



ARTICLE

Klasifikasi Tanaman Obat Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Backpropagation Neural Networks

Classification of Medicinal Plants Based on Leaf Image Using Backpropagation Neural Networks

Arizal Sabila Nurhikam,^{*} Irgi Mahendrata Saputra, Saepul Rohman, dan Ignatius Wiseto Prasetyo Agung

Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya, Bandung, Indonesia

*Penulis Korespondensi: rizalsabilanurhikam@gmail.com

(Disubmit 23-07-05; Diterima 23-07-17; Dipublikasikan online pada 24-02-05)

Abstrak

Indonesia terkenal dengan kekayaan hayati yang melimpah, termasuk ribuan spesies tumbuhan yang sebagian besar memiliki nilai pengobatan dalam pengobatan tradisional. Meskipun pengobatan tradisional merupakan bagian dari warisan budaya Indonesia dan digunakan oleh generasi sebelumnya, penggunaan obat tradisional saat ini mengalami penurunan akibat kurangnya informasi yang tersedia. Hal ini mengakibatkan banyak tumbuhan obat di Indonesia, termasuk yang memiliki potensi pengobatan, tidak dimanfaatkan secara optimal. Untuk meningkatkan pemahaman dan pemanfaatan obat tradisional, penelitian ini menggunakan teknologi Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks, ANN), khususnya metode Backpropagation Neural Networks (BNN), untuk mengklasifikasikan jenis tanaman obat berdasarkan citra daun. Metode ini didasarkan pada model matematika yang terinspirasi dari cara kerja otak manusia dan mampu mempelajari pola dari data yang diberikan. Pada penelitian ini, dilakukan pengklasifikasian citra daun herbal menggunakan algoritma BNN dengan ekstraksi ciri berdasarkan bentuk. Dataset yang digunakan terdiri dari 40 citra yang dibagi menjadi 4 kelas, dengan masing-masing kelas memiliki 10 citra. Kelas-kelas tersebut mencakup daun lengkuas, daun kersen, dan daun sirih. Proses pengklasifikasian melibatkan segmentasi citra, operasi morfologi, serta ekstraksi ciri menggunakan parameter metric dan eccentricity. Model ini diimplementasikan melalui antarmuka pengguna grafis (GUI) menggunakan perangkat lunak Matlab, sehingga mempermudah pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan citra daun herbal dengan akurasi keseluruhan mencapai 93,75%.

Kata kunci: Artificial Neural Networks, Backpropagation Neural Networks, Klasifikasi Citra

Abstract

Indonesia is famous for its abundant biological wealth, including thousands of plant species, most of which have medicinal value in traditional medicine. Although traditional medicine is part of Indonesia's cultural heritage and was used by previous generations, the use of traditional medicine is currently declining due to the lack of available information. This has resulted in many medicinal plants in Indonesia, including those with medicinal potential, not being used optimally. To increase the understanding and use of traditional medicine, this research uses Artificial Neural Networks (ANN) technology, especially the Backpropagation Neural Networks (BNN) method, to classify types of medicinal plants based on leaf images. This method is based on a mathematical model that is inspired by how the human brain works and is able to learn patterns from the data provided. In this

This is an Open Access article - copyright on authors, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY SA) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How to Cite: A. S. Nurhikam *et al.*, "Klasifikasi Tanaman Obat Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Backpropagation Neural Networks", *JIKO (JURNAL INFORMATIKA DAN KOMPUTER)*, Volume: 8, No.1, Pages 1–11, Februari 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.945.

study, the classification of herbal leaf images was carried out using the BNN algorithm with feature extraction based on shape. The dataset used consists of 40 images which are divided into 4 classes, with each class having 10 images. These classes include galangal leaves, cherry leaves, and betel leaves. The classification process involves image segmentation, morphological operations, and feature extraction using metric and eccentricity parameters. This model is implemented through a graphical user interface (GUI) using Matlab software, making testing easier. The evaluation results show that the developed model is capable of classifying herbal leaf images with an overall accuracy of 93.75%.

KeyWords: Artificial Neural Networks, Backpropagation Neural Networks, Image Classification

1. Pendahuluan

Indonesia terkenal dengan kekayaan hayatinya yang berlimpah, termasuk sekitar 50.000 spesies tumbuhan, di mana sekitar 7.500 di antaranya memiliki nilai pengobatan dalam pengobatan tradisional. Pengobatan tradisional telah menjadi bagian dari warisan budaya Indonesia dan digunakan oleh generasi-generasi sebelumnya. Dokumen-dokumen seperti Primbon Jampi, Relief Candi Borobudur, dan Daun Lontar Husodo mencatat penggunaan tumbuhan untuk pembuatan obat tradisional. Obat tradisional dianggap lebih aman daripada obat modern karena menggunakan bahan alami dan efek sampingnya cenderung lebih ringan. Namun, penggunaan obat tradisional tetap memerlukan perhatian terhadap cara penggunaan, waktu konsumsi, dan pemilihan obat sesuai dengan penyakit yang dihadapi. Sayangnya, banyak orang saat ini kurang akrab dengan manfaat obat tradisional karena keterbatasan informasi. Hal ini mengakibatkan banyak tumbuhan di Indonesia, termasuk yang sebenarnya memiliki potensi pengobatan, tidak dimanfaatkan secara optimal. Pengetahuan dan praktik pengobatan tradisional pun perlahan-lahan mengalami penurunan seiring berjalannya waktu [1].

