

METODE DETEKSI CEPAT SERANGAN GANODERMA PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DENGAN PENGINDERAAN JAUH

William Wicaksono¹, Kestrilia Rega Prilianti², Hendry Setiawan³, Prasetyo Mimboro⁴

²kestrilia.rega@machung.ac.id, ³hendry.setiawan@machung.ac.id

^{1,2,3}Universitas Ma Chung, ⁴PT. Perkebunan Nusantara IV

Received : 20 Aug 22
Accepted : 15 Nov 22
Published : 28 Nov 22

Abstract

Abstract: Abstract In the midst of the current world economic crisis, the palm oil industry is still able to support Indonesia's domestic economy. Potential losses due to late detection of disease and resulting crop failure must be anticipated. The disease that most often attacks oil palm plantations is Ganoderma. The large area of oil palm plantations in Indonesia is a challenge to be able to carry out comprehensive monitoring of Ganoderma attacks. Remote sensing technology is one solution. By using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) such as a drone, images of oil palm plantations can be recorded quickly. In this study, UAV images from oil palm plantations were processed using the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm with ResNet-34 architecture for the detection of oil palm trees. The results of the detection then extracted the RGB (Red, Green, and Blue) mean values from each tree tree. The average RGB value is then used as input to the Artificial Neural Network (ANN) custom model to predict Ganoderma attack status (infected or uninfected) on each tree tree. The accuracy of the CNN model for tree tree detection reached 73.83%. While the accuracy of the Ganoderma attack status ANN model reached 94%. With this method, land management related to Ganoderma attacks can be carried out effectively and efficiently.

Keywords: *Neural Network, Unmanned Aerial Vehicle, Ganoderma, Palm oil industry, Remote Sensing*

Abstrak

Abstrak Di tengah krisis ekonomi dunia saat ini, industri sawit masih mampu menopang perekonomian domestik Indonesia. Potensi kerugian akibat penyakit yang terlambat terdeteksi dan mengakibatkan gagal panen harus diantisipasi. Penyakit yang paling sering menyerang perkebunan kelapa sawit adalah Ganoderma. Luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang sangat besar merupakan tantangan untuk dapat melakukan monitoring terhadap serangan Ganoderma secara komprehensif. Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu solusinya. Dengan menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) seperti drone citra perkebunan kelapa sawit dapat direkam dengan cepat. Pada penelitian ini, citra UAV dari perkebunan kelapa sawit diproses menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet-34 untuk deteksi pokok pohon kelapa sawit. Pada hasil deteksi kemudian dilakukan ekstraksi nilai rerata RGB (Red, Green, dan Blue) dari setiap pokok pohon. Nilai rerata RGB kemudian digunakan sebagai input pada custom model Artificial Neural Network (ANN) untuk memprediksi status serangan Ganoderma (terinfeksi atau tidak terinfeksi) pada tiap pokok pohon. Akurasi model CNN deteksi pokok pohon mencapai 73,83%. Sedangkan akurasi model ANN status serangan Ganoderma mencapai 94% untuk testing. Dengan metode ini pengelolaan lahan terkait serangan Ganoderma dapat dilakukan dengan efektif dan efisien.

Kata kunci: Jaringan syaraf tiruan, *Unmanned Aerial Vehicle*, Ganoderma, Perkebunan Sawit, Penginderaan Jauh

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. Pendahuluan

Di tengah krisis ekonomi dunia saat ini, industri sawit masih mampu untuk menopang perekonomian Indonesia. Untuk menjaga produksi kebun sawit dan menghentikan penyebaran penyakit, maka diperlukan pengendalian penyakit. Hal yang sering terjadi adalah banyak kerugian diakibatkan oleh penyakit tanaman yang terlambat terdeteksi dan mengakibatkan gagal panen [1]. Penyakit ganoderma yang menyebabkan pembusukan pada pangkal batang serta mengganggu dan menurunkan produktivitas, merupakan salah satu penyakit utama yang sering menyerang tanaman kelapa sawit baik di Indonesia maupun Malaysia [2].

Areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia sangat besar. Terdapat ratusan hingga puluhan ribu pohon kelapa sawit dalam satu areal perkebunan kelapa sawit. Menjaga dan memeriksa kesehatan setiap pohon kelapa sawit merupakan faktor penting dalam menentukan produktivitas, tetapi pemantauan perkebunan kelapa sawit konvensional membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Disinilah peran dari teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang dapat digunakan untuk mengukur tutupan vegetasi, memantau kebakaran hutan, rehabilitasi hutan, dan kesehatan hutan secara keseluruhan. Teknologi ini juga memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan penggunaan citra satelit maupun pesawat, yakni gambar tanpa awan dan resolusi spasial yang lebih tinggi [3].

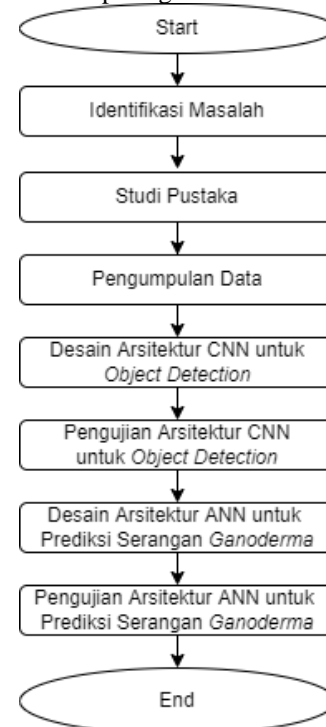
Untuk mendeteksi kondisi dari setiap pohon kelapa sawit dengan cepat, pada penelitian ini digunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi pokok pohon kelapa sawit pada citra UAV secara otomatis. Model Artificial Neural Network (ANN) kemudian digunakan untuk memprediksi serangan penyakit ganoderma pada pokok pohon sawit yang telah terdeteksi. Data yang diterima pertama kali adalah citra UAV (diakuisisi dengan drone) dalam format Red, Green, Blue (RGB). Selanjutnya data tersebut akan diproses dengan bantuan aplikasi Geographic Information System (GIS) untuk mengambil nilai mean Red, mean Green, dan mean Blue dari setiap pohon kelapa sawit yang ada pada citra UAV [4]. Setelah itu, nilai mean yang telah didapatkan, akan digunakan sebagai input untuk training model ANN di python.

Algoritma ANN dengan metode backpropagation adalah metode yang sudah terbukti sangat efektif dalam mengenali pola yang kompleks. Hal ini, mendukung pengambilan keputusan untuk menggunakan ANN sebagai algoritma untuk memprediksi serangan ganoderma pada perkebunan

kelapa sawit [5]. Oleh sebab itu, penelitian ini akan menggunakan Algoritma ANN untuk memprediksi serangan penyakit ganoderma pada pohon kelapa sawit, dan menggunakan CNN untuk mendeteksi pokok pohon kelapa sawit yang ada pada citra UAV.

2. Metode

Penelitian ini akan dimulai dengan mengidentifikasi masalah dan studi literatur. Kemudian akan dilakukan proses perancangan model dan diakhiri dengan pengujian kinerja model. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

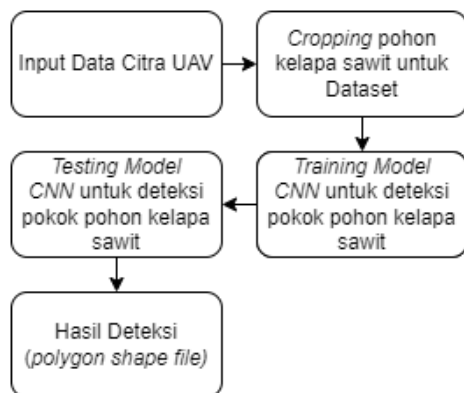
2.1. Hardware dan Software

Ada 2 komponen penting yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini, yakni *hardware* dan *software*. *Hardware* yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop Asus ROG GL552VW-CN461D. Sedangkan, *software* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Aplikasi ArcGIS Pro dan Google Colaboratory. Aplikasi ArcGIS Pro menyediakan fitur yang memungkinkan penggunaannya untuk melakukan *object detection* menggunakan *deep learning*. Sedangkan untuk Google Colaboratory berfungsi sebagai *code editor* untuk menuliskan *code* dari

arsitektur ANN yang dikembangkan dengan bantuan *library tensorflow, keras, dan sklearn*.

