

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**KLASIFIKASI PENYAKIT PADA DAUN ANGGUR
MENGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
UIN SUSKA RIAU**

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh

AGUSTA YUSALENDRA

NIM. 11750114884



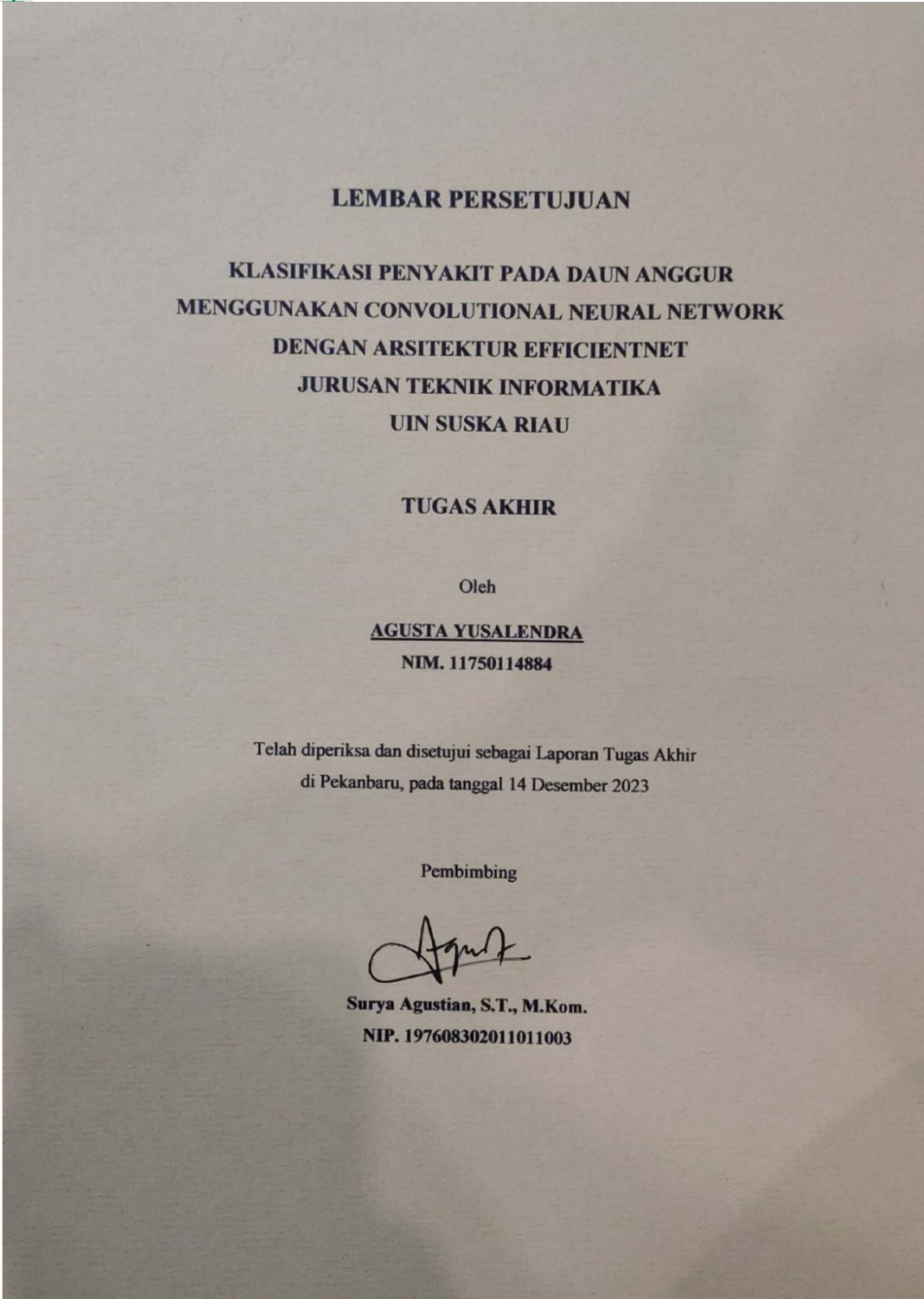
UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan sesuai penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 11 Mei 2023

Yang membuat pernyataan,



AGUSTA

NIM. 1132115166

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Agusta Yusalendra
NIM : 11750114884
Tempat/Tanggal Lahir : Suarau Gading , 30 Agustus 1998
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Informatika
Judul Skripsi :

KLASIFIKASI PENYAKIT PADA DAUN ANGGUR MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penilitan saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 16 Januari 2024

Yang membuat pernyataan



AGUSTA YUSALENDRA

NIM. 11750114884

LEMBAR PERSEMBAHAN



Terimakasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya sehingga terselesainya skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan pertama untuk diri saya sendiri yang sudah bisa bertahan dan berusaha sejauh ini. Terutama keluarga yang telah membantu dan mendukung dalam segala hal selama ini. Serta teman-teman yang sudah mendukung dan memberi motivasi kepada saya selama ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Klasifikasi Penyakit Pada Daun Anggur Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Efficientnet

