

DETEKSI PENYAKIT PADA DAUN PAKCOY DENGAN PENGOLAHAN CITRA MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

DISEASES DETECTION OF BOK CHOY LEAF BY IMAGE PROCESSING USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD

Michael Ferdy Susila¹, Budhi Irawan², Casi Setianingsih³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹michaelferdy@telkomuniversity.ac.id, ²budhiirawan@telkomuniversity.co.id,

³setiacasie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Salah satu penunjang keberlangsungan hidup manusia ada pada sektor pertanian. Manusia bercocok tanam untuk memanfaatkan sumber daya hayati yang bisa menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, sumber energi, dan untuk mengelola lingkungannya. Pertanian di Indonesia terdiri dari dua macam, lahan basah dan kering. Masalah yang selalu dihadapi pada setiap tanaman adalah hama dan penyakit. Pada saat tanaman sudah mulai tumbuh daun dan batang atau ranting, sering terjadi serangan dari hama atau penyakit yang dapat mengakibatkan daun dan buah dari tanaman yang terjangkit berlubang hingga membusuk dan mati. Tugas akhir ini membahas tentang perancangan dan implementasi pendeteksi penyakit tanaman pakcoy. Deteksi penyakit tanaman pakcoy dalam satu kali pengambilan gambar dengan jenis penyakit yang dideteksi adalah daun berlubang dan *leaf miner* ke dalam satu *frame* gambar. Implementasi dan manfaat dari deteksi penyakit tanaman packcoy ini bertujuan untuk mengurangi gagal panen atau tanaman busuk dan rusak menggunakan metode klasifikasi *Convolutional Neural Network* (CNN). Dengan menggunakan metode CNN diharapkan mampu mendeteksi penyakit tanaman pakcoy dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil dari tugas akhir ini adalah sistem dapat mendeteksi dua kelas penyakit pada daun dan satu kelas daun normal pada partisi data latih dan uji, 90%:10%, dengan gambar yang diambil pada *storage*. Akurasi yang diperoleh dengan penggunaan metode CNN mencapai 86.67%.

Kata kunci: pertanian, pakcoy, CNN.

Abstract

One of the supporting factors of human survival is in the agricultural sector. Humans grow crops to utilize biological resources that can produce food, industrial raw materials, energy sources, and to manage their environment. Agriculture in Indonesia consists of two types, wet and dry land. The problem that is always faced by every plant is pests and diseases. When plants have started to grow leaves and stems or twigs, often there are attacks from pests or diseases that can cause the leaves and fruit of plants that are infected with holes to rot and die. This final project discusses the design and implementation of bokchoy plant disease detection. Detection of bokchoy plant disease in one shot with the type of disturbance detected is hollow leaves and leaf miners into one picture frame. The implementation and benefits of the detection of bokchoy plant diseases aim to reduce crop failure or rotten and damaged plants using the Convolutional Neural Network (CNN) classification method. By using the CNN method, it is expected to be able to detect bokchoy plant diseases with a high degree of accuracy. The result of this final project is that the system can detect two classes of diseases in leaves and one class of normal leaves in 90%:10% partition data of training data and test data, with images taken on storage. The accuracy obtained by using the CNN method reaches 86.67%.

Keywords: agriculture, bokchoy, CNN.

1. Pendahuluan

Salah satu penunjang keberlangsungan hidup manusia ada pada sektor pertanian. Manusia bercocok tanam untuk memanfaatkan sumber daya hayati yang bisa menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, sumber energi, dan untuk mengelola lingkungannya. Pertanian di Indonesia terdiri dari dua macam, lahan basah dan kering.

Masalah yang selalu dihadapi pada setiap tanaman adalah hama dan penyakit. Pada saat tanaman sudah mulai tumbuh daun dan batang atau ranting, sering terjadi serangan dari hama atau penyakit yang dapat mengakibatkan daun dan buah dari tanaman yang terjangkit berlubang hingga membusuk dan mati. Untuk mengawasi seluruh tanaman, petani harus mengecek satu persatu tanaman yang ditanam, sehingga membutuhkan tenaga yang banyak, serta membutuhkan waktu yang cepat untuk memotong/memisahkan bagian tanaman yang terjangkit agar tidak menular atau merambat ke tanaman yang lain [1] [2].