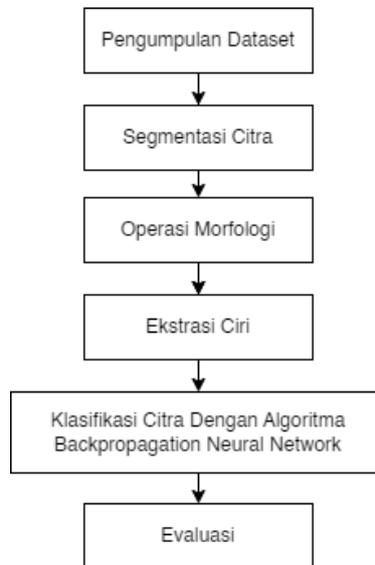
Salah satu bagian dari tanaman obat yang sering dimanfaatkan adalah daun. Identifikasi jenis tanaman obat berdasarkan citra daun dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *Artificial Neural Networks* (ANN). ANN adalah sebuah model matematika yang terinspirasi dari cara kerja otak manusia. ANN dapat digunakan untuk mempelajari pola dari data yang diberikan dan menghasilkan *output* yang diinginkan. Penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai klasifikasi citra jenis daun obat menggunakan *algoritma Backpropagation Neural Network* (BNN) dengan ekstraksi ciri bentuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan citra jenis daun herbal dengan menggunakan algoritma BNN yang memanfaatkan parameter *metric* dan *eccentricity* dalam ekstraksi ciri bentuk. Metode tersebut melibatkan operasi morfologi untuk meningkatkan hasil segmentasi dan hasil klasifikasi. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sebesar 88,75% [2]. Selanjutnya, dalam penelitian berikutnya, tujuan yang sama diinginkan, yaitu mengenali jenis daun tanaman obat melalui pengolahan citra dan ekstraksi fitur. Metode yang digunakan meliputi ekstraksi fitur tekstur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrices* (GLCM) dan ekstraksi fitur morfologi bentuk dengan menggunakan *Backpropagation Neural Network* (BNN). Penelitian ini melibatkan 10 jenis daun tanaman obat-obatan. Berdasarkan pengujian pengenalan pada keseluruhan citra, jenis daun dapat dikenali dengan tingkat akurasi pengenalan sebesar 83,5%. Daun jarak dan mengkudu memiliki tingkat akurasi tertinggi, yaitu 100%, sementara daun sirih memiliki tingkat pengenalan terendah sebesar 60% [3]. Selain itu, terdapat juga penelitian yang menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasikan jenis tumbuhan berdasarkan citra daun [4, 5].

Penelitian ini menggunakan *dataset* citra daun tanaman obat yang terdiri dari beberapa jenis tanaman obat yang berbeda. Citra daun pada *dataset* diolah untuk mendapatkan fitur-fitur yang dapat digunakan sebagai *input* pada *Backpropagation Neural Network* (BNN). Fitur-fitur tersebut meliputi ekstraksi ciri bentuk, yang melibatkan pengukuran panjang dan lebar daun, serta perhitungan nilai perimeter dan luas daun. Setelah dilakukan ekstraksi ciri, dilakukan pelatihan pada ANN dengan algoritma *Backpropagation Neural Network* (BNN) untuk mengklasifikasikan jenis tanaman obat berdasarkan citra daun. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi untuk identifikasi jenis tanaman obat berdasarkan citra daun. Dengan adanya teknologi ini, diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat identifikasi jenis tanaman obat yang digunakan dalam pengobatan. Penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan teknologi identifikasi jenis tanaman obat berdasarkan citra daun.