2.2. Tahapan Pengembangan Model CNN

Pengembangan model CNN pada penelitian ini, dimulai dengan membuat dataset yang akan digunakan untuk melatih model CNN. Dataset yang dibuat, perlu dipersiapkan dengan baik sehingga model CNN dapat menghasilkan akurasi yang baik pula. Setelah dataset untuk model CNN selesai dipersiapkan, langkah selanjutnya adalah memilih arsitektur CNN yang akan digunakan untuk melatih model deteksi pokok pohon kelapa sawit. Model yang telah berhasil dikembangkan, akan digunakan untuk melakukan proses deteksi pokok pohon kelapa sawit secara otomatis. Hasil dari proses deteksi pokok pohon kelapa sawit akan berupa *point shape file* yang menandai lokasi dari pokok pohon kelapa sawit yang berhasil dideteksi. Alur pengembangan model deteksi pokok pohon kelapa sawit menggunakan CNN dapat dilihat pada gambar 2

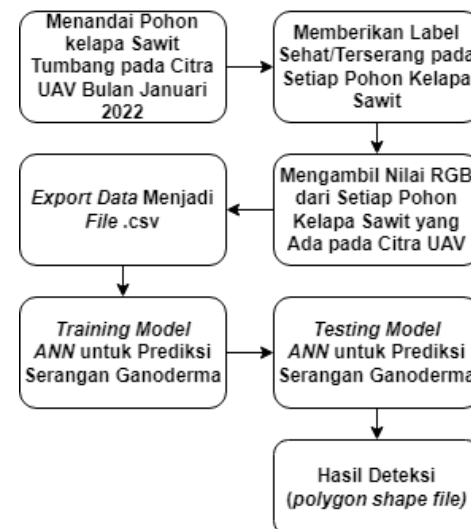


Gambar 1 Alur Desain Sistem CNN

2.3. Tahapan Pengembangan Model ANN

Pengembangan model ANN dalam penelitian ini, dimulai dengan membuat dataset yang akan digunakan untuk melatih model ANN dalam memprediksi pohon mana yang terserang ganoderma. Dataset yang akan digunakan untuk men-training model ANN telah diberi label 0(sehat) dan 1(terserang ganoderma). Pemberian label ditentukan oleh pakar, yakni pihak dari PTPN. Setelah dataset untuk model ANN selesai dipersiapkan, langkah selanjutnya adalah

membuat arsitektur untuk model ANN. Setelah arsitektur telah dipilih, selanjutnya akan dilakukan proses training model ANN untuk memprediksi serangan penyakit ganoderma. Model yang telah selesai dilatih akan di test menggunakan data baru, yang tidak ada pada data training. Setelah model dirasa cukup baik dalam memprediksi serangan penyakit ganoderma, Langkah selanjutnya adalah menyimpan model yang telah dibuat dalam format H5. Proses pengembangan model ANN untuk prediksi serangan penyakit ganoderma, dilakukan di platform Google Colaboratory. Alur pengembangan model ANN untuk prediksi serangan penyakit ganoderma pada pohon kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Alur Desain Sistem ANN

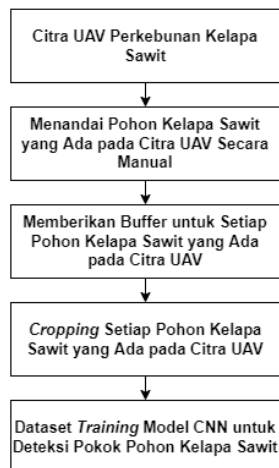
2.4. Dataset CNN

Dataset yang akan digunakan untuk model CNN adalah citra UAV dari perkebunan kelapa sawit milik PTPN IV pada bulan November 2021 (*training*) dan citra UAV pada bulan Januari 2022 (*testing*) lengkap dengan data spasial yang dibutuhkan seperti titik dimana lokasi setiap pohon kelapa sawit yang ada pada citra UAV (*shapefile*). Citra UAV yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada ketinggian 300 m. Tampilan dari citra UAV yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4