Sistem deteksi penyakit pada daun pakcoy menggunakan klasifikasi *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah representasi pengetahuan tahap lanjutan dengan menjelaskan penyakit apa yang diderita oleh tanaman pakcoy yang ada dalam satu *frame* gambar. Sistem yang diterapkan pada analisis penyakit pada daun pakcoy, untuk memudahkan petani dalam mengawasi tanaman [3] [4].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka proposal tugas akhir yang dibuat adalah "Deteksi Penyakit Pada Daun Pakcoy Dengan Pengolahan Citra Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*".

2. Landasan Teori

2.1. Pertanian

Pertanian adalah kegiatan memanfaatkan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, sumber energi, serta mengelola lingkungan hidup yang tersedia. Arti luas dari pertanian adalah menanam tanaman produktif yang menghasilkan bagi manusia dan dapat digunakan untuk keberlangsungan hidup manusia. Arti sempit dari pertanian pembudidayaan tanaman pada lahan yang sudah disiapkan sehingga hasil yang didapat bisa mencukupi kebutuhan manusia [5] [6].

Berikut ini adalah beberapa sistem dalam pertanian: [5]

1. Hortikultura

Hortikultura merupakan cabang ilmu dari agronomi. Holtikultura berfokus pada budidaya tanaman buah, bunga, sayuran, herbal, dan taman.

2. Organik

Sistem pertanian organik merupakan gerakan revolusi hijau dengan cara mengurangi penggunaan pupuk dan bahan – bahan kimia lainnya.

3. Hidroponik.

Hidroponik adalah cara berbudidaya tanaman dengan lebih memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah.

2.2. Pakcoy

Pakcoy, atau biasa disebut kubis putih Cina, termasuk ke dalam sayuran daun. Pakcoy memiliki warna putih atau hijau, tebal, dan batang yang renyah dengan daun lebar dengan warna terang ke gelap. Ukuran pakcoy bervariasi, tingginya mulai dari 4 hingga 12 inci, Semua bagian pakcoy bisa dimakan, termasuk batang dan daunnya. Sayur pakcoy masih satu keluarga dengan brokoli, kubis, dan kembang kol. Sayur pakcoy mengandung banyak vitamin A dan C, keduanya berperan penting sebagai antioksidan dalam tubuh yang berfungsi untuk melindungi sel – sel tubuh tetap sehat dan mencegah radikal bebas [7]. Gambar 2.2 merupakan sayur pakcoy.

2.3. Penyakit Tanaman Pakcoy yang Dideteksi

2.3.1. Daun Berlubang

Salah satu penyebab daun berlubang pada tanaman adalah hama ulat. Hama ulat ini sudah sangat populer di kalangan petani, seperti pada gambar 2.3. Salah satu jenis ulat yang seringkali menyerang tanaman adalah ulat

grayak/*spodoptera litura*. Ulat jenis ini mampu memakan daun hingga benar – benar habis dalam waktu yang singkat, sehingga dapat menyebabkan kemampuan fotosintesis dari tanaman menjadi terganggu. Pada serangan yang masuk dalam tahap masif menjadikan ulat grayak ini memakan habis seluruh bagian daun, bahkan hanya sekedar menyisakan tulang-tulang daunnya saja [8].

2.3.2. Leaf Miner

Hama penggorok daun (*liriomyza huidobrensis*), hama yang dikenal dengan sebutan *leaf miner*, merupakan spesies lalat dari genus *Liriomyza* dan keluarga *Agromyzidae*. Lalat ini menyerang daun tanaman dengan cara meletakkan telur di bagian epidermis daun. Setelah telur menetas dan berubah menjadi larva, akan menggorok dan masuk ke dalam jaringan mesofil daun. Sehingga jaringan daun menjadi kosong, dan menampakkan bercak berwarna putih atau keperakan di atas permukaan daun [8]. Pada gambar 2.4 salah satu daun yang terjangkit *leaf miner*.