Agusta Yusalendra¹; Habib Hakim Sinaga²; Surya Agustian³; Benny S. Negara⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
11750114884@students.uin-suska.ac.id

ABSTRACT

The grapes themselves can be consumed and can even be processed into various products so that the grapes can provide added value. This can create opportunities to increase wine production so as to increase the income of grape growers and promote the development of the wine processing industry. Factors that influence the occurrence of diseases in grapevines are environmental conditions, growing media, animals, fungi, and others. Diseases on grape leaves can interfere with the growth process of grapevines so that the grapevines are unable to produce maximum fruit. Convolutional Neural Network(CNN) has a different approach from traditional machine learning which seeks and selects among the many feature extractions to be assigned. CNN learns feature extraction through image patterns automatically from the training process. The results of the Confusion matrix used 1222 training data which were divided into 2 classes, namely Fake Flour with 585 images and Fungus Powder with 637 images. Training the EfficienNet-B0 model on grape leaf disease which produces the highest accuracy value is found in experiment 2 with the Adam optimizer and neurons in dense totaling 512 resulting in an accuracy value of up to 76.2%.

Keywords: Grape, Deep Learning, Artificial Neural Network, Convolutional Neural Network (CNN), EfficientNet

ABSTRAK

Buah anggur sendiri bisa dikonsumsi dan bahkan juga bisa diolah menjadi berbagai produk sehingga buah anggur bisa memberikan nilai tambah. Hal tersebut dapat menciptakan peluang untuk meningkatkan produksi anggur sehingga dapat menambah pendapatan petani anggur serta meningkatkan perkembangan industri pengolahan anggur. Faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit pada tanaman anggur adalah kondisi lingkungan, media tanam, binatang, jamur, dan lain-lain. Penyakit pada daun anggur dapat mengganggu proses pertumbuhan pada tanaman anggur sehingga tanaman anggur tidak mampu menghasilkan buah secara maksimal. Convolutional Neural Network(CNN) memiliki pendekatan yang berbeda dengan traditional machine learning yang mencari dan memilih dari sekian banyaknya feature extraction yang akan ditetapkan. CNN mempelajari feature extraction melalui pola gambar secara otomatis dari proses pelatihan. Hasil Confusion matrix menggunakan data latih sebanyak 1222 yang terbagi menjadi 2 kelas yaitu Tepung Palsu berjumlah 585 gambar dan Cendawan Tepung berjumlah 637 gambar. Pelatihan model EfficienNet-B0 pada penyakit daun anggur yang menghasilkan nilai akurasi tertinggi terdapat pada eksperimen 2 dengan optimizer Adam dan neuron pada dense yang berjumlah 512 menghasilkan nilai akurasi mencapai 76.2%.

Kata Kunci: Anggur, Deep Learning, Artificial Neural Network, Convolutional Neural Network (CNN), EfficientNet



1. PENDAHULUAN

Tanaman anggur merupakan salah satu tanaman yang berasal dari Eropa dan Asia Tengah yang sekarang telah tumbuh di berbagai belahan dunia termasuk wilayah Indonesia. Buah anggur sendiri bisa dikonsumsi dan bahkan juga bisa diolah menjadi berbagai produk sehingga buah anggur bisa memberikan nilai tambah. Hal tersebut dapat menciptakan peluang untuk meningkatkan produksi anggur sehingga dapat menambah pendapatan petani anggur serta meningkatkan perkembangan industri pengolahan anggur [1]. Namun, tanaman anggur rentan terhadap penyakit yang berbeda-beda. Penyakit pada daun anggur telah menghambat perkembangan industri anggur dan menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan [2].

Pendekatan saat ini untuk mendeteksi penyakit daun anggur terutama didasari pada pengenalan visual. Pengenalan visual secara manual dapat memakan waktu yang lama serta menjadi tugas yang sulit sehingga rentan terjadinya kesalahan. Hasil diagnosis yang salah akan mengarah kepada penyalahgunaan pestisida yang akan merusak lingkungan pertumbuhan anggur dan merusak kualitas buah. Oleh karena itu, berbagai teknik spektroskopi telah banyak diterapkan dalam diagnosis dan pemantauan penyakit tanaman. Namun, persyaratan sensor besar dan perangkat yang lengkap menjadi tidak efisien dan memiliki biaya yang tinggi [3].

Berhubung gejala tanaman yang terinfeksi muncul secara visual pada daun tanaman, *Computer Vision* bisa menjadi langkah yang efektif dan cepat dalam mengidentifikasi adanya penyakit terhadap daun anggur [4]. Kemajuan terbaru dalam pengembangan *computer vision* berbasis *deep learning* dengan arsitektur kompleks yang menggunakan jaringan syaraf tiruan sebagai dasar klasifikasi (Aravind). Salah satu metode dari *deep learning* yang cukup populer terhadap pengenalan citra yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)*. CNN memiliki pendekatan yang berbeda dengan *traditional machine learning* yang mencari dan memilih dari sekian banyaknya *feature extraction* yang akan ditetapkan. CNN mempelajari *feature extraction* melalui pola gambar secara otomatis dari proses pelatihan [5]. Selain itu, CNN sangat efektif digunakan dengan data yang besar serta berdimensi tinggi [6].

