

**PENERAPAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL (CNN) PADA
KLASIFIKASI JENIS BUAH PISANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

REYNALDI HADIANSYAH

19.11.2649

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2023

**PENERAPAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL (CNN) PADA
KLASIFIKASI JENIS BUAH PISANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

REYNALDI HADIANSYAH

19.11.2649

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENERAPAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL (CNN) PADA
KLASIFIKASI JENIS BUAH PISANG**

yang disusun dan diajukan oleh

Reynaldi Hadiansyah

19.11.2649

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 03 Juli 2023

Dosen Pembimbing



Anna Baita, M.Kom
NIK. 190302290



HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENERAPAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL (CNN) PADA
KLASIFIKASI JENIS BUAH PISANG

yang disusun dan diajukan oleh

Reynaldi Hadiansyah

19.11.2649

Telah diperlihatkan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 03 Juli 2023.

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Anna Baita, M.Kom
NIK. 190302290

Yoga Pristvanto, S.Kom, M.Eng
NIK. 190302412

Anggit Ferdita Nugraha, S.T., M.Eng
NIK. 190302480

Tanda Tangan



Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
tanggal 03 Juli 2023

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom, M.Kom
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Mahasiswa : Reynaldi Hadiansyah
NIM : 19.11.2649

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Penerapan Algoritma Convolutional (CNN) pada Klasifikasi Jenis Buah Pisang

Dosen Pembimbing : Anna Baita, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 03 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Reynaldi Hadiansyah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan ridho dan rahmat dari Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dan kekuatan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar. Dengan rasa syukur dan dari hati yang paling dalam, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Bambang Soeshadiyanto, ayah tersayang yang senantiasa memberikan dukungan baik secara moral maupun materiil.
2. Alfiah Puji Astuti, ibu kandung tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, semangat, serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan dan kebahagiaan saya.
3. Teman, sahabat, sekaligus kekasih yang telah menemani saya sejak 10 tahun yang lalu di bangku SMP, Salsabilla Mumtaz yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan, cinta, dan kasih sayangnya selama ini.
4. Mas Lutfi, pemilik dari Kedai Pecel Pincuk yang telah menyediakan tempat yang nyaman dan tenang untuk bisa menyusun skripsi ini.
5. Teman-teman tongkrongan Pecel Pincuk serta grup Racasadewa (Zanu, Amar, Fardan, Hanafi, Alka).
6. Teman-teman kelas 19-IF-01 dan teman-teman Amikom yang tidak bisa saya sebut satu persatu yang telah berjuang bersama-sama hingga saat ini, terima kasih atas pengalaman dan keberadaannya hingga saat ini.
7. Almamater Universitas Amikom Yogyakarta tercinta.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, serta sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW. Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Convolutional (CNN) pada Klasifikasi Jenis Buah Pisang” karena bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat sekaligus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M, selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Bapak Hanif Al Fatta, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Ibu Windha Mega Pradnya D, M.Kom, selaku Kepala Program Studi Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.
4. Ibu Anna Baita, M.Kom, dosen pembimbing yang memberikan bimbingan, saran, serta arahan dengan sabar dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Yoga Pristyanto, S.Kom, M.Eng, dosen penguji yang memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan skripsi.
6. Bapak Anggit Ferdita Nugraha, S.T., M.Eng, dosen penguji yang memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan skripsi.
7. Bapak dan Ibu Program Studi Informatika dan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta, yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis, semoga bermanfaat di dunia dan akhirat nanti.
8. Semua pihak yang membantu saya dalam penyusunan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas dengan kebaikan dan rezeki dari-Nya, Aamiin Ya Robbal' alamin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak seluruhnya sempurna. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Bantul, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur	5
2.1.1 Keaslian Penelitian	7
2.2 Dasar Teori.....	11
2.2.1 Pisang.....	11
2.2.2 <i>Deep Learning</i>	13
2.2.3 <i>Convolutional Neural Network</i>	13
2.2.4 <i>Transfer Learning</i>	17
2.2.5 MobileNetV2.....	18
2.2.6 <i>Confusion Matrix</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Objek Penelitian	23
3.2. Alur Penelitian	23
3.2.1. Pengumpulan Data	24
3.2.2. Pengolahan Data	26