2.4. Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah metode untuk menunjukkan beberapa operasi pada suatu gambar atau citra yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra tersebut atau untuk mendapatkan informasi yang berguna di dalamnya. Hampir serupa dengan pengolahan sinyal, dimana pada pengolahan citra masukannya berupa citra dan keluarannya berupa citra juga atau karakteristik atau fitur – fitur yang terdapat di dalamnya [9].

Pengolahan citra pada dasarnya memiliki tiga tahap berikut: [9]

1. Impor citra melalui alat akuisisi citra,
2. Analisis dan manipulasi citra,
3. Keluaran dimana hasilnya bisa berupa citra yang telah diubah atau laporan berdasarkan pada analisis citra.

Terdapat dua jenis metode yang digunakan untuk pengolahan citra yaitu, analog dan digital. Pengolahan citra analog biasanya digunakan untuk salinan berbentuk cetak. Pengolahan citra digital membantu dalam memanipulasi citra digital menggunakan perangkat komputer.

2.5. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Networks merupakan salah satu dari kategori utama dalam pengenalan citra, klasifikasi citra, deteksi objek, pengenalan wajah, dan lain – lain. Klasifikasi citra pada CNN mengambil masukan berupa citra, memprosesnya, dan mengklasifikasikannya dalam beberapa kategori. Komputer melihat citra masukan tersebut sebagai himpunan piksel (tergantung dari resolusi citra tersebut). Berdasarkan resolusi citra, bisa dilihat panjang x lebar x dimensi.

Pada dasarnya *deep learning* model CNN akan dilatih dan diuji, tiap citra masukan akan melewatinya melalui rangkaian *convolution layers* dengan *filters* atau *kernel*, *pooling*, *fully connected layers*, dan mengaplikasikan fungsi *softmax* untuk mengklasifikasi sebuah objek dengan nilai probabilitasnya antara nol atau satu [10] [11] [12]. Pada gambar 2.5 merupakan konsep dari *convolutional neural network*.

2.5.1. Convolution Layer

Convolution adalah *layer* pertama yang mengekstrak fitur dari sebuah citra masukan. *Convolution* menjaga hubungan diantara piksel dengan mempelajari fitur – fitur citra menggunakan kotak kecil data masukan. Ini merupakan operasi matematika yang mengambil dua masukan seperti matriks citra dan *filter* atau *kernel*. *Convolution* dari sebuah citra dengan berbeda *filter* dapat menunjukkan operasi seperti *edge detection*, *blur* and *sharpen* dengan mengaplikasikan *filter* [12]. Pada gambar 2.6 merupakan gambaran dari matriks citra dikalikan dengan *kernel* atau *filter* dan pada gambar 2.7 merupakan beberapa jenis *filter*.

2.5.2. Strides

Stride adalah jumlah piksel yang bergeser di atas matriks masukan. Saat *stride* bernilai 1 maka *filter* akan berpindah ke 1 piksel disaat bersamaan. Saat *stride* bernilai 2 maka *filter* akan berpindah ke 2 piksel disaat bersamaan dan begitu seterusnya [12]. Seperti pada gambar 2.8 di bawah merupakan saat *stride* bernilai 2.

2.5.3. Padding

Terkadang *filter* tidak cocok sempurna dengan citra masukan. Terdapat dua pilihan: [12]

1. Tambah citra dengan nol (*zero-padding*)
2. Lepas bagian dari citra yang tidak cocok (*valid padding*).

2.5.4. Non-Linearity (ReLU)

ReLU bertujuan untuk menegenalkan ketidaklinearan di CNN, dimana data dunia nyata menginginkan CNN untuk mempelajari kemungkinan ketidaknegatifan nilai linear. Ada fungsi ketidaklinearan seperti *tanh* atau *sigmoid* yang dapat digunakan menggantikan ReLU [12]. Pada gambar 2.9 merupakan operasi dari ReLU