Klasifikasi penyakit pada daun anggur pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh [7], penelitian tersebut menggunakan metode CNN dengan arsitektur VGG-16. Model yang diusulkan mendapatkan akurasi sebesar 97.8%. Penelitian lain pernah dilakukan oleh Thekk (2020), penelitian tersebut menggunakan arsitektur VGG-16 dan SVM sebagai klasifikasinya. Berdasarkan penelitian tersebut, *VGG-16 fine-tuning* menggunakan *classifier SVM* tidak mendapatkan hasil akurasi yang baik dalam pengujian data *testing*. *SVM* tidak efektif digunakan untuk *dataset* yang besar dan tidak dapat bekerja dengan baik ketika *dataset* memiliki *multi-classes*.

Penelitian dilakukan oleh Tan & Le (2019) menggunakan metode CNN dengan arsitektur *EfficientNet* untuk pengujian terhadap *dataset* yang disediakan oleh *ImageNet*. Arsitektur ini secara signifikan mengungguli arsitektur lainnya dengan arsitektur *EfficientNet-B7* mendapat *top-1 accuracy* 84.3% sekaligus menjadikannya *the new state-of-the-art* pada kompetisi ILSVRC tahun 2019. Khusus untuk arsitektur *EfficientNet-B0* merupakan arsitektur *EfficientNet* dengan jumlah parameter paling sedikit sebanyak 5.3 juta parameter yang membuat arsitektur ini juga mempunyai waktu komputasi paling ringan diantara arsitektur *EfficientNet* lainnya. Arsitektur *EfficientNet-B0* memiliki *top-1 accuracy* 77.1% yang jumlah parameternya 4.5 kali lebih kecil dari arsitektur *Inception-V3* dengan *top-1 accuracy* 78.8% [9].

No Free Lunch (NFL) theorem membuktikan bahwa tidak ada algoritma *machine learning* yang secara umum memiliki kinerja yang lebih baik dalam semua permasalahan [10]. Teori NFL ini menunjukkan bahwa biaya atau kompleksitas dari komputasi untuk setiap masalah optimasi adalah

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Ditulis oleh Ningsih Rizki, Staf Akademik UIN Suska Riau

Staf Akademik UIN Suska Riau

Syarif Kasim I

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



sama untuk semua masalah. Pengetahuan dari para ahli dalam memilih parameter yang berpengaruh menjadi salah satu cara untuk mengoptimalkan kinerja algoritma yang dapat menghabiskan waktu yang lama. Sehingga *Hyperparameter optimization* (HPO) bisa menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi permasalahan tersebut. HPO merupakan metode yang mengkombinasikan beberapa *hyperparameter* untuk mencapai performa sesuai yang diinginkan. *Hyperparameter* tersebut harus dikonfigurasi dengan tepat dan akurat untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pelatihan *neural network* [11].

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1 Tanaman Anggur dan Penyakit Daun Anggur

Tanaman anggur merupakan salah satu tanaman yang berasal dari Eropa dan Asia Tengah yang sekarang telah tumbuh di berbagai belahan dunia termasuk wilayah Indonesia. Buah anggur sendiri bisa dikonsumsi dan bahkan juga bisa diolah menjadi berbagai produk sehingga buah anggur bisa memberikan nilai tambah. Hal tersebut dapat menciptakan peluang untuk meningkatkan produksi anggur sehingga dapat menambah pendapatan petani anggur serta meningkatkan perkembangan industri pengolahan anggur. Tanaman anggur dapat diolah menjadi jus anggur, kismis, minuman dengan rasa anggur serta banyak lagi komoditi yang dapat dihasilkan dari tanaman anggur ini. Buah anggur segar jika diolah menjadi jus mengandung air sekitar 70-80%, karbohidrat 15-25%, dan juga mengandung asam organik, tannin, protein, amino, amoniak, dan mineral yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Kandungan vitamin C pada anggur juga cukup tinggi, yaitu sekitar ± 100 ml per 100 gr buah anggur. Pada buah anggur yang segar ataupun sudah dikeringkan juga mengandung vitamin B sekitar ± 100 ml per 100 gr buah anggur.

Faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit pada tanaman anggur adalah kondisi lingkungan, media tanam, binatang, jamur, dan lain-lain. Penyakit pada daun anggur dapat mengganggu proses pertumbuhan pada tanaman anggur sehingga tanaman anggur tidak mampu menghasilkan buah secara maksimal. Beberapa penyakit pada daun anggur ialah tepung palsu (*Downy Mildew*), yaitu penyakit pada daun anggur yang disebabkan oleh jamur *Plasmopora viticola* yang menyerang batang muda, sulur, tangkai buah dan butir buah. Lalu cendawan tepung (*Powder Mildew*) disebabkan oleh jamur *Uncinula necator* yang menyerang semua stadium pada proses pertumbuhan.

