Tujuan klasifikasi adalah untuk menganalisa data historis yang disimpan dalam database dan secara otomatis menghasilkan suatu model yang bisa

memprediksi perilaku di masa mendatang. Model induksi ini terdiri dari generalisasi pada baris-baris data yang digunakan untuk pelatihan, yang akan membantu membedakan *class-class* standar. Harapannya adalah bahwa model tersebut kemudian bisa digunakan untuk memprediksi *class-class* dari baris-baris lain yang belum diklasifikasikan, dan lebih penting lagi, bisa secara akurat memprediksi peristiwa-peristiwa aktual mendatang (Sano, 2023).

C. Pengolahan Citra Digital

Pengertian pengolahan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah cara atau proses mencoba untuk menjadi berbeda atau sesuatu menjadi lebih sempurna. Sedangkan menurut KBBI, citra berarti seperti Gambar dalam hal ini adalah gambar yang diperoleh dengan menggunakan sistem secara visual. Pengolahan citra digital berarti cara untuk sebuah citra untuk menjadi citra yang lebih sempurna atau yang diinginkan. Dengan kata lain, pengolahan citra adalah sebuah proses dengan masukan gambar dan menghasilkan keluaran berupa gambar seperti diinginkan (Sulistiyanti et al., 2016). Menurut Iriyanto & Zaini (2014) Citra adalah cahaya dalam bidang dua dimensi. Dari sudut pandang matematika citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya dalam bidang dua dimensi. sumber cahaya Ketika suatu objek diterangi, objek tersebut memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya. Pantulan cahaya itu ditangkap oleh perangkat optik, misalnya mata manusia, kamera, pemindai, dll. sehingga objek bayangan yang disebut citra tersebut dapat terekam.

D. Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) adalah suatu studi tentang komputasi yang memungkinkan untuk menangkap, berpikir, dan bertindak. Winston juga menambahkan bahwa AI adalah cabang dari ilmu komputer yang berkaitan dengan pembangunan sistem yang dapat melakukan tugas yang normalnya hanya dapat dilakukan oleh manusia (Winston, 1992). Menurut John McCarthy AI adalah ilmu dan teknologi untuk membuat mesin yang dapat berpikir dan belajar seperti manusia. McCarthy juga menyatakan

bahwa tujuan dari AI adalah untuk membuat mesin yang dapat melakukan tugas yang normalnya hanya dapat dilakukan oleh manusia, seperti pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan pembelajaran. AI juga mencakup pengembangan metode komputasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dan meningkatkan kecerdasan sistem komputer.

Machine learning adalah bidang ilmu yang memberikan komputer kemampuan untuk belajar tanpa diberikan instruksi yang spesifik. Konsep Machine Learning menekankan bahwa komputer dapat belajar dari data tanpa harus diberikan instruksi yang jelas dan spesifik untuk setiap tugas yang ingin dilakukannya, sehingga komputer dapat mengambil keputusan atau membuat prediksi dengan sendirinya melalui pembelajaran yang dilakukan (Samuel, 1959). Machine Learning bisa diartikan sebagai suatu proses dimana sebuah program komputer dapat belajar dari pengalaman yang diperoleh dari data dan meningkatkan kinerjanya dalam melakukan tugas-tugas tertentu (Mitchell, 1997).

Deep learning adalah teknologi yang berfokus pada pembelajaran jaringan saraf yang sangat dalam dan kompleks. Jaringan saraf dalam deep learning ini mampu mengekstrak fitur yang lebih baik dari data yang lebih kompleks dan mampu menyelesaikan tugas yang lebih rumit daripada metode machine learning tradisional. Deep learning menggunakan jaringan saraf yang disebut Neural Network yang terdiri dari lapisan-lapisan yang disebut layer yang masing-masing memproses input dan menghasilkan output. Deep learning juga memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode pembelajaran lainnya. Salah satu keunggulan utama adalah kemampuan deep learning untuk menangani data yang tidak terstruktur dan tidak linear. Deep learning juga dapat mengatasi masalah overfitting yang sering dihadapi oleh metode pembelajaran lainnya, karena deep learning dapat menangani data yang sangat kompleks dan memiliki jumlah parameter yang besar (Bengio et al., 2017).