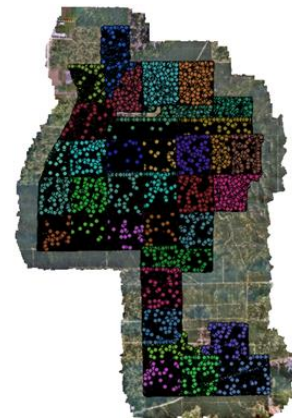
Gambar 2 Citra UAV Perkebunan Kelapa Sawit PTPN IV

Terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk membuat data *training* dari model CNN. Tahapan dalam membuat dataset ini, dapat dilihat pada gambar 5. Tahapan ini dimulai dengan mengambil citra UAV dari perkebunan kelapa sawit. Kemudian citra UAV beserta titik dari setiap lokasi pohon kelapa sawit yang ada pada citra perlu diberi label oleh pakar dari pihak PTPN, Selanjutnya pohon kelapa sawit yang telah ditandai, perlu diberikan *buffer* untuk menandai area dari setiap pohon kelapa sawit. Langkah selanjutnya adalah melakukan *cropping* terhadap masing-masing pohon kelapa sawit yang ada pada citra UAV bulan November 2021. Hasil dari proses *cropping* ini, akan digunakan untuk melakukan *training* model CNN.



Gambar 3 Bagan Proses Pembuatan Dataset CNN

Proses menandai pohon kelapa sawit secara manual dilakukan dengan menggunakan *shape file point* (SHP). *Shape file* adalah format dari vektor data yang digunakan untuk menyimpan bentuk, fitur geografis, dan lokasi dari pohon kelapa sawit yang ditandai. *Shape file point* inilah yang akan digunakan untuk membantu membuat dataset *training* model CNN. Dataset untuk proses *training* model CNN didapatkan dari proses *cropping* citra UAV yang telah ditandai menggunakan *shape file point*. Hasil dari proses *cropping* citra UAV ini dikenal dengan nama *imagechips*. Citra UAV yang telah ditandai setiap pokok pohon kelapa sawitnya, dapat dilihat pada gambar 6. Sedangkan untuk contoh *imagechips* hasil *cropping* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 4 Citra UAV yang Sudah Ditandai

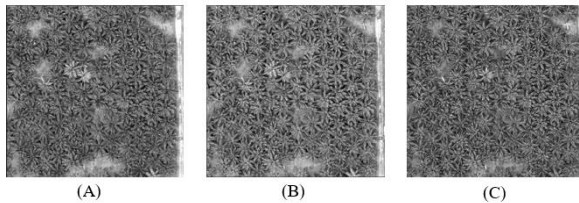


Gambar 5 Dataset *Training* Model CNN

2.5. Dataset ANN

Dataset ANN didapatkan dari proses pengambilan nilai RGB dari setiap pokok pohon kelapa sawit yang ada pada citra UAV, baik pohon kelapa sawit sehat maupun pohon kelapa sawit yang terserang penyakit ganoderma. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menandai pohon kelapa sawit yang sudah tumbang pada citra UAV bulan

Januari 2022, kemudian melakukan *tracing* pada citra UAV bulan November 2021 untuk melihat, pohon kelapa sawit mana yang tumbang pada bulan Januari 2022, akan tetapi masih berdiri pada bulan November 2021. Hal ini dilakukan karena informasi yang disampaikan oleh PTPN IV adalah pohon kelapa sawit yang tumbang pada perkebunan mereka merupakan pohon kelapa sawit yang terserang ganoderma. Setelah proses *tracing* selesai, langkah selanjutnya adalah memisahkan setiap *band layer* dari citra UAV menjadi *band layer Red, Green, dan Blue*. Hasil pemisahan dari setiap *band layer* citra UAV, dapat dilihat pada gambar 8. Setelah itu, pohon kelapa sawit yang telah ditandai dengan *buffer*, akan diambil nilai RGB-nya. Setelah nilai RGB dari setiap pohon kelapa sawit berhasil didapatkan, maka nilai-nilai tersebut perlu dijadikan file .csv dan kemudian nilai RGB yang ada, akan dinormalisasi/dinormalize (dibagi 255) agar dapat digunakan dalam proses *training* model prediksi serangan ganoderma menggunakan ANN. Contoh dari dataset RGB dapat dilihat pada tabel 1.