2. Metode

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahapan penting. Tahapan pertama adalah pengumpulan *dataset* citra daun tanaman obat. Selanjutnya, dilakukan segmentasi citra untuk memisahkan daun tanaman obat dari latar belakang. Setelah itu, dilakukan operasi morfologi untuk memperbaiki hasil segmentasi dan meningkatkan kualitas citra. Tahap selanjutnya adalah ekstraksi ciri bentuk dari citra daun menggunakan parameter *metric* dan *eccentricity*. Kemudian, dilakukan klasifikasi citra dengan menggunakan algoritma *Backpropagation Neural Network*, di mana jaringan saraf tiruan dilatih dengan data latih yang telah di ekstraksi fitur-fiturnya. Tahap evaluasi dilakukan untuk menguji kinerja model pada data uji.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 Pengumpulan Dataset

Sebelum melakukan klasifikasi pada citra, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan data citra daun berkhasiat obat untuk membentuk sebuah *dataset*. *Dataset* ini dapat diambil dari sumber *Kaggle* dengan memilih jenis daun berkhasiat obat yang mudah ditemui. Dalam konteks ini, dipilih empat jenis daun berkhasiat obat yang akan digunakan, yaitu daun lengkuas, daun kersen, daun sirih, dan daun jambu batu. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk memastikan adanya representasi yang seimbang dari setiap jenis daun berkhasiat obat dalam *dataset*. Proses pengumpulan dataset melibatkan 40 citra, dengan setiap kelas memiliki 10 citra. Dalam *dataset* ini, diusahakan adanya distribusi yang seimbang antara jumlah citra untuk setiap jenis daun berkhasiat obat yang dipilih. Setelah *dataset* terkumpul, langkah selanjutnya adalah membaginya menjadi dua kelompok, yaitu data pelatihan (*training data*) dan data pengujian (*testing data*). Dengan membagi *dataset* ini, dapat diuji kemampuan model dalam mengklasifikasikan jenis-jenis daun berkhasiat obat yang berbeda secara lebih akurat.

2.3 Segmentasi Citra

Pada tahap segmentasi citra, citra digunakan untuk membedakan antara objek dan latar belakangnya. Objek akan dipisahkan berdasarkan batas wilayahnya sehingga terlihat perbedaan antara objek dan latar belakangnya. Oleh karena itu, pada tahap ini citra akan di konversi menjadi citra biner, di mana objek yang diinginkan diberi nilai 1, sedangkan latar belakangnya diberi nilai 0. Pendekatan yang digunakan dalam segmentasi citra dalam penelitian ini adalah *thresholding* [6, 7]. Tujuan dari *thresholding* adalah untuk mencari nilai ambang yang tepat sehingga menghasilkan citra yang membedakan antara objek dan latar belakang. Transformasi citra menjadi bentuk biner memudahkan ekstraksi fitur [8]. Tahap *thresholding* mirip dengan proses kuantisasi citra. Kuantisasi citra dapat dilakukan menggunakan rumus persamaan (1) dan (2) [9].

$$x = b \cdot \int \left(\frac{w}{b}\right) \quad (1)$$

$$b = \int \left(\frac{256}{a}\right) \quad (2)$$

Di mana w adalah nilai derajat keabuan sebelum *thresholding*, sedangkan x merupakan nilai derajat keabuan setelah *thresholding*.

2.4 Operasi Morfologi

Pada tahap ini, tujuannya adalah meningkatkan kualitas hasil dari segmentasi citra agar objek yang telah tersegmentasi dapat terlihat dengan jelas. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah dengan menerapkan operasi morfologi pada citra biner untuk memperbaiki hasil segmentasi [6]. Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra digital yang melibatkan pendekatan operasi dilasi dan erosi sebagai salah satu proses untuk menambah beberapa elemen dan kemudian menghilangkannya [10]. Operasi morfologi dapat diterapkan pada citra biner maupun citra grayscale sebagai metode untuk memperbaiki hasil segmentasi. Terdapat beberapa jenis operasi yang sering digunakan, yaitu *dilation*, *erotion*, *closing*, dan *opening* [11]. Dalam prakteknya, operasi morfologi seperti *dilation*, *erotion*, *closing*, dan *opening* dapat diimplementasikan menggunakan persamaan (3), (4), (5), dan (6) [12].

$$A \oplus B \quad (3)$$

$$A \ominus B \quad (4)$$

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \quad (5)$$

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (6)$$

Dalam konteks operasi morfologi, terdapat dua komponen utama yaitu matriks citra awal (A) dan matriks elemen struktur (B). Matriks citra awal merupakan representasi dari citra yang ingin diperbaiki hasil segmentasinya, sedangkan matriks elemen struktur digunakan sebagai operator untuk melakukan perbaikan segmentasi tersebut.