2.5.5. Pooling Layer

Pooling layers akan mereduksi atau mengurangi parameter saat suatu citra terlalu besar. *Spatial pooling* yang juga disebut *subsampling* atau *downsampling* akan mereduksi dimensi tiap *map* tetapi mempertahankan informasi penting. Pada gambar 2.10 merupakan salah satu contoh tipe dari *Spatial Pooling*. *Spatial pooling* dibedakan beberapa tipe: [12]

1. *Max pooling* (mengambil elemen terbesar)
2. *Average pooling* (mengambil rata – rata elemen)
3. *Sum pooling* (menjumlahkan semua elemen)

2.5.6. Fully Connected Layer

Fully connected layer meratakan matriks menjadi vector dan memasukkannya ke dalam *fully connected layer* seperti *neural network* [12]. Pada gambar 2.11 merupakan contoh *Fully Connected Layer*.

3. Perancangan Sistem

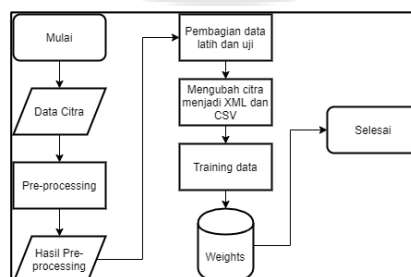
3.1. Perancangan Sistem

3.1.1. Pre-Processing

Citra tanaman yang diambil dari penyimpanan akan masuk ke *pre-processing* yang terdiri dari *resize* dan konversi citra yang dikonversi dari format JPEG menjadi XML. Citra diproses *resize* dengan mengubah ukuran citra kurang dari 200KB. Setelah dilakukan *resize*, selanjutnya mengonversi citra JPEG menjadi XML.

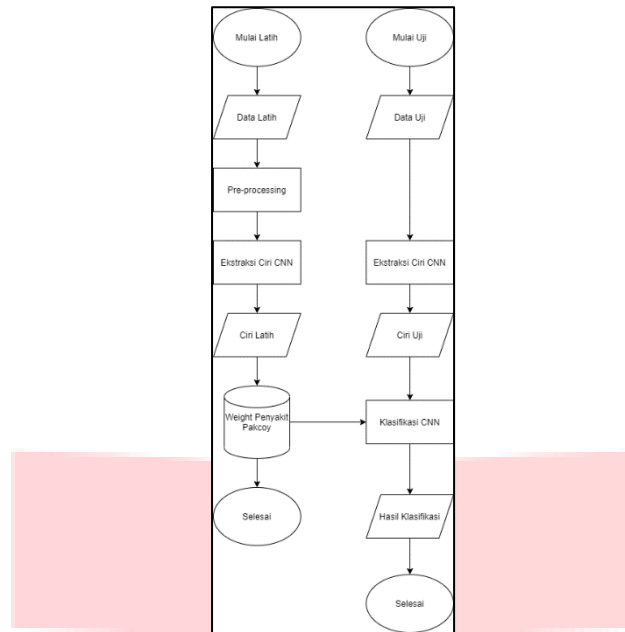
1. Flowchart Training Data

Pada proses *training data*, data masukan berupa citra yang merupakan citra penyakit daun pada tanaman seperti daun berlubang, *leaf miner*, dan normal. Setelah itu, citra masuk ke proses *pre-processing*. Hasil *pre-processing* terbagi menjadi dua jenis data yaitu, data latih dan uji dengan prosentase tertentu. Kedia jenis data tersebut berformat JPEG diberi label yang menghasilkan data berformat XML, kemudian data tersebut diubah menjadi data berformat CSV. Hasil tersebut adalah bekal untuk bisa *ditraining*. Hasil *training* akan disimpan berupa nilai bobot atau *weights* dari model *fully connected layer*.



Gambar 3.1. Flowchart Proses

3.1.2. Klasifikasi Citra dengan CNN



Gambar 3.2. Flowchart
Proses Klasifikasi Citra

Sistem akan membuat model CNN yaitu *Inception* dimana sistem akan memproses citra hasil *pre-processing* ke dalam model *Inception* untuk mendapatkan label klasifikasi.