2.2 Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) atau disebut juga sebagai Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu metode machine learning yang populer. ANN ini terinspirasi dari struktur jaringan biologi, tepatnya jaringan otak manusia. Sistem pada saraf manusia mengandung sel-sel yang disebut neuron. Neuron ini terhubung antara satu dengan yang lainnya oleh akson dan dendrit. Penghubung antara akson dan dendrit disebut sebagai sinapsis [12].

Setiap neuron menerima inpu elektrokimia dari neuron lain di dendrit. Jika inputan ini memiliki kekuatan elektrik yang kuat maka neuron akan diaktifkan dan sinyal akan ditransmisikan ke akson. Dendrit berfungsi sebagai penyampai sinyal dari satu neuron ke neuron lainnya. Sinapsis berfungsi sebagai penerima sinyal. Sedangkan akson merupakan keluaran dari sebuah neuron. Struktur dari ANN ini terdiri dari jutaan struktur atau lebih yang saling terintegrasi dan terhubung antara satu dengan yang lainnya. Dalam penerapannya, ANN mengalikan jumlah inputan pada neuron dengan jumlah bobot yang sesuai. Kemudian hasil perkalian tersebut dijumlahkan kemudian keluarannya akan diberi fungsi aktivasi untuk ditemukan derajat keluarannya [5].



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2.3 © Deep Learning

Deep learning memiliki kaitan erat dengan neural network karena deep learning itu sendiri terinspirasi dari kinerja otak manusia. Deep learning sudah ditemukan sejak tahun 1940 namun baru bisa dikembangkan pada saat ini karena deep learning membutuhkan banyak lapisan dan proses komputasi yang kompleks sehingga membutuhkan teknologi yang mampu untuk memproses deep learning [5].

Deep Learning ini memiliki banyak hidden layer dengan satu input layer dan satu output layer. Hidden layer pada deep learning ini mampu mempelajari banyak variabel dan berbagai macam pola. Hidden layer pada deep learning ini mampu mempelajari pola secara otomatis dari fitur-fitur yang dipelajarinya. Tahapan pertama pada deep learning mempelajari fitur simple seperti tepi dan warna. Pada tahapan kedua, deep learning mempelajari fitur lanjutan seperti sudut. Kemudian pada tahapan ketiga deep learning mempelajari fitur yang abstrak seperti bagian-bagian pada objek [5].

2.4 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu jenis neural network yang terinspirasi secara alami. CNN ini mampu mengenali fitur dari data dengan proses konvolusi dan cocok digunakan untuk pengenalan objek dengan gambar dan klasifikasi gambar. CNN mampu mengidentifikasi wajah, orang, rambu-rambu lalu lintas, dan lain-lain dalam bentuk gambar atau visual. Struktur CNN tersusun secara tiga dimensi yaitu *width* (lebar gambar dalam pixel), *height* (tinggi gambar dalam pixel), dan *deep* (jumlah channel atau filter). Tahapan CNN terdiri dari tiga tahap yaitu *input layer* sebagai *layer* yang menerima input, kemudian *feature extraction layer*, sebagai *layer* yang mempelajari fitur dari inputan, dan terakhir *classification layer* sebagai *layer* yang menentukan kelas dari fitur yang sudah dipelajari di *feature extraction* atau disebut juga sebagai *output layer*. Pada CNN terdapat empat komponen penunjang yaitu, *convolutional layer*, *activation layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. dimana *convolutional layer*, *activation layer*, dan *pooling layer* merupakan tahapan dari *feature extraction layer*, dan *fully connected layer* merupakan tahapan dari *classification layer* [13]. Untuk tahapan CNN sendiri adalah sebagai berikut:

1. Input layer

Input layer merupakan layer yang memuat dan menyimpan data gambar untuk diproses dalam CNN. Data ini berupa lebar gambar dalam bentuk pixel, tinggi gambar dalam bentuk pixel, dan jumlah channel pada gambar. Biasanya jumlah channelnya ada tiga, untuk nilai setiap pixel RGB [13].

Feature Extraction Layer

Feature extraction layer ini merupakan layer yang akan memproses data inputan dengan mempelajari fitur gambar secara spesifik, pada feature extraction ini terdapat 3 tahapan umum yaitu convolutional layer, activation layer, dan pooling layer. tahapan ini dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan serta dapat diubah-ubah agar mendapatkan feature map yang sesuai dengan inputan sehingga dapat diklasifikasi dengan mudah pada tahapan classification layer [14]. Berikut penjelasan tahapan dari feature extraction :

a. Convolutional Layer

Convolutional layer merupakan fitur inti dari CNN dimana layer ini merupakan layer yang melibatkan beberapa proses yaitu konvolusi, padding, dan stride. Konvolusi merupakan tahap pemberian filter terhadap data sehingga mendapatkan fitur yang sesuai. Padding merupakan tahap penambahan pixel pada tepi gambar sehingga memungkinkan proses pemfilteran mengenali gambar secara maksimal. Stride merupakan jumlah pergeseran filter pada gambar [14].