2.5 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan tahap penting dalam pengolahan citra yang bertujuan untuk mendapatkan atribut-atribut atau fitur-fitur yang dapat membedakan antara satu objek dengan objek lainnya. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi yang khas tentang suatu objek yang nantinya dapat digunakan oleh algoritma klasifikasi. Fitur-fitur ini mencerminkan karakteristik khusus dari objek yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Dalam tahap ekstraksi ciri, dilakukan pemilihan dan ekstraksi atribut-atribut yang dianggap relevan untuk membedakan objek-objek yang berbeda [6]. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi ciri atau karakteristik yang membedakan antara objek dengan objek lainnya. Salah satu karakteristik yang dapat diidentifikasi adalah bentuk objek. Dalam ekstraksi ciri bentuk, digunakan parameter *metric* dan *eccentricity*. Parameter *metric* didapatkan dari perbandingan luas dan keliling objek, sedangkan parameter *eccentricity* didapatkan dari perbandingan jarak fokus minor dan mayor pada objek [11]. Ciri-ciri bentuk ini nantinya akan digunakan sebagai parameter atau nilai masukan pada tahap klasifikasi. Rumus (7) dan (8) digunakan untuk menghitung nilai *metric* dan *eccentricity* [13].

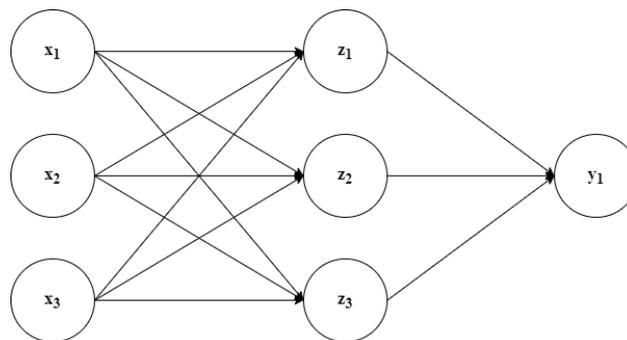
$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (7)$$

$$M = \frac{4\pi \times A}{C} \quad (8)$$

Dalam konteks tersebut, a dan b mewakili sumbu minor dan sumbu mayor. A digunakan untuk luas objek, sedangkan C digunakan untuk keliling objek.

2.6 Klasifikasi Citra Dengan Algoritma Backpropagation Neural Network

Backpropagation Neural Network adalah salah satu algoritma pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan yang menggunakan metode supervised learning. Algoritma ini digunakan untuk mengubah bobot agar jaringan saraf dapat melakukan pemetaan input ke output secara akurat. Backpropagation merupakan metode pelatihan jaringan saraf tiruan yang terawasi. Metode ini melakukan evaluasi terhadap kontribusi kesalahan setiap neuron setelah satu set data diproses. Tujuannya adalah untuk mempelajari bobot yang optimal untuk semua koneksi dalam jaringan yang terdiri dari lapisan-lapisan [14]. Berbeda dengan algoritma pembelajaran lain seperti pembelajaran Bayesian, backpropagation memiliki keunggulan dalam hal komputasi, terutama ketika data dalam skala besar diberikan. Backpropagation digunakan dalam pelatihan jaringan saraf dan melibatkan penyesuaian iteratif dari bobot-bobot untuk mengurangi kesalahan yang terjadi [15]. Gambar 2 menunjukkan sebuah contoh dari arsitektur backpropagation [11].



Gambar 2. Arsitektur Backpropagation Neural Network (BNN)

Pada Gambar 2, terlihat contoh arsitektur BNN yang menunjukkan bahwa x_1, x_2, x_3 berperan sebagai lapisan input, sedangkan z_1, z_2, z_3 bertindak sebagai lapisan tersembunyi. Selanjutnya, y_1 menjadi lapisan output. Koneksi antara lapisan-lapisan dalam jaringan tersebut ditentukan oleh bobot masing-masing lapisan. Model BNN dapat mengaplikasikan persamaan (9) dalam pelaksanaannya [11].

$$y_k = f_k \left(\sum_{j=1}^p w_{jk} f_j(V_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}) + w_{0k} \right) \tag{9}$$

2.7 Evaluasi

Tahap ini merupakan langkah penting dalam menguji keefektifan algoritma yang telah dikembangkan. Hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh algoritma tersebut akan diuji untuk mengukur tingkat keakuratannya. Tingkat akurasi digunakan sebagai indikator untuk mengetahui seberapa dekat hasil pengujian dengan nilai sebenarnya atau kebenaran yang sebenarnya [16]. Untuk menguji akurasi algoritma, dapat menggunakan persamaan (10) [17].

$$Accuracy = \frac{CP}{TP} \times 100\% \tag{10}$$

Dalam persamaan tersebut, CP (Correct Prediction) adalah jumlah prediksi yang benar, yang berarti prediksi yang sesuai dengan nilai sebenarnya. Sedangkan TP (Total Prediction) adalah jumlah keseluruhan prediksi yang dilakukan oleh algoritma, termasuk prediksi yang benar maupun prediksi yang salah. Dengan menggunakan persamaan ini, kita dapat menghitung persentase akurasi algoritma, yaitu seberapa besar proporsi prediksi yang benar dibandingkan dengan jumlah prediksi keseluruhan. Pada tahap ini, penting untuk memperhatikan bahwa tingkat akurasi tidaklah satu-satunya ukuran keberhasilan. Terdapat metrik evaluasi lainnya seperti precision, recall, dan F1-score yang juga bisa digunakan untuk mengukur kinerja algoritma dengan lebih lengkap [17].