3.2.3.	Pembuatan Model	29
3.2.4.	Pengujian Model	30
3.2.5.	Pembuatan Aplikasi	32
3.2.6.	Pengujian Aplikasi	33
3.2.7.	Evaluasi Hasil Uji Model.....	33
3.2.8.	Evaluasi Hasil Uji Aplikasi.....	33
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1.	Dataset.....	35
4.2.	Model Klasifikasi.....	38
4.3.	Aplikasi Android.....	39
4.4.	Evaluasi	41
4.4.1.	Hasil Pengujian Model.....	41
4.4.2.	Hasil Pengujian Aplikasi.....	51
BAB V PENUTUP		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN.....		59

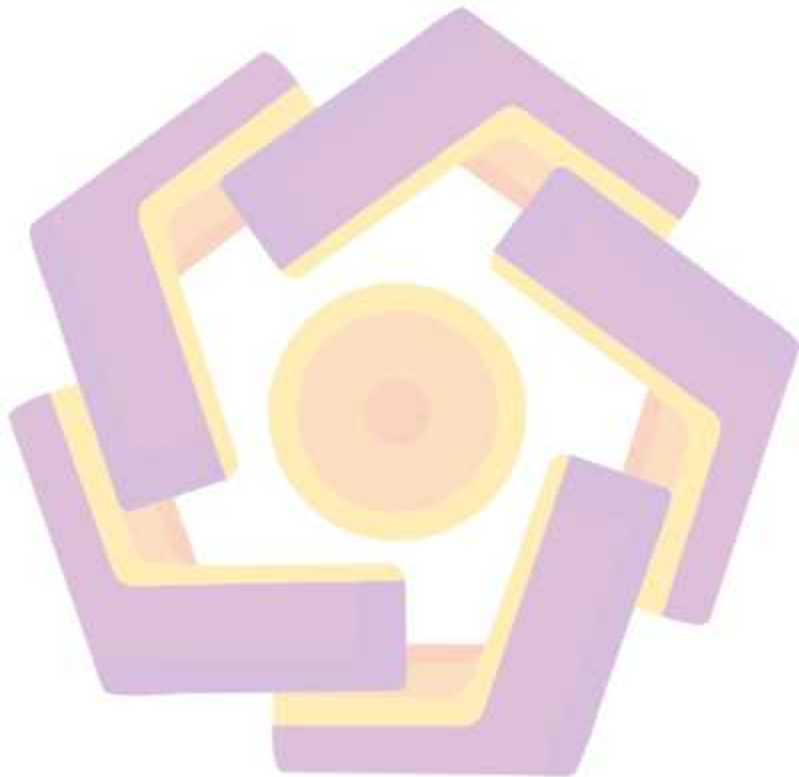
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Keaslian penelitian	7
Tabel 3.1. Data mentah dari <i>scraping</i>	26
Tabel 3.2. Nilai <i>learning rate</i> yang dipakai	31
Tabel 3.3. Analisa kebutuhan	32
Tabel 3.4. Modul Python yang dipakai	34
Tabel 4.1. Dataset jenis buah pisang	35
Tabel 4.2. Parameter dari <i>fixed model</i> dan <i>tuned model</i>	39
Tabel 4.3. Hasil <i>training</i> dari <i>fixed model</i> dan <i>tuned model</i>	44
Tabel 4.4. <i>Precision metrics</i> dari <i>fixed model</i>	46
Tabel 4.5. <i>Precision metrics</i> dari <i>tuned model</i>	47
Tabel 4.6. Hasil <i>precision metrics</i> dari <i>fixed model</i> dan <i>tuned model</i>	47
Tabel 4.7. Hasil <i>training</i> dari <i>tuned model</i> dengan dataset <i>benchmark</i>	49
Tabel 4.8. <i>Precision metrics</i> dari <i>tuned model</i> dengan dataset <i>benchmark</i>	50
Tabel 4.9. Spesifikasi dari perangkat <i>smartphone</i>	51
Tabel 4.10. Hasil pengujian aplikasi	52