b. Activation layer

Activation layer merupakan layer yang digunakan untuk menentukan apakah neuron dalam layer diaktifkan atau tidak. Activation layer ini berfungsi untuk mengenalkan fungsi nonlinear. Fungsi dari activation layer ini sama seperti activation function [13].

c. Pooling Layer

Pooling Layer merupakan layer yang digunakan untuk mengurangi jumlah parameter pada feature map tanpa menghilangkan informasinya. Pooling layer ini dapat digunakan untuk mengurangi terjadinya overfitting pada model. Ada dua macam pooling layer yang digunakan yaitu max-pooling dan average-pooling. Max-pooling mengambil nilai tertinggi sedangkan average-pooling mengambil nilai [13].

d. Classification Layer

Classification layer adalah layer yang digunakan untuk mengklasifikasi data yang telah diproses difeature extraction. Layer ini merupakan fully connected layer dimana seluruh neuronnya saling terhubung dengan outputnya, serta memiliki jumlahnya sama dengan kelas yang dikategorikan.

2.5 Activation Function

Fungsi aktivasi pada setiap layer digunakan untuk menentukan apakah neuron yang terdapat pada layer itu diaktifkan atau tidak. Tujuan dari fungsi aktivasi adalah untuk mengenalkan fungsi nonlinear yang berfungsi untuk nilai yang tidak dapat diproses dengan fungsi linear. Activation function ini digunakan pada proses backpropagation dengan menghitung nilai gradient descent kemudian membandingkan nilai bobotnya hingga mendapatkan nilai bobot yang optimal pada gradient descent ataupun teknik pengoptimalan lainnya [14].

2.6 Confusion Matrix

Confusion matrix sering disebut sebagai *error matrix*. *Confusion matrix* memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang telah dilakukan oleh sistem atau model dengan hasil sebenarnya. *Confusion matrix* berbentuk tabel matrik yang menampilkan hasil dari kinerja model dalam mengklasifikasikan data uji [15].

2.7 EfficientNet

EfficientNet adalah arsitektur dari *Convolutional neural network* (CNN) yang didasarkan pada metode penskalaan yang sederhana dan sangat efektif. *EfficientNet* mampu menskalaan semua dimensi, seperti *depth* (kedalaman) yang merupakan jumlah lapisan CNN, *width* (lebar) yang merupakan jumlah channel, dan *resolution* (resolusi) yang merupakan resolusi gambar, dengan menggunakan koefisien gabungan. tidak seperti model yang lain yang melakukan penskalaan *deep*, *width*, dan *resolution* secara acak. Metode penskalaan pada *EfficientNet* melakukan penskalaan dengan koefisien penskalaan yang tetap. Secara umum, model *EfficientNet* mampu mencapai akurasi yang lebih tinggi dan memiliki efisiensi yang lebih baik daripada arsitektur CNN yang lain seperti AlexNet, ImageNet, GoogleNet, dan MobileNetV. *EfficientNet* mampu memperbaiki efektifitas model dengan melakukan pengurangan parameter dan FLOPS (Floating Point Operations Per Second)[9].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

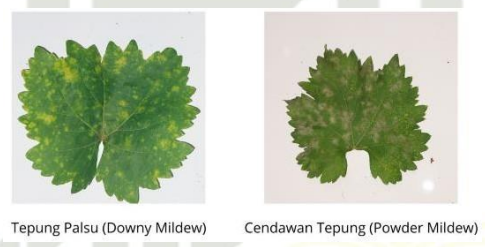
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi model yang dibangun dapat bekerja dengan baik terhadap tingkat akurasi yang diperoleh. Pengujian pada model *EfficientNet-B0* diterapkan berdasarkan beberapa skenario eksperimen yang telah ditetapkan. Pengujian model yang diterapkan dilakukan dengan beberapa *optimizer* yaitu SGD, RMSprop, dan Adam serta beberapa kombinasi dari nilai *neuron* pada *dense*.

Gambar daun anggur yang digunakan diperoleh dari Pung Grapes. Data dikumpulkan di Pung Grapes yang merupakan kebun anggur berlokasi di Jl. Tuah Karya Kec. Tampar Riau. Data yang dikumpulkan merupakan data gambar dengan format JPEG yang berjumlah 1222 gambar RGB dengan resolusi 1280 x 1280 pixel yang terbagi menjadi dua kelas. Setiap kelasnya terdiri dari kelas Tepung Palsu dan Cendawan Tepung seperti pada gambar.

Pada tabel 1 yang didapatkan berupa daun anggur yang akan digunakan sebagai data masukan yang akan dilatih pada model. Gambar yang berhasil dikumpulkan berjumlah 1222 gambar dengan dua kelas yaitu Tepung Palsu dan Cendawan Tepung. Gambar yang di kumpulkan akan dilakukan *Resize* dan *Augmentasi* sebelum masuk ke model.