3. Hasil dan Pembahasan

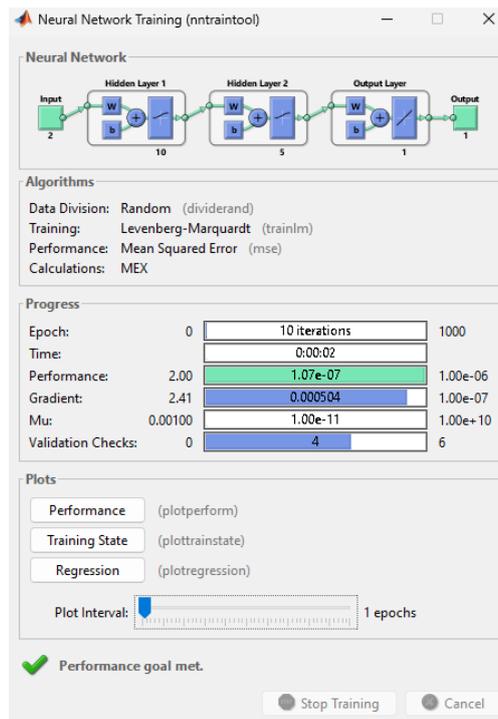
Langkah pertama dalam klasifikasi citra daun obat adalah mengumpulkan *dataset* untuk melatih model klasifikasi. *Dataset* kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji dengan proporsi distribusi 60% untuk data latih dan 40% untuk data uji. Data uji terdiri dari 24 citra, dengan masing-masing jenis daun memiliki 6 citra yang diambil secara acak. Sedangkan data latih terdiri dari 16 citra, dengan masing-masing jenis daun memiliki 4 citra yang diambil secara acak. Tabel 3 menunjukkan contoh sampel *dataset* yang digunakan.

Tabel 1. Sampel *dataset* daun obat

Jenis daun obat	Sampel citra
Daun lengkuas	
Daun kersen	
Daun sirih	
Daun jambu batu	

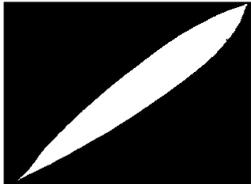
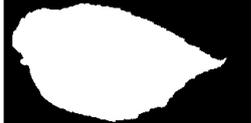
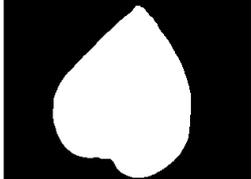
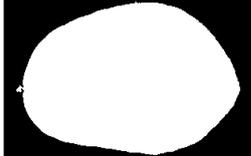
Setelah *dataset* dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah melatih model menggunakan aplikasi Matlab dengan algoritma *Backpropagation Neural Network* (BNN). Model ini akan mengklasifikasikan citra daun obat menjadi empat jenis yaitu lengkuas, kersen, sirih, dan jambu batu. Proses pelatihan dilakukan melalui tiga fase utama. Pertama, fase maju (*forward pass*), di mana data *input* diteruskan melalui lapisan jaringan untuk menghasilkan *output*. Selanjutnya, fase mundur (*backward pass*) digunakan untuk menghitung gradien kesalahan dan memperbarui bobot jaringan. Terakhir, fase modifikasi bobot dilakukan dengan teknik seperti gradien turun (*gradient descent*) untuk mengurangi kesalahan pada setiap iterasi. Setelah pelatihan selesai, dilakukan pengujian dan evaluasi terhadap hasilnya. Model dengan arsitektur terbaik menggunakan 100 *epoch*, 10 iterasi, dan 2 *hidden layer*. Arsitektur ini menghasilkan tingkat akurasi pelatihan yang optimal dalam mengklasifikasikan citra daun obat. Gambar 3 merupakan representasi visual dari arsitektur model yang mencapai hasil pelatihan terbaik, menunjukkan komposisi lapisan dan koneksi antara unit-unit dalam jaringan.

Langkah berikutnya adalah menguji model dengan menggunakan 16 citra sebagai data uji. Dalam pengujian ini, terdapat empat kelas yang masing-masing memiliki empat citra yang digunakan sebagai data uji. Proses klasifikasi dimulai dengan melakukan segmentasi citra. Segmentasi citra menggunakan metode *thresholding*, yang bertujuan untuk memisahkan objek daun dari latar belakang. Metode ini menghasilkan citra biner di mana piksel memiliki nilai intensitas 0 atau 1, sehingga objek dapat dipisahkan dengan jelas dari *background*. Setelah citra tersegmentasi, dilakukan operasi morfologi untuk memperbaiki hasil segmentasi. Hal ini dilakukan agar hasil segmentasi menjadi lebih baik dan mempermudah proses ekstraksi ciri selanjutnya. Tabel ?? merupakan contoh hasil segmentasi citra untuk masing-masing kelas.