E. Convolutional Neural Network

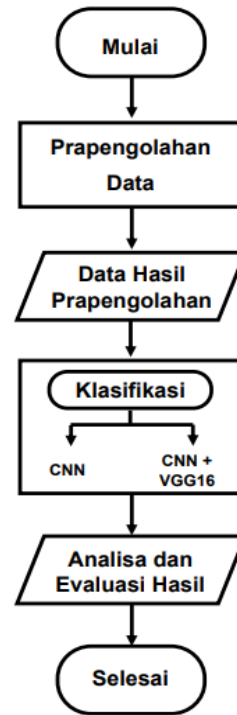
Convolutional Neural Network adalah algoritma Deep Learning yang dikembangkan dari MLP (Multi Layer Perceptron) dan dapat memproses data grid seperti gambar atau suara. CNN digunakan untuk mengklasifikasi data melalui metode supervised Learning, dimana ada data latih dan variabel yang ditargetkan, sehingga bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok yang sudah dikenal. CNN sering digunakan untuk mengidentifikasi objek, melakukan deteksi dan pembagian objek.

F. VGG16

VGG16 merupakan model CNN dari Karen Simonyan dan Andrew Zisserman (Simonyan & Zisserman, 2014). Model ini menunjukkan bahwa deep networks merupakan komponen penting untuk kinerja yang baik. Arsitektur VGG16 memiliki total 16 weight layer yang terdiri dari Convolutional layer dan FC. Keunggulan model ini menampilkan arsitektur yang sangat homogen yang hanya melakukan convolutional 3x3 dan pooling 2x2 dari awal hingga akhir. Kelemahan dari VGG16 adalah lebih berat untuk mengevaluasi dan menggunakan lebih banyak memori dan parameter mencapai 138 juta (Ristiawanto et al., 2021).

III. METODE PENELITIAN

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian suatu treatment ataupun perlakuan terhadap subjek penelitian (Kasi, 2012). Penelitian ini berjenis eksperimental sebab objek yang diteliti diproses melalui suatu eksperimen yang menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan penambahan arsitektur pre-trained VGG16 untuk mengetahui hasil akurasi dari masing-masing model tersebut.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Adapun uraian tahapan dari desain penelitian sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Pada tahap pertama yang dilakukan dalam melakukan penelitian yaitu melakukan studi literatur dengan cara mempelajari teori dan pengetahuan dasar mengenai semua yang berkaitan dengan penelitian ini agar dapat memahami dasar teori dan konsep yang mendukung penelitian.

b. Pengumpulan data

Tahap kedua yaitu pengumpulan data, selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengumpulkan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Medicinal Leaf yang diperoleh dari Mendeley Data. Dataset ini terdiri dari dengan total 283 citra yang dibagi ke dalam 4 kelas. Dataset kemudian di Augmentasi dengan teknik Traditional Transformations Data Augmentation untuk mengatasi kurangnya jumlah dataset dan untuk menyeimbangkan citra dari masing masing kelas. Jumlah dataset setelah augmentasi sebanyak 800 citra masing-masing 200 citra tiap kelasnya.

c. Prapengolahan Data

Pada tahap ini data dinormalisasikan dengan cara membagi setiap nilai piksel citra

dengan nilai 255, sehingga nilai piksel dalam gambar berada dalam skala nilai 0-1. Hal ini berguna untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam proses training model deep learning, karena setiap fitur dalam data memiliki rentang nilai yang sama dan dapat diolah dengan cara yang serupa. Kemudian data di transformasi untuk mendapatkan variasi baru dari data yang sudah ada dengan teknik data augmentation seperti pada Lampiran 2. Setelah itu data dibagi menjadi data training dan data testing (split data) sebelum dilakukan proses klasifikasi.