(A) Red (B) Green (C) Blue
Gambar 6 Hasil Pemisahan *Band Layer* RGB

Tabel. 1 Contoh dataset RGB untuk Model Prediksi ANN

OBJE CTID	Kondi si	BUFF _DIST	ORIG _FID	RED_ Norma lize	Green _Norm alize	Blue_ Norma lize
1	1	4	1	0.4163	0.4917	0.3566
2	1	4	2	0.5082	0.5638	0.3594
3	1	4	4	0.3569	0.4224	0.2870
4	1	4	5	0.4055	0.4580	0.3006
5	1	4	6	0.4687	0.5213	0.3287
6	1	4	7	0.4089	0.4767	0.3333
7	1	4	8	0.5578	0.6059	0.3910
8	1	4	9	0.4779	0.4993	0.3448
9	1	4	10	0.5279	0.5824	0.3753
10	1	4	11	0.5934	0.6297	0.3834

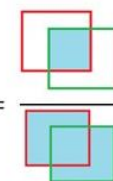
2.6. Model CNN

Model CNN pada penelitian ini, dibangun dengan arsitektur ResNet-34 yang telah disediakan pada aplikasi ArcGIS Pro. Pada *layer output* menggunakan fungsi aktivasi *softmax*. Fungsi aktivasi ini dipilih karena kasus CNN pada penelitian ini adalah klasifikasi. *Fully connected layer* dan *output layer* tidak terlalu banyak memiliki perbedaan. Perbedaan yang ada pada keduanya hanyalah fungsi aktivasinya, jika *output layer* menggunakan fungsi aktivasi *softmax*, *fully connected layer* menggunakan fungsi aktivasi ReLU.

2.7. Tuning Parameter Model CNN

Pada penelitian ini *f1_score* digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi kinerja dari model CNN yang dikembangkan. Parameter yang akan diuji coba adalah *Intersection over Union* (IoU). IoU berfungsi untuk mengatur batas toleransi pengenalan pokok pohon kelapa sawit berdasarkan irisan dari sub citra data *training* dengan sub citra hasil prediksi model CNN.

Semakin besar nilai IoU yang diatur (0-1), maka batas toleransi akan semakin ketat dan hasil semakin akurat, begitupun sebaliknya. Penelitian ini menggunakan 1 nilai IoU pada proses ujicoba model CNN, yaitu 0.1. Ilustrasi persamaan IoU dapat dilihat pada gambar 9. Selain menggunakan IoU sebagai parameter dalam proses pengembangan model CNN, ada beberapa parameter lain yang digunakan dalam penelitian ini. Parameter tersebut, dapat dilihat pada tabel 2.

$$IoU = \frac{\text{area irisan}}{\text{area gabungan}} = \frac{\text{area irisan}}{\text{area gabungan}}$$


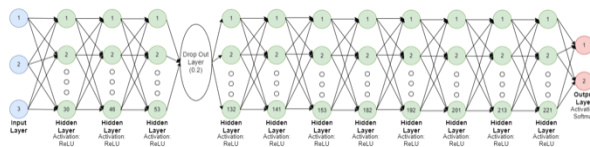
Gambar 7. Ilustrasi Persamaan IoU

Tabel 1. Parameter CNN

<i>Parameter</i>	<i>Hypertunning Parameter</i>
<i>Arsitektur Model</i>	<i>ReNet-34</i>
<i>Backbone Model</i>	<i>Single Shot Detector(SSD)</i>
<i>Batch_Size</i>	12
<i>Max Epochs</i>	30
<i>Learning Rate</i>	0.001
<i>Validation Data</i>	30%
<i>Processor Type</i>	GPU

2.8. Model ANN

Model ANN pada penelitian ini, dibangun dengan menggunakan 13 layer, terdiri dari 1 input layer dengan 3 node input, 10 hidden node layer (fungsi aktivasi ReLU), 1 dropout layer (0.2), dan 1 output layer dengan 2 node layer yang menggunakan fungsi aktivasi softmax. Fungsi aktivasi ini dipilih karena kasus ANN pada penelitian ini adalah klasifikasi (terserang *ganoderma* dan sehat). Arsitektur dari model ANN ini, dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 8. Arsitektur ANN