Gambar 3. Arsitektur *Backpropagation Neural Network* (BNN) untuk klasifikasi daun obat

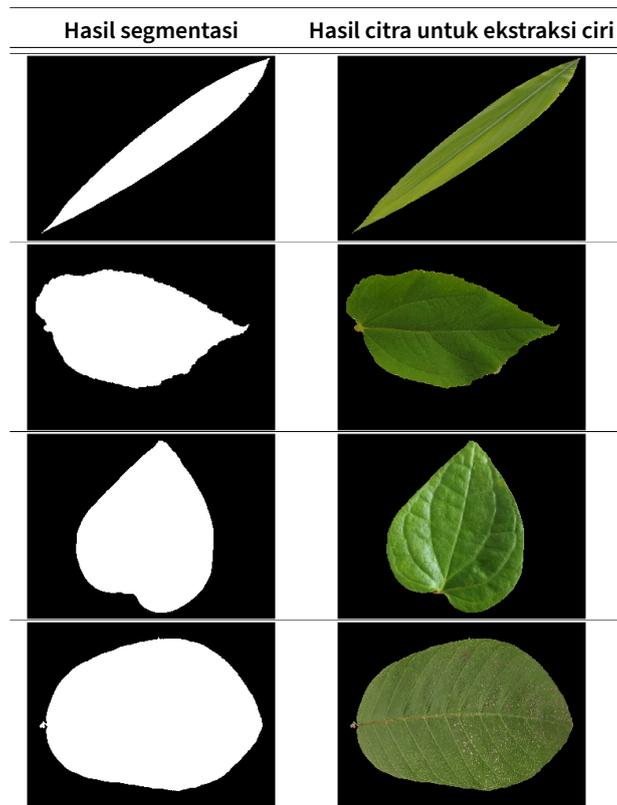
Tabel 2. Sampel *dataset* daun obat

Jenis daun obat	Hasil segmentasi
	
	
	
	

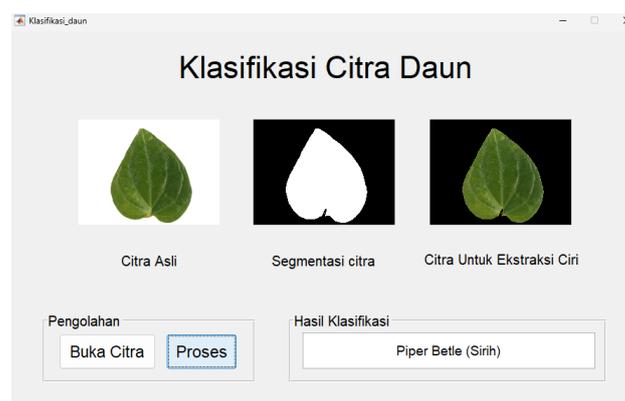
Setelah proses segmentasi citra, langkah berikutnya adalah melakukan ekstraksi ciri dari citra yang telah tersegmentasi. Sebelum dilakukan ekstraksi ciri, piksel yang telah diidentifikasi sebagai objek akan dikembalikan ke dalam format citra berwarna *RGB*. Tujuannya adalah untuk mempermudah proses ekstraksi ciri berdasarkan bentuk objek yang terdapat dalam citra. Pada tahap ekstraksi ciri, akan diterapkan parameter *metric* dan *eccentricity* untuk menggambarkan informasi tentang bentuk objek. Tabel ?? menunjukkan hasil citra setelah proses segmentasi, dengan objek yang telah teridentifikasi dikembalikan ke dalam format

citra *RGB*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan perhitungan parameter *metric* dan *eccentricity*.

Tabel 3. Sampel *dataset* daun obat



Setelah mendapatkan nilai *metric* dan *eccentricity* dari citra yang telah dikembalikan ke format *RGB*, nilai-nilai ini akan digunakan sebagai *input* untuk algoritma *Backpropagation Neural Network* (BNN) dalam proses klasifikasi. Untuk memudahkan pengujian model, model ini diimplementasikan dalam bentuk *GUI* menggunakan perangkat lunak Matlab. Gambar 4 menunjukkan antarmuka pengguna (*user interface*) dari sistem klasifikasi yang telah dikembangkan. Antarmuka ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pengujian terhadap model dengan mudah. Setelah melalui tahap pelatihan dan pengujian model, langkah