1. Pada *convolution layer* dilakukan perkalian antara citra masukan dengan filter dengan nilai *stride* tertentu. Hasil dari *convolution layer* akan masuk ke *pooling layer*.
2. Pada *pooling layer*, menggunakan *max pooling layer* atau nilai tertinggi atau maksimal dan nilai *stride* tertentu. Setelah melalui *pooling layer*, akan berlanjut ke proses *fully connected layer*.
3. Pada proses *fully connected layer* ini menyusun hasil *pooling*.

4. Pengujian dan Analisis

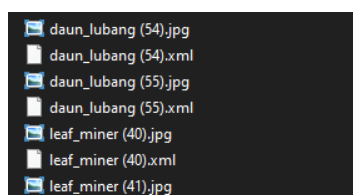
4.1. Implementasi Sistem

4.1.1. Implementasi Pre-Processing

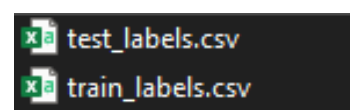
Citra tanaman yang diambil dari penyimpanan akan masuk ke *pre-processing* yang terdiri dari *resize* dan konversi citra yang dikonversi dari format JPEG menjadi XML. Citra diproses *resize* dengan mengubah ukuran citra kurang dari 200KB. Setelah dilakukan *resize*, selanjutnya mengonversi citra JPEG menjadi XML.

4.1.2. Implementasi Klasifikasi Citra dengan CNN

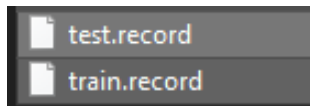
Gambar dataset yang sudah dikonversi menjadi format CSV, digenerate menjadi *train.record* dan *test.record*. Setelah tersimpan menjadi *train.record* dan *test.record*, kedua data tersebut akan melalui proses training. Dalam proses training menggunakan *Convolutional Neural Network* akan terjadi proses *convolution*, *maxpooling*, dan *fully connected layer*. Data hasil training yang telah tersimpan, selanjutnya diekspor menjadi *inference graph* yang akan digunakan sistem untuk deteksi gambar masukan. Sistem tersebut berfungsi untuk mendeteksi penyakit yang terdeteksi pada daun pakcoy dan akan menghasilkan label penyakit apa yang terdeteksi pada gambar masukan



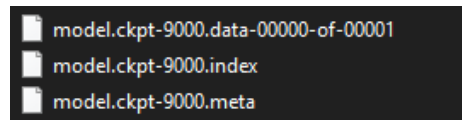
Gambar 4.1. Contoh Gambar yang Telah Dikonversi menjadi XML



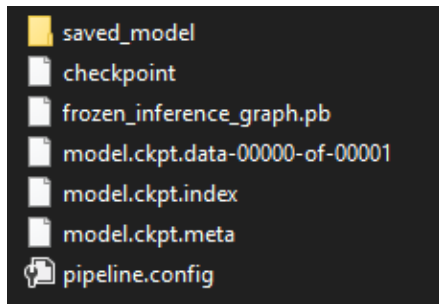
Gambar 4.2. Data Latih dan Uji yang Telah Dikonversi Menjadi CSV



Gambar 4.4. Data Latih dan Uji Digenerate Menjadi *Train.Record* dan *Test.Record*



Gambar 4.3. Hasil *Training Dataset*



Gambar 4.5. Hasil Ekspor Inference Graph



Gambar 4.6. Hasil Deteksi

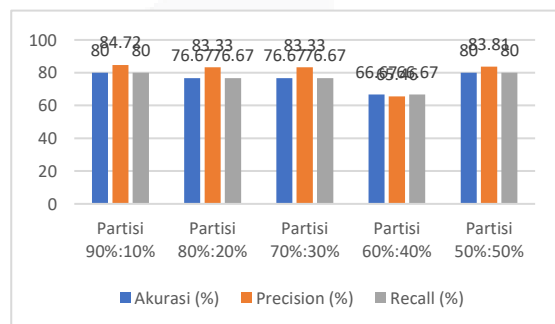
4.2. Hasil Pengujian

4.2.1. Hasil Pengujian Partisi Data

Pengujian partisi data bertujuan untuk melatih sistem dalam melakukan deteksi pada gambar. Pengujian ini dilakukan pada 165 gambar dan dibagi menjadi partisi latih dan uji sebesar 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, dan 50%:50%. Pengujian ini menggunakan *epoch* 9000 dan *learning rate* 0.0002.