2.9. Tuning Parameter Model ANN

Pada penelitian ini, model ANN yang telah dibuat akan menggunakan *accuracy* untuk melihat kinerja dari model prediksi serangan *ganoderma*. *Accuracy* sendiri adalah rasio dari benar atau tidaknya model, dalam memprediksi benar (positif dan negatif) yang dibandingkan dengan keseluruhan data. Semakin besar nilai *accuracy*, maka semakin baik model dalam memprediksi secara benar. Persamaan dari *accuracy* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$Accuracy = (TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$$

Keterangan:

TP : True Positive
TN : True Negative
FP : False Positive
FN : False Negative

Ada beberapa parameter lain untuk model ANN yang digunakan dalam penelitian ini. Parameter ini didapatkan dari beberapa kali percobaan yang telah dilakukan dan dirasa merupakan parameter terbaik yang bisa digunakan untuk model prediksi serangan *ganoderma* pada pohon kelapa sawit. Parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Parameter ANN

<i>Parameter</i>	<i>Hypertunning Parameter</i>
<i>Train</i>	80%
<i>Test</i>	10%
<i>Validation</i>	10%
<i>Optimizer</i>	Nadam
<i>Batch_Size</i>	8
<i>Epochs</i>	750

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Model CNN untuk Deteksi Pohon Kelapa Sawit

Model CNN yang telah dibuat akan dievaluasi menggunakan data *training* dan data *testing*. Proses evaluasi ini, akan menggunakan citra UAV bulan November 2021(*training*) dan citra UAV bulan Januari 2022 (*testing*). Parameter yang akan digunakan dalam proses ini adalah *F1-Score* dengan nilai IoU sebesar 0.1. Hasil dari pengujian ini, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Model CNN

<i>Citra</i>	<i>F1-Score</i>
November 2021(<i>training</i>)	0.8461
Januari 2022 (<i>testing</i>)	0.7383

Dapat dilihat pada tabel 4, bahwa model CNN yang telah dibuat dalam penelitian ini memiliki akurasi yang baik. Model CNN yang telah dibuat berhasil mendapatkan akurasi sebesar 84.61% untuk data *train* dan 73.83% untuk data *test*. Akurasi sebesar itu sudah cukup untuk membuktikan bahwa CNN

dapat digunakan untuk mendeteksi pokok pohon kelapa sawit berdasarkan citra UAV dari perkebunan kelapa sawit.

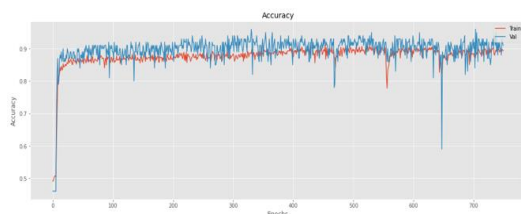
3.2. Model ANN untuk Prediksi Serangan Ganoderma Pada Pohon Kelapa Sawit

Model prediksi serangan ganoderma pada perkebunan kelapa sawit menggunakan custom ANN yang telah dibuat, akan dievaluasi dengan menggunakan data *training* dan data *testing*. Parameter yang akan digunakan untuk mengevaluasi model ANN adalah *accuracy*. Hasil akurasi dari model dapat dilihat pada tabel 5. Sedangkan untuk grafik *accuracy* dapat dilihat pada gambar 11.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Model ANN

Data	Accuracy
Training	91%
Testing	94%

Dapat dilihat pada tabel 5, bahwa model ANN yang telah dibuat dalam penelitian ini memiliki akurasi yang baik. Model ANN yang telah dibuat berhasil mendapatkan akurasi sebesar 91% untuk data *train* dan 94% untuk data *test*. Akurasi sebesar itu sudah cukup untuk membuktikan bahwa ANN dapat digunakan untuk memprediksi serangan penyakit ganoderma berdasarkan nilai RGB dari pohon kelapa sawit.



