

Penerapan Metode JST Menggunakan Fitur GLCM pada Identifikasi Penyakit Tumbuhan Stroberi

Imanuel Puspa Wardaya¹, Arief Hermawan^{2*}

Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Sleman, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: ariefdb@uty.ac.id

Abstract

In recent years, strawberry farmers have experienced crop failures caused by diseases in strawberry plants. The lack of knowledge of strawberry farmers about the signs of strawberry plant disease results in more severe crop failure. This research aims to create a strawberry plant disease identification system with the artificial neural network method and compare the accuracy level of the application of the artificial neural network method to the strawberry plant disease detection system. One of the methods in artificial neural networks that can be used to identify strawberry plant diseases is backpropagation algorithm. The research was conducted by comparing the activation used between ReLU, Sigmoid, and Tanh. The best accuracy was obtained using ReLU activation with an accuracy of 83.74% and a model evaluation accuracy of 50%. This system can be used by strawberry farmers to identify diseases quickly so that they can anticipate crop failure due to disease attacks.

Keywords: *Artificial Neural Network; Backpropagation; Grey Level Co-occurrence Matrix; Strawberry Plant Disease*

Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, petani buah stroberi mengalami gagal panen yang diakibatkan oleh penyakit pada tumbuhan stroberi. Kurangnya pengetahuan petani buah stroberi tentang tanda penyakit tumbuhan stroberi mengakibatkan gagal panen yang lebih parah. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem identifikasi penyakit tumbuhan stroberi dengan metode jaringan syaraf tiruan dan membandingkan tingkat akurasi penerapan metode jaringan syaraf tiruan terhadap sistem pendeteksi penyakit tumbuhan stroberi. Salah satu metode dalam jaringan syaraf tiruan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit tumbuhan stroberi adalah algoritma *backpropagation*. Penelitian dilakukan dengan membandingkan aktivasi yang digunakan antara ReLU, Sigmoid, dan Tanh. Akurasi terbaik didapatkan menggunakan aktivasi ReLU dengan akurasi sebesar 83,74% dan akurasi evaluasi model sebesar 50%. Sistem ini dapat digunakan petani tanaman stroberi untuk mengidentifikasi penyakit dengan cepat sehingga dapat mengantisipasi terjadinya gagal panen akibat serangan penyakit.

Kata kunci: *Jaringan Syaraf Tiruan; Backpropagation; Grey Level Co-occurrence Matrix; Penyakit Tumbuhan Stroberi*

1. Pendahuluan

Tumbuhan stroberi merupakan tanaman buah-buahan yang hanya dibudidayakan pada daerah tertentu, seperti pada dataran tinggi di Indonesia. Stroberi yang dibudidayakan sekarang memiliki nama ilmiah *Fragaria X Ananassa Van Durchesne* [1]. Tumbuhan stroberi sama seperti buah pada umumnya juga memiliki penyakit. Penyakit tanaman stroberi memiliki berbagai macam jenis dan sangat penting untuk segera diketahui petani stroberi guna penanggulangan penyakit yang diderita tanaman stroberi. Identifikasi penyakit yang baik dan benar akan menghasilkan penanggulangan penyakit yang baik pula, oleh sebab itu penelitian ini dibuat untuk membuat sistem identifikasi penyakit tumbuhan stroberi.

Dalam beberapa tahun terakhir, petani stroberi mengalami gagal panen yang diakibatkan oleh penyakit pada tumbuhan stroberi, khususnya pada daun dan buah stroberi. Beberapa penyakit pada daun, bunga dan buah stroberi antara lain: bercak pada daun, *blossom blight*, *powdery mildew* dan *gray mold*. Kurangnya pengetahuan petani buah stroberi tentang tanda penyakit tumbuhan stroberi mengakibatkan gagal panen yang lebih parah. Gagal panen dapat

dihindari melalui identifikasi penyakit yang lebih cepat dan akurat. Mendatangkan ahli bukan solusi karena waktu dan biaya yang harus dikeluarkan petani stroberi tidaklah sedikit. Maka dari itu dibutuhkan sistem untuk mengidentifikasi penyakit tanaman stroberi dengan cepat dan tepat sehingga petani stroberi dapat terhindar dari gagal panen.