Gambar 1. Dataset Penyakit pada daun Anggur

Tabel 1. Keterangan penggunaan dataset

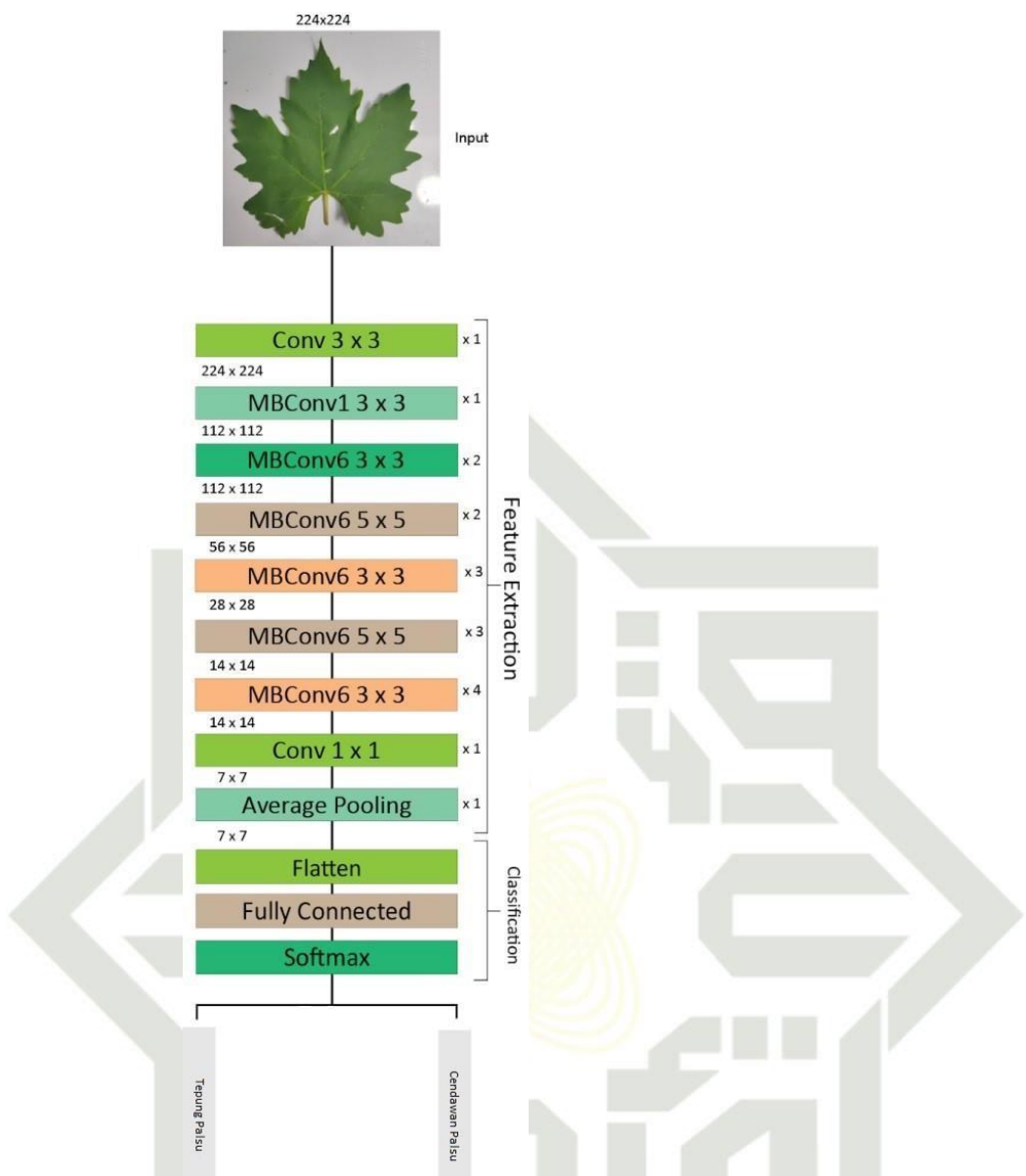
Kelas	Jumlah Gambar	
	Data Latih	Cetak Tebal
Tepung Palsu	468	117
Cendawan Tepung	510	127
Total	978	244

Setelah dilakukan preprocessing data, langkah selanjutnya adalah melakukan pelatihan model CNN arsitektur *EfficientNet-B0*. Umumnya dalam CNN memiliki 2 tahapan, yaitu tahap *feature learning* dan *classification* dan dapat dilihat pada gambar 2.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. Tahapan Deep Learning EfficientNet






Seluruh gambar akan dilakukan proses resize. Gambar yang akan dilakukan resize bertujuan untuk mengubah ukuran dari gambar dengan memperkecil ukuran horizontal ataupun vertikal pada gambar. Sehingga memudahkan dalam memperoleh nilai feature extraction dan meringankan komputasi dari model. Ukuran awal gambar yang beresolusi 1280 x 1280 akan dilakukan proses resize sehingga menjadi 224 x 224. Proses resize dengan ukuran tersebut dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan syarat dari EfficientNet-B0.