Gambar 9. Grafik Accuracy Model Prediksi Serangan Penyakit Ganoderma dengan Algoritma ANN

Dapat dilihat pada gambar 11 bahwa model ANN yang telah dibuat, mengalami sedikit *overfitting* pada epochs 0 hingga sekitar epochs 550. Kondisi tersebut dapat dilihat dari garis *train* dan *validation* yang pada epochs 0 hingga sekitar epoch 550 yang tidak saling menempel. Akan tetapi pada epochs ke 550-750 dapat dilihat bahwa kondisi *overfitting* sudah tidak terjadi,

sehingga dapat disimpulkan bahwa model dapat beradaptasi dengan data yang ada dan menjadi akurat.

Penelitian ini juga didukung oleh penelitian dari Asyari, et.al (2019) menunjukkan bahwa kamera multispektral dapat mengidentifikasi tanaman kelapa sawit yang terserang Ganoderma pada ketinggian 50 m dan 60 m dengan pemanfaatan jaringan syaraf tiruan [6]. Hal yang sama juga dijelaskan oleh BDR, Ridwan (2021) dan Rosanti menunjukkan bahwa penggunaan teknologi adalah keputusan yang tepat dalam mengelola sebuah sumber daya lahan.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian yang telah dilakukan berhasil membuktikan bahwa algoritma CNN dan ANN dapat diimplementasikan untuk memprediksi serangan penyakit ganoderma berdasarkan citra UAV dari perkebunan kelapa sawit. Model deteksi pokok pohon kelapa sawit dengan algoritma CNN berhasil mendapatkan akurasi sebesar 84.61% pada saat training dan 73.83% pada saat testing. Sedangkan model prediksi serangan ganoderma menggunakan algoritma ANN berhasil mendapatkan akurasi sebesar 91% pada saat training dan 94% pada saat testing. Meski begitu, akurasi dari model CNN masih memiliki kemungkinan untuk bisa ditingkatkan dengan menambah variasi dari imagechips baik dari segi bentuk pohon kelapa sawit maupun resolusi citra yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] R. Saragih, D. J. C. Sihombing and E. Rahmi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kelapa Sawit Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web," *Journal of Information Technology and Accounting*, vol. 1, pp. 27-44, 2018.
- [2] H. Santoso, "Pengamatan dan Pemetaan Penyakit Busuk Pangkal Batang di Perkebunan Kelapa Sawit Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan Kamera Multispektral," *jurnal Fitopatologi Indonesia*, vol. 16, pp. 69-80, 2020.
- [3] M. N. Anisa, Rokhmatuloh and R. Hernina, "UAV application to estimate oil palm trees health using Visible Atmospherically Resistant Index (VARI) (Case study of Cikabayan Research Farm, Bogor City),"

E3S Web of Conferences, vol. 211, pp. 1-7, 2020.

- [4] J. Lenhardt, "Use deep learning to assess palm tree health," 2021. [Online]. Available: <https://learn.arcgis.com/en/projects/use-deep-learning-to-assess-palm-tree-health/>. [Accessed 17 November 2021].
- [5] R. P. Ramadhan and N. L. Marpaung, "Identifikasi Jenis Penyakit Daun Tanaman Jagung Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Berbasis Backpropagation," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, pp. 1-5, 2019.
- [6] Asyari, M. S., & Mutawally, F. W. (2019). Identifikasi Ganoderma Pada Tanaman Kelapa Sawit Berbasis Reflektansi Gelombang Multispektral. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 7(3), 193-200.
- [7] Rosanti, N. ALGORITME CEDAS UNTUK DETEKSI PENYAKIT BASAL STEM ROT (BSR) DENGAN CITRA MULTISPEKTRAL.
- [8] BDR, M. F., Ridwan, I., Adzima, A. F., & Anshori, M. F. (2021). PENGGUNAAN PESAWAT TANPA AWAK (DRONE) DALAM MELAKUKAN PEMANTAUAN DAN IDENTIFIKASI OTOMATIS PADA PERTANAMAN JAGUNG DI KELOMPOK TANI PATTAROWANGTA, KABUPATEN TAKALAR. *Jurnal Dinamika Pengabdian (JDP)*, 7(1).