Peneliti menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) *backpropagation* untuk mengidentifikasi penyakit tanaman stroberi. *Backpropagation* merupakan algoritma yang digunakan untuk penyelesaian masalah pengenalan beberapa pola kompleks. Pelatihan jaringan pada algoritma *backpropagation* dilakukan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan yang digunakan untuk mengenali pola dan mendapatkan respon yang benar terhadap pola masukan serupa dengan pola yang dipakai selama pelatihan [2]. Arsitektur jaringan syaraf tiruan algoritma *backpropagation* terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* tidak bisa serta merta mendeteksi citra, maka diperlukan bantuan berupa ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur yang digunakan pada penelitian ini adalah *Grey Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Ekstraksi fitur GLCM mempresentasikan hubungan antar piksel-piksel tetangga dalam citra berdasarkan intensitas pada orientasi sudut (θ) tertentu dan jarak spasial (d) tertentu. GLCM memiliki beberapa fitur yang dapat diekstraksi, yaitu *Angular Second Moment* (ASM), Kontras, Korelasi, dll. Ekstraksi fitur GLCM dilakukan dalam 4 arah sudut, masing-masing dengan interval 0° , 45° , 90° , 135° [3].

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem identifikasi penyakit tumbuhan stroberi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dan mengukur tingkat akurasi penerapan metode jaringan syaraf tiruan terhadap sistem pendeteksi penyakit tumbuhan stroberi.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan nantinya para petani stroberi dapat mendeteksi penyakit tanaman stroberi dengan mudah dan cepat sehingga petani stroberi dapat mengambil tindakan yang tepat dalam penganggulangan penyakit dan terhindar dari gagal panen. Hal ini juga didukung dengan tingkat akurasi aplikasi sehingga diharapkan aplikasi ini dapat membantu identifikasi penyakit buah strawberry dengan lebih tepat.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Haris, Asgar, Sumah dan Kusriani meneliti tentang identifikasi penyakit pada tanaman padi. Sistem identifikasi dilakukan dengan menggunakan kombinasi ciri bentuk (*Otsu* dan *Morfologi*) dan ciri tekstur (GLCM) dengan metode yang digunakan adalah JST *backpropagation*. Pada penelitian ini fitur GLCM yang digunakan adalah energi, entropi, kontras, homogeniti, dan korelasi. Hasil dari 70 data latih mendapatkan akurasi 100% dengan 30 data test mendapatkan akurasi 93% [4].