Kemudian data yang telah berhasil dilakukan proses resize selanjutnya dilakukan proses augmentasi data. Augmentasi data dilakukan untuk memperbanyak data yang bertujuan agar kinerja model yang dilatih lebih maksimal. Teknik augmentasi yang akan dilakukan adalah zoom, horizontal flip, vertical flip dan rotation.

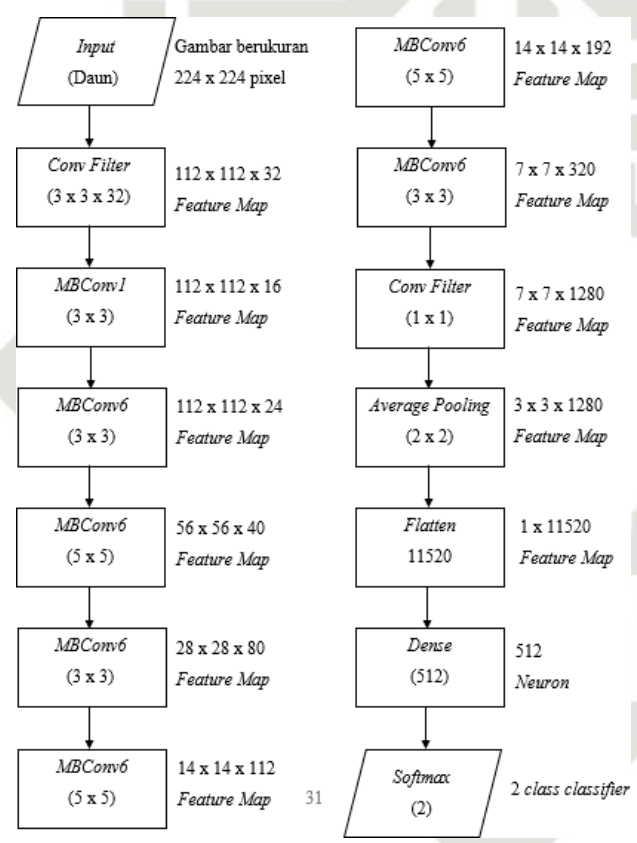
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 1. Augmentasi Data

Gambar <i>Original</i>	Teknik Augmentasi			
	<i>Zoom</i>	<i>Horizontal flip</i>	<i>Vertical Flip</i>	<i>Rotation</i>
				

Tahapan klasifikasi pada model EfficientNet-B0 diproses melalui tahapan feature learning dengan convolution dan pooling sebagai feature extraction dan klasifikasi dengan menerapkan aktivasi softmax. Output dari proses Feature engineering diolah di neural network dan akan ditentukan target kelasnya.



Gambar 1. Analisis Klasifikasi EfficientNet-B0

Pengujian model *EfficientNet-B0* pada penelitian ini menerapkan beberapa skenario eksperimen, dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Skenario Eksperimen

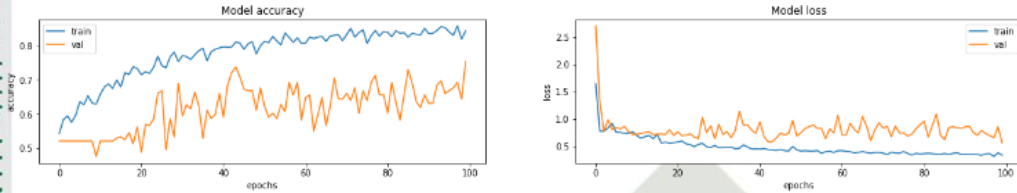
Eksperimen	Optimizer	Dense
Eksperimen 1	Adam	1024
Eksperimen 2	Adam	512
Eksperimen 3	SGD	1024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Eksperimen 4	SGD	512
Eksperimen 5	RMSprop	1024
Eksperimen 6	RMSprop	512

Eksperimen 1 dilakukan pengujian *confusion matrix* berdasarkan skenario eksperimen yang terdapat pada tabel 3 dengan hasil pengujian model yang ditampilkan pada gambar



Gambar 4. Grafik akurasi dan loss

Berdasarkan Gambar diatas menampilkan grafik akurasi data latih dari eksperimen 1 yang menunjukkan bahwa pada epoch 100 akurasi pada data latih telah mencapai nilai tertinggi sebesar 75.4% dan epoch 100 loss pada data latih telah mencapai nilai terendah yaitu 56.4%.