Gambar 4. Tampilan *GUI* untuk klasifikasi daun obat

selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk menilai akurasi model yang telah dikembangkan. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan persamaan (10) yang telah dibahas sebelumnya. Dalam tahap ini, model akan diuji dengan menggunakan data uji yang tersedia. Pada tahap evaluasi, data aktual dari setiap citra daun obat akan dibandingkan dengan hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh model. Dalam hal ini, akan diperoleh nilai akurasi yang menggambarkan sejauh mana model dapat mengklasifikasikan citra daun dengan benar. Hasil pengujian akurasi dari klasifikasi keempat kelas jenis daun obat dapat ditemukan dalam Tabel 4. Tabel tersebut memberikan informasi mengenai tingkat keakuratan model dalam mengklasifika-

sikan setiap kelas, serta nilai akurasi keseluruhan dari model secara keseluruhan. Dengan menggunakan metode evaluasi ini, kita dapat memperoleh gambaran tentang seberapa baik model yang dikembangkan dapat mengklasifikasikan citra daun obat dengan benar. Evaluasi ini merupakan langkah penting dalam mengukur keberhasilan model dan menentukan apakah model tersebut memenuhi kebutuhan yang diinginkan.

Tabel 4. Sampel hasil citra untuk ekstraksi ciri

Jenis daun obat	Prediksi benar	Akurasi
Daun lengkuas	4	100%
Daun kersen	3	75%
Daun sirih	4	100%
Dauh jambu batu	4	100%
	15	93,75%

Berdasarkan hasil evaluasi yang terdapat pada tabel IV, dapat disimpulkan bahwa model klasifikasi yang dikembangkan telah memberikan prediksi yang akurat untuk jenis-jenis daun obat yang diuji. Setiap kelas daun obat memiliki tingkat prediksi yang benar yang berbeda. Pertama, pada kelas Daun Lengkuas, model berhasil memprediksi dengan benar seluruh citra yang termasuk dalam kelas tersebut. Akurasi untuk kelas Daun Lengkuas mencapai 100%, menunjukkan bahwa model dapat secara tepat mengklasifikasikan citra daun lengkuas. Kedua, pada kelas Daun Kersen, model berhasil memprediksi dengan benar 3 dari total 4 citra yang diuji. Akurasi untuk kelas Daun Kersen mencapai 75%, mengindikasikan kemampuan model dalam mengidentifikasi jenis daun kersen. Selanjutnya, kelas Daun Sirih dan Daun Jambu Batu juga berhasil diprediksi dengan benar oleh model. Kedua kelas ini memiliki akurasi 100%, menunjukkan keberhasilan model dalam mengklasifikasikan citra dari jenis daun sirih dan daun jambu batu. Secara keseluruhan, setelah 10 kali proses pelatihan, akurasi model tetap tidak berubah, yaitu sebesar 93,75% untuk mengklasifikasikan keempat jenis daun obat. Hal ini menunjukkan bahwa model ini memiliki kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi jenis daun obat berdasarkan citra yang diberikan. Evaluasi ini memberikan informasi yang penting dalam menilai performa model klasifikasi. Dalam konteks ini, perlu dicatat bahwa akurasi yang diperoleh cukup tinggi karena dataset yang digunakan terbatas dan variasi citra dalam kumpulan data tersebut tidak terlalu kompleks. Setiap foto memiliki bentuk yang unik dan berbeda satu sama lain. Meskipun akurasi yang tinggi menunjukkan kemampuan model untuk mengklasifikasikan dengan baik, penting untuk melibatkan dataset yang lebih besar dan beragam dalam pengembangan model ini untuk memastikan kehandalan dan generalisasi yang lebih baik.

4. Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan model klasifikasi citra daun obat menggunakan algoritma Backpropagation Neural Network (BNN). Model ini dilatih dengan menggunakan dataset yang terdiri dari empat jenis daun obat yaitu lengkuas, kersen, sirih, dan jambu batu. Evaluasi menunjukkan bahwa model ini mampu mengklasifikasikan citra daun obat dengan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 93,75%. Proses klasifikasi melibatkan beberapa tahapan, termasuk pengumpulan dataset, segmentasi citra, operasi morfologi, dan ekstraksi ciri menggunakan parameter metric dan eccentricity. Model ini diimplementasikan dalam bentuk GUI menggunakan perangkat lunak Matlab, yang memudahkan pengguna untuk melakukan pengujian terhadap model. Keberhasilan model ini dalam mencapai akurasi tinggi disebabkan oleh terbatasnya dataset yang digunakan dan kompleksitas variasi citra dalam dataset yang rendah. Untuk meningkatkan kehandalan dan generalisasi model, pengembangan selanjutnya perlu melibatkan dataset yang lebih besar dan beragam. Dengan melibatkan dataset yang lebih luas, model ini akan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis-jenis daun obat dengan akurasi yang tinggi.