Penelitian lainnya dilakukan oleh Haryobismoko, Muflikhah, dan Perdana meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman cabai. Metode yang digunakan peneliti untuk mengidentifikasi penyakit tanaman cabai adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa rasio dataset, jumlah iterasi, nilai alfa, dan *learning rate*. Rasio dataset dengan performa terbaik adalah rasio data latih 80% dan rasio data uji 20% dengan akurasi mencapai 97,6% [5].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Swiknyo, Midyanti, dan Bahri meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman kelapa sawit. Metode Variable Centered Intelligent Rule System (VCIRS) dan Certainty Factor (CF) digunakan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi penyakit. Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tahap prosedur yaitu studi literatur, metode pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem dan pengujian [6].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Gresinta dan Risdiana meneliti tentang identifikasi penyakit pada tanaman keladi hias. Metode yang digunakan pada sistem untuk mengidentifikasi penyakit adalah sistem pakar. Pembuatan aplikasi sistem pakar dibuat menggunakan *website* sebagai *server* kemudian android sebagai *client* dan *database* XAMPP MySQL [7].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Hendire dan Yusman meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman cabai berbasis android. Peneliti melakukan identifikasi penyakit tanaman menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Beberapa tahap prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah perumusan masalah, pengumpulan data dengan cara wawancara dan studi pustaka, perancangan sistem dengan pemodelan UML, pembuatan sistem menggunakan Android Studio dengan database jenis MySQL, dan pengujian sistem [8].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mustofa, Furqon, dan Ratnawati meneliti tentang identifikasi jenis penyakit tanaman apel. Peneliti mengidentifikasi jenis penyakit tanaman apel dengan metode *k-Nearest Neighbor* (k-NN) dan ekstraksi fitur tekstur GLCM. GLCM yang digunakan pada penelitian ini menggunakan beberapa sudut yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° dan jarak (d) dimana d adalah bilangan bulat lebih dari satu [9].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Marcelina, Yulianti, Mair meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman kelapa sawit. Metode yang digunakan peneliti untuk mengidentifikasi penyakit tanaman adalah metode *Forward Chaining* (FC) pada sistem pakar. Proses pelacakan metode FC pada sistem pakar diuji dari gejala pertama hingga terakhir untuk mendapatkan kesimpulan berupa nama penyakit beserta penyebab dan cara pengendaliannya. Proses identifikasi dilakukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan gejala yang ditimbulkan tanaman kelapa sawit. Setelah menjawab dengan benar akan didapatkan kesimpulan nama penyebab dan cara pengendalian penyakit [10].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putri dan Sodik meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman kopi arabika. Identifikasi dilakukan menggunakan metode k-NN dengan pengujian variasi 1-5. Beberapa tahap prosedur pada penelitian ini terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, perhitungan metode k-NN, pengujian, dan kesimpulan [11].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Widiyanto, Utami, dan Ariatanto meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman jagung. Citra daun digunakan untuk melakukan identifikasi penyakit tanaman jagung menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Alur upaya penyelesaian masalah pada penelitian ini yaitu pengumpulan dataset, *preprocessing* dengan melakukan *grayscale* citra, *Hue Saturation Value* (HSV) citra, GLCM dengan fitur yang digunakan adalah *homogeneity*, *correlation*, *contrast*, *energy*, ASM, dan *dissimilarity* dan *Region of Interest*, *training* model, dan evaluasi model. Sistem pada penelitian ini mendapatkan akurasi terbaik sebesar 94% dengan *loss* sebesar 0.1742 [12].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ibrahim dan Rahman meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman bawang merah varietas Bima. Metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dipilih oleh peneliti untuk melakukan identifikasi penyakit tanaman bawang merah. Model pada penelitian ini menggunakan *rule if then* dalam pengaplikasian guna mengidentifikasi penyakit dengan total penyakit sebanyak 12 penyakit dan 53 gejala [13].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Nainggolan, Rumapea, Silalahi, Sidauruk, dan Sinambela meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman tomat. Identifikasi penyakit tanaman dilakukan menggunakan metode *Naïve Bayes* dan GLCM untuk melakukan ekstraksi fitur. Prosedur yang dilakukan untuk melakukan identifikasi yaitu *input* citra, *preprocessing* dengan mengubah citra RGB ke *grayscale*, melakukan ekstraksi fitur GLCM, dan pengklasifikasian menggunakan metode *Naïve Bayes Classifier* [14].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Sitompul, Okyprana, dan Prasetyo meneliti tentang identifikasi penyakit tanaman padi. Citra daun digunakan untuk melakukan identifikasi penyakit tanaman padi dengan arsitektur *Densely Connected Convolutional Networks* (DenseNet)-201. Penggolongan yang digunakan pada penelitian ini ada sebanyak empat penggolongan, yaitu *healthy*, *brown spot*, *hispa* dan *leaf blast*. Berdasarkan hasil evaluasi model yang digunakan didapatkan hasil akurasi data training sebesar 88,4% dan pada data testing sebesar 82,99% [15].

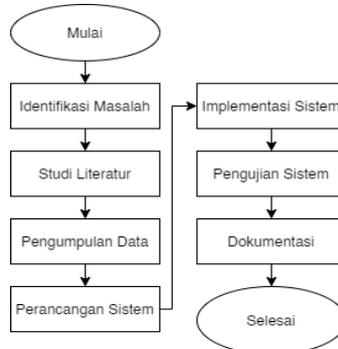
Dikarenakan belum adanya penelitian yang melakukan percobaan identifikasi penyakit tumbuhan dengan membandingkan 3 aktivasi, maka dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi penyakit tumbuhan dengan menggunakan JST *Backpropagation* dengan variasi 3 aktivasi, yaitu ReLU, Sigmoid, dan Tanh tanpa menggunakan kombinasi ciri bentuk.