d. Algoritma Klasifikasi

Pada tahap ini akan diuraikan proses pembuatan algoritma klasifikasi empat jenis daun herbal menggunakan metode CNN. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah CNN dan pre-trained model VGG16. Berikut tabel parameter dari CNN dan model pre-trained VGG16:

e. Evaluasi

Pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran performa model yang telah dilatih dan diuji selama pembuatan model berlangsung pada tahapan sebelumnya. Ada beberapa cara pengukuran performa model yang akan dilakukan pada penelitian ini antara lain: Pengukuran Validasi akurasi, evaluasi performa model akan dilihat dari validation accuracy atau akurasi validasi. Perhitungan Akurasi, perhitungan akurasi dilakukan dengan cara menghitung persentase nilai prediksi dengan nilai aktualnya pada masing-masing daun.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, langkah awal yang dilakukan adalah klasifikasi objek menjadi empat kelas jenis daun herbal yaitu daun kari, daun mint, daun kelor, dan daun sirih dengan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Proses utama yang dilakukan dalam klasifikasi yaitu dengan melakukan Augmentasi pada dataset, hal ini bertujuan untuk mengatasi kurangnya jumlah data pelatihan atau keseimbangan kelas data yang tidak merata. Kemudian, dilakukan training data untuk membuat model mendapatkan nilai akurasi tinggi pada saat

proses klasifikasi yang diinginkan. Parameter pengujian untuk mengukur tingkat keberhasilan klasifikasi adalah dengan mendapatkan nilai dengan tingkat akurasi sebesar lebih dari 80%. Untuk melakukan klasifikasi deep learning maka digunakan Tensorflow dari Google Colab. Sistem rancangan yang digunakan pada saat penelitian dilakukan adalah masukan (input), pengolahan data, dan keluaran (output).

A. Perancangan Model

Setelah dilakukan pre-processing pada dataset, selanjutnya adalah merancang model yang akan digunakan yaitu CNN dan VGG16 dengan weight dari ImageNet.

Perancangan Model CNN

| Layer (type) | Output Shape | Param # |
|--------------------------------|----------------------|----------|
| conv2d (Conv2D) | (None, 222, 222, 32) | 896 |
| max_pooling2d (MaxPooling2D) | (None, 111, 111, 32) | 0 |
| conv2d_1 (Conv2D) | (None, 109, 109, 64) | 18496 |
| max_pooling2d_1 (MaxPooling2D) | (None, 54, 54, 64) | 0 |
| conv2d_2 (Conv2D) | (None, 52, 52, 128) | 73856 |
| max_pooling2d_2 (MaxPooling2D) | (None, 26, 26, 128) | 0 |
| conv2d_3 (Conv2D) | (None, 24, 24, 256) | 295168 |
| max_pooling2d_3 (MaxPooling2D) | (None, 12, 12, 256) | 0 |
| flatten (Flatten) | (None, 36864) | 0 |
| dense (Dense) | (None, 512) | 18874880 |
| dropout (Dropout) | (None, 512) | 0 |
| dense_1 (Dense) | (None, 256) | 131328 |
| dropout_1 (Dropout) | (None, 256) | 0 |
| dense_2 (Dense) | (None, 128) | 32896 |
| dropout_2 (Dropout) | (None, 128) | 0 |
| dense_3 (Dense) | (None, 4) | 516 |
| Total params: 19,428,036 | | |
| Trainable params: 19,428,036 | | |
| Non-trainable params: 0 | | |

Gambar 2. Summary Model CNN

```

model = Sequential()

model.add(Conv2D(32, kernel_size=(3, 3), activation='relu',
                input_shape=input_shape))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Conv2D(64, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Conv2D(128, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Conv2D(256, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

model.add(Flatten())

model.add(Dense(512, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(Dense(256, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(Dense(128, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(Dense(num_classes, activation='softmax'))

model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer='adam',
              metrics=['acc'])
model.summary()

```

Gambar 3. Kode Implementasi Model CNN

Perancangan model CNN dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Model ini memiliki 8 layer diantaranya adalah 4 convolution layer dan 4 dense layer. Layer pertama pada convolution layer juga merupakan input layer dengan ukuran 224,224,3 dimana 224,224 adalah ukuran gambar dan 3 adalah nilai RGB untuk warna pada gambar. Setiap convolution layer menggunakan max pooling dengan ukuran 2x2 dengan stride 2 untuk mengecilkan ukuran convolution pada layer berikutnya.