Tabel 4.1. Tabel Uji Partisi

<i>Epoch</i> 9000 dan <i>learning rate</i> 0.0002		
Partisi Data	Akurasi (%)	
Data latih 90%:data uji 10%	80.00	
Data latih 80%:data uji 20%	76.67	
Data latih 70%:data uji 30%	76.67	
Data latih 60%:data uji 40%	66.67	
Data latih 50%:data uji 50%	80.00	



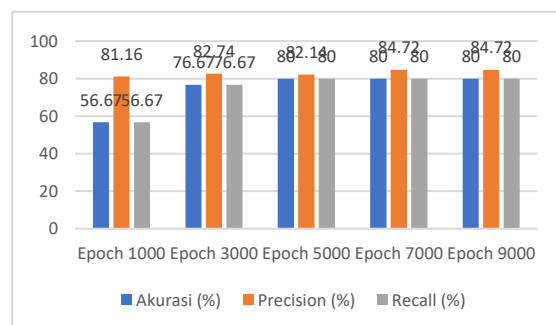
Gambar 4.7. Hasil Pengujian Partisi Data

4.2.2. Hasil Pengujian *Epoch*

Pengujian *epoch* dilakukan dengan nilai 1000, 3000, 5000, 7000, dan 9000, partisi data yang digunakan adalah partisi data dengan akurasi tertinggi dari pengujian partisi dan menggunakan *learning rate* 0.0002.

Tabel 4.2. Tabel Uji *Epoch*

Partisi Data 90%:10% dan <i>learning rate</i> 0.0002		
Epoch	Akurasi (%)	
1000	56.67	
3000	76.67	
5000	80.00	
7000	80.00	
9000	80.00	



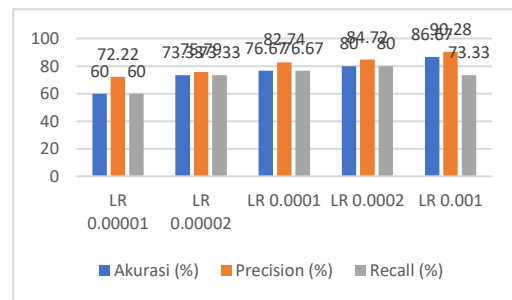
Gambar 4.8. Hasil Pengujian *Epoch*

4.2.3. Hasil Pengujian *Learning Rate*

Pengujian *learning rate* dilakukan dengan nilai 0.00001, 0.00002, 0.0001, 0.0002, dan 0.001. Partisi data dan *epoch* yang digunakan adalah partisi data dan *epoch* dengan akurasi tertinggi dari pengujian partisi dan *epoch*.

Tabel 4.3. Tabel Uji *Learning Rate*

Partisi Data 90%:10% dan <i>epoch</i> 9000	
Learning Rate	Akurasi (%)
0.00001	60.00
0.00002	73.33
0.0001	76.67
0.0002	80.00
0.001	86.67



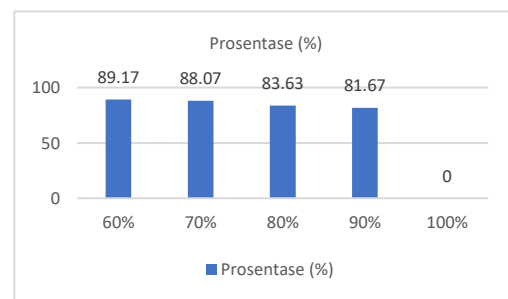
Gambar 4.9. Hasil Pengujian *Learning Rate*

4.2.4. Hasil Pengujian Minimum *Threshold Optimum*

Pengujian minimum *threshold optimum* dilakukan dengan nilai 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%. Partisi data, *epoch*, dan *learning rate* yang digunakan adalah partisi data, *epoch*, dan *learning rate* dengan akurasi tertinggi dari pengujian sebelumnya.