3. Metodologi

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tahapan yang mencakup identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, dan dokumentasi. Rangkaian tahapan dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian dimulai dari tahap identifikasi masalah. Identifikasi masalah dilakukan dengan melihat permasalahan yang dialami petani stroberi dan kumpulan berita soal petani stroberi. Selanjutnya pada studi literatur dilakukan pencarian jurnal dengan masalah yang serupa serta menggunakan citra sebagai data, ekstraksi fitur GLCM, dan JST menggunakan algoritma *backpropagation* sebagai model yang digunakan. Pengumpulan data dilakukan dengan mencari data melalui Kaggle untuk mengambil data citra buah, daun, dan bunga stroberi. Perancangan sistem dilakukan dengan melihat sistem yang digunakan pada jurnal yang telah didapatkan dari

tahap studi literatur. Implementasi sistem dilakukan dengan membuat sistem yang dapat mendeteksi penyakit buah, daun, bunga stroberi, dan buah, daun, bunga stroberi yang tidak sakit. Pengujian sistem dilakukan dengan mengubah *node* dan aktivasi untuk mendapatkan akurasi terbaik dan *epoch* jenuh dari sistem. Setelah didapatkan akurasi terbaik, dilakukan dokumentasi dengan mencatat akurasi serta arsitektur sistem tersebut.

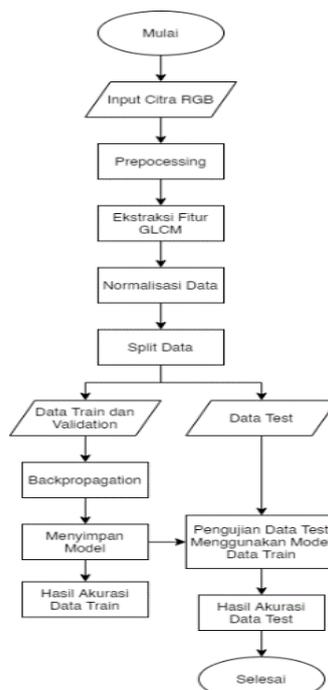


Gambar 1. Tahap Penelitian

3.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan lima dataset yang tersedia pada platform Kaggle. Lima dataset berupa satu dataset penyakit tanaman stroberi, satu dataset buah stroberi sehat, satu dataset bunga stroberi sehat, satu dataset daun stroberi sehat, dan satu dataset tumbuhan stroberi untuk melengkapi kekurangan data. Data tersebut berupa 10 label yaitu 7 label penyakit tumbuhan stroberi dan 3 label tumbuhan stroberi sehat. Label penyakit tumbuhan terdiri dari *angular leaf spot*, *antracnose fruit*, *blossom blight*, *gray mold*, *leaf spot*, *powdery mildew fruit*, dan *powdery mildew leaf*. Label tumbuhan sehat terdiri dari buah sehat, bunga sehat, dan daun sehat. Setiap label memiliki 40 data citra untuk dilakukan training dan testing sistem. Total data citra yang digunakan sebanyak 400 data. Data Kaggle yang digunakan memiliki judul “strawberry segmentation dataset”, “Fruits-262”, “Images of Strawberry Leaves for Tipburn Detection”, “White Flowers”, dan “Strawberry Disease Detection Dataset”.

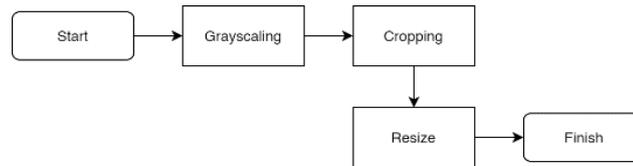
3.2. Perancangan Sistem



Gambar 2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem penelitian ini terdapat pada Gambar 2. Model sistem yang dibuat terdiri dari kumpulan data buah, daun, dan bunga stroberi, *pre-processing*, ekstraksi fitur GLCM, normalisasi data, *split* data, *training* model dengan algoritma *backpropagation*, menyimpan model hasil *training*, dan pengujian model menggunakan data *test* dengan hasil akhir akurasi data *training* dan data *test*.

Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman python. *Input* citra dilakukan dengan menggunakan *library* os. Pada data Kaggle telah terdapat label yang diletakkan pada nama file. Data dari Kaggle dan dimasukkan pada folder dengan nama label masing-masing secara manual. Labeling dilakukan secara otomatis oleh sistem berdasarkan nama folder yang dibaca. Pada tahap *pre-processing* citra diolah dengan *grayscale*, *crop*, dan *resize* agar data citra dapat memiliki ukuran lebih kecil dan sama dan berbentuk *grayscale*. Berikut tahapan dari *pre-processing* yang divisualisasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan *Pre-processing*

Proses konversi citra RGB ke *grayscale* dapat dilihat pada dirumuskan sebagai berikut:

$$Gray = ((R * 0.2989) + (G * 0.5870) + (B * 0.1140)) \quad (1)$$

Pada penelitian ini dilakukan *grayscale* citra dengan tujuan agar dapat diproses pada tahap ekstraksi fitur GLCM. Citra dilakukan *cropping* dengan ukuran 2/3 tinggi dan 2/3 lebar citra asli. Pada penelitian ini, *resize* dilakukan dengan mengubah ukuran menjadi 128x128 piksel sebelum diproses pada GLCM.