Dense layer hanya menerima input berupa vector 1 dimensi sehingga layer flatten digunakan sebelum dense layer. Dense layer memiliki jumlah neuron masing-masing sebanyak 512,256,128,4 Jumlah neuron pada dense layer didapatkan dari trial and error.

Jumlah neuron 512,256,128 merupakan jumlah neuron yang biasa dipakai pada model CNN pada umumnya sehingga digunakan sebagai jumlah neuron pada model ini, sedangkan 4 neuron pada dense layer terakhir digunakan untuk output dari klasifikasi. Penggunaan softmax activation function pada dense layer terakhir dikarenakan jumlah kategori kelas pada dataset lebih dari 3.

Selanjutnya model akan disusun menggunakan categorical crossentropy sebagai loss function dikarenakan dataset yang digunakan memiliki lebih dari 3 kelas lalu model juga menggunakan adam optimizer sebagai optimizer serta pengukuran performa model akan berdasarkan accuracy.

Perancangan Model VGG16

| No | Arsitektur Model | Transfer Learning | Data Augmentation | Dropout |
|----|------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 1 | VGG16 | ✓ | ✓ | - |
| 2 | VGG16 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | CNN | - | ✓ | - |
| 4 | CNN | - | ✓ | ✓ |

| Layer (type) | Output Shape | Param # |
|----------------------------------|-------------------|-----------|
| vgg16 (Functional) | (None, 7, 7, 512) | 14714688 |
| flatten_2 (Flatten) | (None, 25088) | 0 |
| dense_6 (Dense) | (None, 4096) | 102764544 |
| dropout_4 (Dropout) | (None, 4096) | 0 |
| dense_7 (Dense) | (None, 4096) | 16781312 |
| dropout_5 (Dropout) | (None, 4096) | 0 |
| dense_8 (Dense) | (None, 4) | 16388 |
| ----- | | |
| Total params: 134,276,932 | | |
| Trainable params: 119,562,244 | | |
| Non-trainable params: 14,714,688 | | |

Gambar 3. Summary Model VGG16 Dense Layer

Layer VGG16_MODEL merupakan 13 convolution layer dari arsitektur VGG16 tanpa adanya fully-connected (FC) / dense layer. Alasan ditiadakan FC / dense layer dikarenakan model akan digunakan untuk mengklasifikasikan dataset yang baru dengan jumlah kategori yang berbeda. Weight yang digunakan oleh 13 convolution layer pada model ini berasal dari ImageNet. Convolution layer dari VGG16 MODEL dibekukan untuk menjaga parameter weight yang sudah didapat dari ImageNet.

Setelah convolution layer terdapat FC / dense layer yang digunakan pada model dengan jumlah neuron untuk keduanya sebanyak 512 dan layer output dengan 4 neuron menggunakan softmax activation function. Metode dropout akan diterapkan pada setiap FC layer selain output dengan probabilitas 20%.

Selanjutnya model disusun dengan loss function berupa categorical crossentropy dikarenakan jumlah kategori pada dataset yang digunakan lebih banyak dari atau sama dengan 3. Optimizer yang digunakan adalah adam optimizer dengan accuracy sebagai metrics pengukuran performa model.