Tabel 4.4. Tabel Pengujian Minimum *Threshold Optimum*

Partisi Data 90%:10% dan <i>epoch</i> 9000	
Minimum <i>Threshold Optimum</i>	Prosentase Banyak Daun Terdeteksi dalam 1 Gambar Masukan (%)
60%	89.17
70%	88.07
80%	83.63
90%	81.67
100%	0



Gambar 4.10. Hasil Pengujian Minimum

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari percobaan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang diusulkan telah menjawab tujuan penelitian dan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem deteksi penyakit daun pakcoy dapat melakukan klasifikasi 3 jenis atau kelas yaitu daun berlubang, *leaf miner*, dan normal menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan baik.
2. Sistem deteksi penyakit daun pakcoy dapat melakukan klasifikasi dengan baik menggunakan gambar yang tersimpan di penyimpanan dengan partisi data latih dan uji 90%:10%, *epoch* sebesar 9000, dan *learning rate* sebesar 0.001 dengan tingkat akurasi 86.67%. Dan dengan nilai minimum *threshold optimum* sebesar 60%.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan penulis untuk pengembangan sistem ini menjadi lebih baik adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan sistem dapat melakukan klasifikasi dengan lebih banyak kelas penyakit pada daun.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan sistem dapat diimplementasikan pada website atau aplikasi android.

Daftar Pustaka

- [1] R. G. d. Luna, E. P. Dadios and A. A. Bandala, "Automated Image Capturing System for Deep Learning-based Tomato Plant Leaf Disease Detection and Recognition," *Proceedings of TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference (Jeju, Korea, 28 - 31 October 2018)*, 2018.
- [2] A. T. Y. O. Melike Sardogan, "Plant Leaf Disease Detection and Classification," pp. 382 - 385, 2018.
- [3] J. Hu, Z. Chen, M. Yang, R. Zhang and Y. Cui, "A Multi-Scale Fusion Convolutional Neural Network for Plant Leaf Recognition," 2018.
- [4] A. Elhassouny and F. Smarandache, "Smart Mobile Application to Recognize Tomato Leaf Diseases Using Convolutional Neural Network," 2019.
- [5] F. D. Solutions, "FDS," 3 5 2019. [Online]. Available: <https://www.fulldronesolutions.com/definisi-pertanian-dan-contoh-pertanian-sektor-di-indonesia-manfaat-jenis-jenis/>. [Accessed 27 6 2020].
- [6] S. N., "Pengertianku," 4 6 2016. [Online]. Available: <http://www.pengertianku.net/2016/04/pengertian-pertanian-secara-umum.html>. [Accessed 27 6 2020].
- [7] A. M. Safitri, "Hello Sehat," 20 12 2019. [Online]. Available: <https://hellosehat.com/hidup-sehat/nutrisi/gizi-dan-cara-memasak-sayur-pakcoy/>. [Accessed 27 6 2020].
- [8] engz0586, "Hewan dan Tumbuhan," 21 October 2013. [Online]. Available: <https://hewantumbuhandotcom.wordpress.com/2013/10/21/hama-dan-penyakit-pada-tanaman-sawi-caisim-dan-pakcoy/>. [Accessed 21 September 2019].
- [9] G. Anbarjafari, "University of Tartu," 25 6 2014. [Online]. Available: <https://sisu.ut.ee/imageprocessing/book/1>. [Accessed 27 6 2020].
- [10] E. Kang and I.-S. Oh, "Weak Constraint Leaf Image Recognition Based On Convolutional Neural Network," 2018.
- [11] T. J. Jassman, R. Tashakkori and M. Parry, "Leaf Classification Utilizing a Convolutional Neural Network," *IEEE SoutheastCon 2015, April 9 - 12, 2015 - Fort Lauderdale, Florida*, 2015.
- [12] Prabhu, "Medium," 4 3 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/@RaghavPrabhu/understanding-of-convolutional-neural-network-cnn-deep-learning-99760835f148>. [Accessed 27 6 2020].