Ekstraksi fitur GLCM dilakukan dalam 4 arah sudut, masing-masing dengan interval 0 °, 45 °, 90 °, 135 ° [3]. Pada penelitian yang dilakukan fitur ekstraksi ciri yang digunakan yaitu:

$$Dissimilarity = \sum_{i,j=0}^{levels-1} P_{ij} |i - j| \quad (2)$$

$$Homogeneity = \sum_{i,j=0}^{levels-1} \frac{P_{ij}}{1+(i-j)^2} \quad (3)$$

$$Contrast = \sum_{i,j=0}^{levels-1} P_{ij} (i - j)^2 \quad (4)$$

$$ASM = \sum_{i,j=0}^{levels-1} P_{ij}^2 \quad (5)$$

$$Energy = \sqrt{ASM} \quad (6)$$

$$Correlation = \sum_{i,j=0}^{levels-1} P_{ij} \left[\frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \right] \quad (7)$$

Data yang telah melalui proses GLCM akan dilakukan normalisasi data agar data yang digunakan berada dalam rentang yang sama. *Normalisasi* data digunakan pada sistem untuk menyetarakan range data GLCM sebelum dilakukan *split* data. Normalisasi data yang digunakan pada sistem adalah *decimal scaling* dengan rumus:

$$v' = \frac{v}{10^j} \quad (8)$$

Split data pada penelitian ini digunakan untuk membagi data *train* dan data *test*. *Split* data dilakukan dengan perbandingan antara data *train* dan data *test* sebesar 80:20. *Split* data dilakukan secara sama rata sehingga masing-masing label memiliki jumlah yang sama.

Algoritma *backpropagation* melibatkan tiga tahap dalam pelatihannya, yaitu tahap propagasi maju, tahap propagasi mundur, dan tahap perubahan bobot. Seluruh tahap tersebut dilakukan looping hingga memenuhi kondisi penghentian tertentu. Kondisi penghentian sering kali berkaitan dengan jumlah iterasi atau kesalahan yang dicapai [2]. *Backpropagation* adalah algoritma *supervised learning* [16]. Algoritma *backpropagation* pada sistem ini menggunakan 1 *hidden layer* dan 1 *output layer* dengan *output layer* menggunakan aktivasi softmax dikarenakan output yang memiliki lebih dari 2 label. *Optimizer* yang digunakan adalah adam dengan *loss*

berupa *sparse categorical crossentropy*. Jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* pada sistem pada penelitian ini dilakukan sebanyak 2000 *epoch*.

Langkah yang harus dilakukan metode JST algoritma *backpropagation* adalah penentuan elemen-elemen kunci berupa jumlah *neuron input layer*, *hidden layer*, *output layer*, laju pembelajaran, jumlah iterasi, dan toleransi error, melakukan perambatan maju dengan cara menghitung nilai *neuron* pada *hidden layer* (nilai Z) (Persamaan 9 dan 10) dan menghitung nilai *neuron* pada *output layer* (nilai Y) (Persamaan 11 dan 12), melakukan perambatan mundur dengan cara menghitung perambatan mundur dari *output layer* ke *hidden layer* (Persamaan 13, 14, 15, 16, dan 17) dan menghitung perambatan mundur dari *hidden layer* ke *input layer* (Persamaan 18, 19, 20, 21, 22, dan 23). Proses melakukan perambatan maju dan mundur dilakukan hingga iterasi selesai.