Pelatihan Model

Pada tahap ini penulis akan menerapkan beberapa jenis model dengan penerapan metode yang berbeda namun dengan parameter yang sama. Tujuan dari digunakannya parameter dan dataset yang sama adalah supaya pengukuran performa dari setiap model diberlakukan secara adil. Berikut adalah daftar model yang akan dilakukan uji coba performa:

Tabel 1. Daftar Implementasi Model

| MODEL | TL | DO | STATUS | TRAINING ACCURACY | VALIDATION ACCURACY |
|-------|--------|-----|--------------|-------------------|---------------------|
| A | 0,001 | 20% | BALANCE | 94% | 91,2% |
| B | 0,001 | 50% | BALANCE | 96,2% | 96,2% |
| C | 0,0001 | 20% | OVERFITTING | 100% | 98,1% |
| D | 0,0001 | 50% | OVERFITTING | 95,6% | 84,3% |
| E | 0,005 | 20% | BALANCE | 87,9% | 91,8% |
| F | 0,005 | 50% | UNDERFITTING | 41,4% | 52,5% |

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengimplementasikan berbagai model menggunakan deep learning CNN dan VGG16 untuk klasifikasi 4 jenis daun herbal. Model CNN tanpa tambahan parameter mendapatkan performa yang cukup baik di antara model yang ada dengan akurasi validasi mencapai 72%. Sedangkan performa terbaik diperoleh oleh model VGG16 dengan tambahan 3 metode yaitu transfer learning, data augmentation, dan dropout dengan akurasi validasi yang diperoleh sebesar 96.2%.

Perbandingan performa antara model CNN dan VGG16 dengan transfer learning, data augmentation, dan dropout memiliki selisih 24,2%. Hal ini menunjukkan model vgg16 mempunyai peningkatan akurasi model yang signifikan. Dari kesimpulan ini, dapat dikatakan bahwa penelitian ini berhasil menerapkan arsitektur VGG16 dengan transfer learning, data augmentation dan dropout untuk meningkatkan akurasi CNN pada klasifikasi daun kari, daun mint, daun sirih dan daun kelor.

DAFTAR PUSTAKA

Ak, R., Ferguson, M., Lee, Y.-T., & Law, K. (2017). Automatic Localization of Casting Defects with Convolutional Neural Networks. https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=924455

Bangun, A. (2012). *Ensiklopedia Tanaman Obat Indonesia*. Indonesia Publishing House, Bandung, 2012.

Bengio, Y., Goodfellow, I., & Courville, A. (2017). *Deep learning*. Cambridge, MA, USA: MIT press.

Berral, J. L., Goiri, I., Nou, R., Julià, F., Fitó, J. O., Guitart, J., Gavaldá, R., & Torres, J. (2012). Toward Energy-Aware Scheduling Using Machine Learning. *Energy-Efficient Distributed Computing Systems*, 215–244. <https://doi.org/10.1002/9781118342015.ch8>

Cactus Communications. (2022). Bigger slant for a better plant: Decoding leaf angle genetics for better crop yields. <https://phys.org/>. <https://phys.org/news/2022-04-bigger-slant-decoding-leaf-angle.html>

Denny. (2015). Understanding Convolutional Neural Networks for NLP. <https://dennybritz.com/posts/wildml/understanding-convolutional-neural-networks-for-nlp/>

Dunphy, K., Fekri, M. N., Grolinger, K., & Sadhu, A. (2022). Data Augmentation for Deep-Learning-Based Multiclass Structural Damage Detection Using Limited Information. In *Sensors* (Vol. 22, Issue 16). <https://doi.org/10.3390/s22166193>

Firdaus, H., Imran, D., Bakti, B. D., & Suryadi, E. (2022). Klasifikasi Penyakit Katarak Pada Mata Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn) Berbasis Web. *Jurnal Kecerdasan Buatan Dan Teknologi Informasi (JKBTI)*, 1(3), 18–26.

Fonda, H. (2020). Klasifikasi Batik Riau Dengan Menggunakan Convolutional Neural Networks (Cnn). *Jurnal Ilmu Komputer*, 9(1), 7–10. <https://doi.org/10.33060/jik/2020/vol9.is1.144>

Gholib, D. (2015). *Tanaman Herbal Anti Cendawan*. Balai Besar Penelitian Veteriner, Kementerian Pertanian, 1–82.