Penelitian ini masih memiliki ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, dapat dilakukan penambahan ekstraksi ciri tekstur selain bentuk daun untuk meningkatkan akurasi pengklasifikasian citra. Kedua, perlu dipertimbangkan penggunaan *algoritma deep learning* seperti *Convolutional Neural Network*

(CNN) atau *Recurrent Neural Network* (RNN) untuk mengenali pola kompleks dalam citra dan menghasilkan model yang lebih optimal. Ketiga, jumlah kelas daun obat yang diklasifikasikan perlu diperluas untuk meningkatkan kemampuan pengenalan citra. Keempat, peningkatan jumlah data latih dan data uji yang digunakan dapat dilakukan untuk melihat variasi yang lebih banyak dan meningkatkan akurasi keseluruhan. Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan penelitian selanjutnya dapat menghasilkan model klasifikasi citra daun obat yang lebih akurat dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang.

Pustaka

- [1] B. Setiyono et al., "IDENTIFIKASI TANAMAN OBAT INDONESIA MELALUI CITRA DAUN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)," 2023, doi: 10.25126/jtik.2023106809.
- [2] A. Herdiansah, R. I. Borman, D. Nurnaningsih, A. A. J. Sinlae, and R. R. Al Hakim, "Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk," JURIKOM (Jurnal Riset Komputer), vol. 9, no. 2, p. 388, Apr. 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.4066.
- [3] D. P. Adriani et al., "KLASIFIKASI TANAMAN OBAT-OBATAN BERDASARKAN CITRA DAUN DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN," 2020.
- [4] U. Muhamammadiyah Jember, I. Rizki Ramadhani, and A. Nilogiri, "Klasifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Classification Of Plants Based On Leaf Image Using Convolutional Neural Network Method," 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- [5] A. Rinardi and A. V Herlinda, "IMPLEMENTASI MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI DAUN SIRIH DAN DAUN PANDAN," 2022, doi: 10.29207/resti.v6iX.xxx.
- [6] R. J. Rumandan, R. Nuraini, N. Sadikin, and Y. Rahmanto, "Klasifikasi Citra Jenis Daun Berkhasiat Obat Menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Extreme Learning Machine," 2022, doi: 10.47065/jo-syc.v4i1.2586.
- [7] R. I. Borman, R. Napianto, N. Nugroho, D. Pasha, Y. Rahmanto, and Y. E. P. Yudoutomo, "Implementation of PCA and KNN Algorithms in the Classification of Indonesian Medicinal Plants," in 2021 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE), IEEE, 2021, pp. 46–50.
- [8] M. Wati, N. Puspitasari, E. Budiman, and R. Rahim, "First-order feature extraction methods for image texture and melanoma skin cancer detection," in Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 2019, p. 012013.
- [9] A. S. R. M. Sinaga, "Implementasi Teknik Threshoding Pada Segmentasi Citra Digital," Jurnal Mantik Penusa, vol. 1, no. 2, 2017.
- [10] O. Sihombing, E. Buulolo, and H. Kristian Siburian, "KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer) IMPLEMENTASI METODE OPERASI MORFOLOGIS DALAM PERBAIKAN HASIL SEGMENTASI CITRA DIGITAL GORGA BATAK," 2018, [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/komik>
- [11] A. Herdiansah, R. I. Borman, D. Nurnaningsih, A. A. J. Sinlae, and R. R. Al Hakim, "Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk," JURIKOM (Jurnal Riset Komputer), vol. 9, no. 2, p. 388, Apr. 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.4066.
- [12] D. S. Alham and D. Herumurti, "Segmentasi Dan Perhitungan Sel Darah Putih Menggunakan Operasi Morfologi Dan Transformasi Watershed," INFORMAL: Informatics Journal, vol. 4, no. 2, pp. 59–67, 2019.

- [13] D. Nurnaningsih, D. Alamsyah, A. Herdiansah, and A. A. J. Sinlae, "Identifikasi Citra Tanaman Obat Jenis Rimpang dengan Euclidean Distance Berdasarkan Ciri Bentuk dan Tekstur," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 3, no. 3, pp. 171–178, 2021.
- [14] A. Fitriadini, T. Pramiyati, and A. B. Pangaribuan, *PENERAPAN BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK DALAM PREDIKSI HARGA SAHAM*. 2020.
- [15] S. Setti and A. Wanto, "Analysis of Backpropagation Algorithm in Predicting the Most Number of Internet Users in the World," *Jurnal Online Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 110–115, 2018, doi: 10.15575/join.
- [16] R. Indra Borman and B. Priyopradono, "Implementasi Penerjemah Bahasa Isyarat Pada Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Dengan Metode Principal Component Analysis (PCA)," *Z. A. Pagar Alam*, vol. 03, no. 1, 2018.
- [17] M. Grandini, E. Bagli, and G. Visani, "Metrics for multi-class classification: an overview," *arXiv preprint arXiv:2008.05756*, 2020.