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=0}^n x_i v_{ij} \quad (9)$$

$$z_j = f(z_in_j) \quad (10)$$

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=0}^n z_j w_{jk} \quad (11)$$

$$y_k = f(y_in_k) \quad (12)$$

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k) \quad (13)$$

$$\Delta w_{jk} = a \delta_k z_j \quad (14)$$

$$\Delta w_{0k} = a \delta_k \quad (15)$$

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (16)$$

$$w_{0k}(\text{baru}) = w_{0k}(\text{lama}) + \Delta w_{0k} \quad (17)$$

$$\delta_in_j = \sum_{k=1}^n \delta_k w_{jk} \quad (18)$$

$$\delta_j = \delta_in_j f'(z_in_j) \quad (19)$$

$$\Delta V_{ij} = a \delta_j x_i \quad (20)$$

$$\Delta V_{0j} = a \delta_j \quad (21)$$

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (22)$$

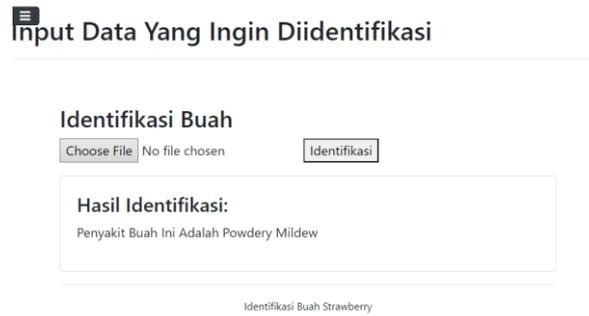
$$v_{0j}(\text{baru}) = v_{0j}(\text{lama}) + \Delta v_{0j} \quad (23)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Sistem pada penelitian yang dilakukan memiliki tampilan sederhana yang dibangun menggunakan flask dan masih berjalan secara local. Proses sistem untuk melakukan *training* dan *testing* jaringan syaraf tiruan terpisah dengan tampilan Flask, sehingga petani stroberi hanya akan melakukan identifikasi melakukan input citra pada tampilan. Hasil identifikasi akan keluar ketika petani melakukan input data citra dan menekan tombol "Identifikasi". Identifikasi dilakukan menggunakan model yang telah dilakukan *training* dan *testing*. Model disimpan dalam bentuk file yang akan dibaca oleh sistem pada flask untuk melakukan identifikasi citra petani stroberi. Tampilan GUI dan GUI hasil identifikasi dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.

Input Data Yang Ingin Diidentifikasi

Gambar 4. GUI Input Data



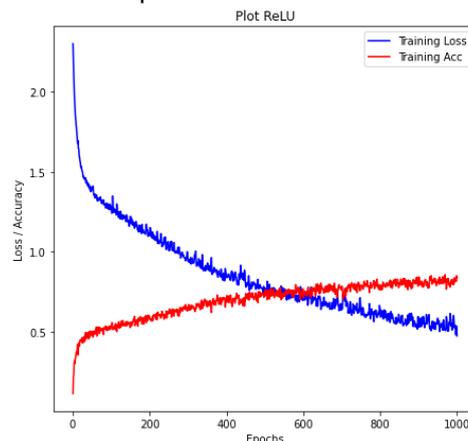
Gambar 5. GUI Hasil Identifikasi

Algoritma jaringan syaraf tiruan *backpropagation* diuji coba menggunakan beberapa aktivasi untuk memperoleh hasil akurasi terbaik dengan aktivasi output yang digunakan adalah softmax agar sistem dapat mengklasifikasi 10 kelas dengan lebih baik. Pada penelitian ini *loss sparse categorical crossentropy* digunakan untuk klasifikasi multi-kelas. *Optimizer* adam dipilih karena adam merupakan *optimizer* terbaik untuk penelitian ini, adam juga terkenal baik dalam penggunaannya pada jaringan syaraf tiruan. Aktivasi yang digunakan antara lain ReLU, Sigmoid, dan Tanh. Tabel 1 menunjukkan parameter yang tidak diubah pada penelitian ini.

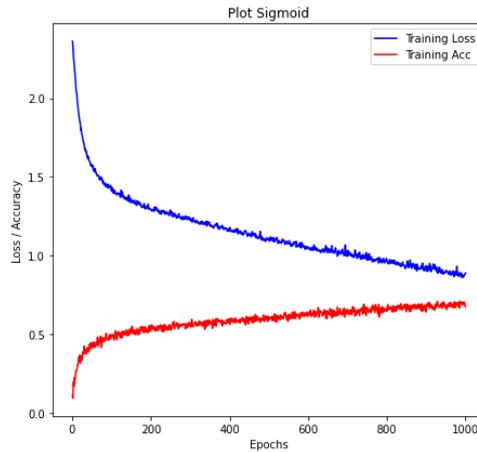
Tabel 1. Parameter Tetap

Parameter	Input
<i>Node</i>	24, 64, 10
<i>Optimizer</i>	Adam
<i>Learning rate</i>	0.01
<i>Loss</i>	<i>Sparse Categorical Crossentropy</i>
<i>Output Activation</i>	<i>Softmax</i>
<i>Batch Size</i>	32
<i>Epoch</i>	1000