Tabel 4. Confusion Matriks Eksperimen 1

	Prediksi	
	Cendawan Tepung	Tepung Palsu
Aktual	Cendawan Tepung	46
	Tepung Palsu	418

Berdasarkan hasil Confusion matrix gambar 6 menggunakan data latih sebanyak 1222 yang terbagi menjadi 2 kelas yaitu Tepung Palsu berjumlah 585 gambar dan Cendawan Tepung berjumlah 637 gambar. Hasil confusion matrix menunjukkan bahwa pengujian menggunakan data daun anggur dapat melakukan klasifikasi dengan baik. Namun terdapat 46 gambar Cendawan Tepung yang diklasifikasi sebagai gambar Tepung Palsu dan 167 gambar Tepung Palsu yang diklasifikasi sebagai gambar Cendawan Tepung.

Berikut ini tabel yang berisikan seluruh hasil pengujian pada model dalam bentuk eksperimen dari beberapa skenario pengujian yang telah ditetapkan.

Tabel 5. Hasil Eksperimen

Eksperimen	Optimizer	Dense	Accuracy
Eksperimen 1	Adam	1024	75.4%
Eksperimen 2	Adam	512	76.2%
Eksperimen 3	SGD	1024	72.5%
Eksperimen 4	SGD	512	72.5%
Eksperimen 5	RMSprop	1024	75.8%
Eksperimen 6	RMSprop	512	74.1%

Berdasarkan hasil eksperimen pada tabel 8 didapatkan eksperimen pengujian model dengan akurasi tertinggi yang terdapat pada Eksperimen 2 dengan optimizer Adam dan dense yang berjumlah 512. Eksperimen tersebut mencapai akurasi sebesar 76.2%.



4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan model *EfficienNet-B0* pada penyakit daun anggur yang menghasilkan nilai akurasi tertinggi terdapat pada eksperimen 2 dengan *optimizer* Adam dan *neuron* pada *dense* yang berjumlah 512 menghasilkan nilai akurasi mencapai 76.2%. Kemudian penerapan *optimizer* Adam pada model *EfficientNet-B0* untuk klasifikasi penyakit daun anggur menunjukkan akurasi yang signifikan dibandingkan *optimizer* yang lainnya dan pelatihan model *EfficienNet-B0* pada penyakit daun anggur dengan penambahan *dense* layer menunjukkan bahwa semakin besar nilai *neuron* pada *dense* layer, tidak menjamin mendapatkan nilai akurasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Zamzami and I. Citrus, "Karakteristik Ekonomi Produksi Anggur di Bali," no. July 2013, 2018.
- [2] B. Sandika, S. Avil, S. Sanat, and P. Srinivasu, "Random forest based classification of diseases in grapes from images captured in uncontrolled environments," *Int. Conf. Signal Process. Proceedings, ICSP*, vol. 0, pp. 1775–1780, 2016, doi: 10.1109/ICSP.2016.7878133.
- [3] B. Liu, Z. Ding, L. Tian, D. He, S. Li, and H. Wang, "Grape Leaf Disease Identification Using Improved Deep Convolutional Neural Networks," *Front. Plant Sci.*, vol. 11, no. July, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3389/fpls.2020.01082.
- [4] Z. Tang, J. Yang, Z. Li, and F. Qi, "Grape disease image classification based on lightweight convolution neural networks and channelwise attention," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 178, no. August, p. 105735, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105735.
- [5] R. Adrian, "Deep Learning for Computer Vision with Python - Starter Bundle," p. 332, 2017.
- [6] C. Janiesch, P. Zschech, and K. Heinrich, "Machine learning and deep learning," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 12, pp. 4910–4914, 2021, doi: 10.35940/ijitee.L3550.1081219.
- [7] Y. Nagaraju, Venkatesh, S. Swetha, and S. Stalin, "Apple and Grape Leaf Diseases Classification using Transfer Learning via Fine-tuned Classifier," *Proc. 2020 IEEE Int. Conf. Mach. Learn. Appl. Netw. Technol. ICMLANT 2020*, 2020, doi: 10.1109/ICMLANT50963.2020.9355991.
- [8] K. Z. Thet, K. K. Htwe, and M. M. Thein, "Grape Leaf Diseases Classification using Convolutional Neural Network," *Proc. 4th Int. Conf. Adv. Inf. Technol. ICAIT 2020*, pp. 147–152, 2020, doi: 10.1109/ICAIT51105.2020.9261801.
- [9] M. Tan and Q. V. Le, "EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks," *36th Int. Conf. Mach. Learn. ICML 2020*, vol. 2020-Nov, pp. 10691–10700, 2019.
- [10] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, vol. 29, no. 7553, 2016.
- [11] T. Yu and H. Zhu, "Hyper-Parameter Optimization: A Review of Algorithms and Applications," pp. 1–56, 2020.
- [12] C. C. Aggarwal, *Neural Networks and Deep Learning*. Switzerland: Springer Nature Switzerland, 2018.
- [13] J. Patterson and A. Gibson, *Deep Learning a Practitioner'S Approach*. Nature, 2017.
- [14] W. Di, A. Bhardwaj, and J. Wei, *Deep Learning Essentials*. 2018.
- [15] K. S. Nugroho, "Confusion Matrix untuk Evaluasi Model pada Supervised Learning," *Meduim*, 2019.