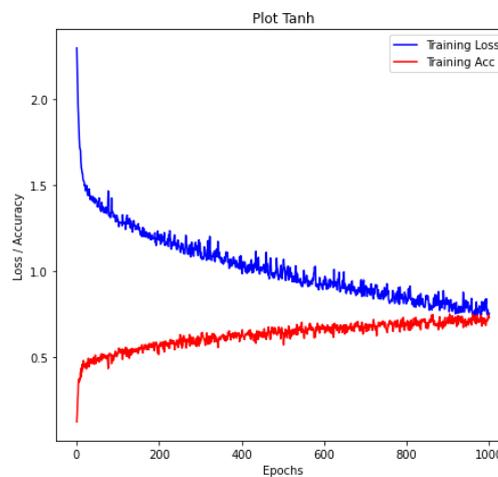
Hasil akurasi dan loss dari proses training menggunakan aktivasi ReLU, Sigmoid, dan Tanh dapat dilihat pada Gambar 6 sampai Gambar 8.



Gambar 6. Hasil Training ReLU



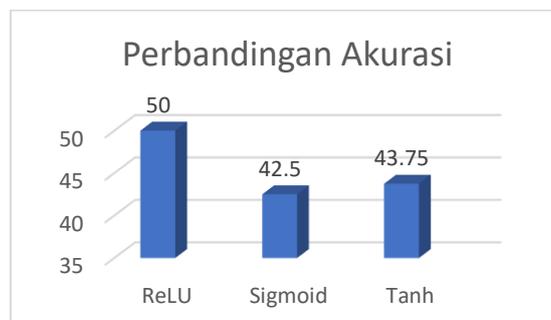
Gambar 7. Hasil Training Sigmoid



Gambar 8. Hasil Training Tanh

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *loss* yang didapatkan dari 3 percobaan tersebut belum maksimal. Ketiga percobaan mencerminkan bahwa semakin kecil *loss*, maka semakin besar akurasi yang didapatkan. Dari percobaan yang dilakukan, aktivasi ReLU menghasilkan akurasi tertinggi mencapai 83,74% dengan *loss* terendah sebesar 0,4896, sedangkan aktivasi Sigmoid menghasilkan akurasi terendah, yaitu 70,31% dengan *loss* tertinggi sebesar 0,8502, dan aktivasi Tanh mendapatkan hasil akurasi sebesar 71,56% dengan *loss* sebesar 0,7421.

Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan data *test*. Perbandingan akurasi data *test* dapat dilihat pada gambar 9. Aktivasi relu menghasilkan akurasi tertinggi dengan akurasi sebesar 50%, sedangkan aktivasi sigmoid menghasilkan akurasi terkecil dengan akurasi sebesar 42,50%, dan Tanh menghasilkan akurasi sebesar 43,75%.



Gambar 9. Perbandingan Hasil Evaluasi Model

Dari hasil tersebut didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan JST dengan algoritma *backpropagation* menghasilkan sistem identifikasi yang cukup bagus dalam melakukan identifikasi penyakit tumbuhan stroberi. Hasil akurasi penelitian ini jika dibandingkan dengan hasil akurasi penelitian terdahulu masih belum baik khususnya pada akurasi evaluasi model meskipun ciri tekstur yang digunakan dan sudut yang digunakan sesuai dengan penelitian terdahulu [4] [5] [9] [12]. Hal ini kemungkinan dikarenakan tidak adanya penambahan ciri bentuk sebagai kombinasi dengan ciri tekstur seperti pada penelitian Haris, Asgar, Sumah dan Kusriani [4].

5. Simpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah penelitian adalah algoritma *backpropagation* dapat melakukan identifikasi penyakit tanaman stroberi. Metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* pada penelitian ini terdiri dari *input layer* sebesar 24 *node*, *hidden layer* sebesar 64 *node*, *output layer* sebesar 10 *node*, *optimizer* Adam, *loss* Sparse Categorical Crossentropy *output activation* Softmax, *batch size* 32, dengan jumlah *epoch* sebesar 1000 didapatkan hasil terbaik menggunakan aktivasi ReLU pada hidden layernya menghasilkan akurasi sebesar 83,74% dengan akurasi evaluasi modelnya sebesar 50% sehingga sistem dapat digunakan oleh petani stroberi untuk mengurangi kemungkinan gagal panen dengan mengidentifikasi penyakit.

Saran dari penulis mengenai pengembangan dan perbaikan penelitian ini adalah akurasi evaluasi model yang masih dapat ditingkatkan dan loss yang masih bisa dimaksimalkan serta dataset yang lebih baik.

Daftar Refrensi

- [1] N. R. Wardani dan D. F. Putra, Teknik Budidaya Stroberi Pada Greenhouse Dengan Rak Brundak, Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2017.
- [2] F. Rahmadani, A. M. Pardede dan Nurhayati, "Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Jumlah Pengiriman Barang Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus: Kantor Pos Binjai)," *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTJK)*, vol. 5, no. 1, pp. 100-106, 2021.
- [3] Z. Y. Lamasigi, "DCT Untuk Ekstraksi Fitur Berbasis GLCM Pada Identifikasi Batik Menggunakan K-NN," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEEE)*, vol. 3, no. 1, pp. 1-6, 2021.
- [4] N. A. Haris, H. Asgar, J. Sumah and Kusriani, "Kombinasi Ciri Bentuk dan Ciri Tekstur Untuk Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Padi," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 237-250, 2020.
- [5] K. Haryobismoko, L. Muflikhah and R. S. Perdana, "Identifikasi Penyakit Tanaman Cabai menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 4, pp. 1953-1960, 2023.
- [6] A. J. Swiknyo, D. M. Midyanti and S. Bahri, "Identifikasi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Metode Variable Centered Intelligent Rule System (VCIRS) dan Certainty Factor (CF) Berbasis Android Studi Kasus: PT Bumitama Gunajaya Agro Group Wilayah 10 Kabupaten Ketapang," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 11, no. 1, pp. 74-81, 2023.
- [7] E. Gresinta and A. Risdiana, "Identifikasi Penyakit pada Tanaman Keladi Hias (*Caladium spp.*) dengan Pemanfaatan Sistem Pakar," *EduBiologia*, vol. 3, no. 2, pp. 131-138, 2023.
- [8] S. B. Hendire and M. Yusman, "Sistem Identifikasi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Berbasis Android," *Jurnal Komputasi*, vol. 9, no. 1, pp. 41-46, 2021.
- [9] M. I. Mustofa, M. T. Furqon and D. E. Ratnawati, "Penggunaan Metode Ekstraksi Fitur Tekstur Gray Level Co-occurrence Matrix dan K-Nearest Neighbor untuk Identifikasi Jenis Penyakit Tanaman Apel," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 9, pp. 4451-4458, 2022.
- [10] D. Marcelina, E. Yulianti and Z. R. Mair, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 13, no. 2, pp. 107-115, 2022.

- [11] A. Y. P. Putri and A. Sodik, "Identifikasi Penyakit Tanaman Kopi Arabika dengan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN)," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019*, Surabaya, 2019.
- [12] B. Widiyanto, E. Utami and D. Ariatmanto, "Identifikasi Penyakit Tanaman Jagung Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network," *Techno.COM*, vol. 22, no. 3, pp. 599-608, 2023.
- [13] A. M. Ibrahim and A. Rahman, "Identifikasi Penyakit Tanaman Bawang Merah Varietas BimaMenggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor," *Jurnal INTECH*, vol. 1, no. 1, pp. 7-12, 2021.
- [14] A. Nainggolan, H. Rumapea, A. P. Silalahi, L. Sidauruk and M. Sinambela, "Identifikasi Penyakit Tanaman Tomat Berdasarkan Citra Penyakit Menggunakan Metode GLCM dan Naïve Bayes Classifier," *Methotika : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 22-28, 2022.
- [15] P. Sitompul, H. Okprana and A. Prasetyo, "Identifikasi Penyakit Tanaman Padi Melalui Citra Daun Menggunakan DenseNet 201," *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 2, pp. 143-150, 2022.
- [16] B. C. Octariadi dan Y. Brianorman, "Pengenalan Pola Tanda Tangan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal TEKNOINFO*, vol. 14, no. 1, pp. 15-21, 2020.