DAFTAR GAMBAR

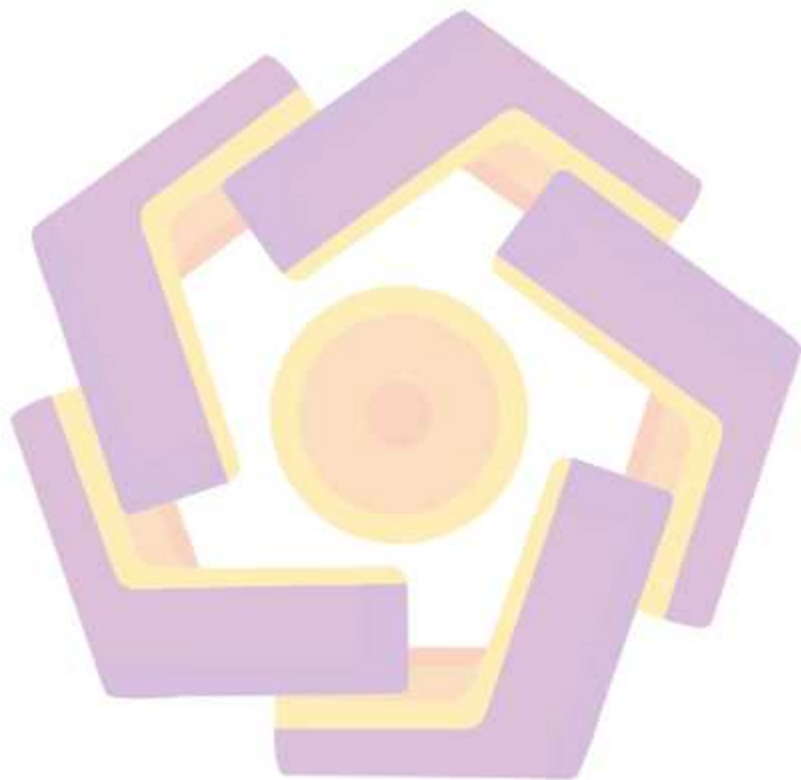
Gambar 2.1. Pisang Ambon	11
Gambar 2.2. Pisang Cavendish	11
Gambar 2.3. Pisang Kepok	12
Gambar 2.4. Pisang Raja	12
Gambar 2.5. <i>Deep learning</i> dalam ruang lingkup <i>artificial intelligence</i>	13
Gambar 2.6. Arsitektur <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	14
Gambar 2.7. Proses CNN bekerja	15
Gambar 2.8. Proses <i>convolution</i>	16
Gambar 2.9. Proses <i>pooling</i>	17
Gambar 2.10. Pembagian lapisan <i>standard convolution</i>	19
Gambar 2.11. Perbedaan lapisan dari <i>standard convolution</i> dan <i>depthwise separable convolution</i>	19
Gambar 2.12. Perbedaan blok serta lapisan dari MobileNetV1 dan MobileNetV2	20
Gambar 2.13. <i>Confusion Matrix</i>	21
Gambar 3.1. Alur Penelitian	23
Gambar 3.2. <i>Web scraping</i>	24
Gambar 3.3. Hasil dari <i>web scraping</i>	25
Gambar 3.4. <i>Image scraping</i>	25
Gambar 3.5. Kumpulan gambar pisang yang telah diunduh	26
Gambar 3.6. Augmentasi <i>horizontal flip</i>	28
Gambar 3.7. Augmentasi <i>rotation</i>	28
Gambar 3.8. Augmentasi <i>brightness</i>	29
Gambar 3.9. <i>Compile</i> model	30
Gambar 3.10. <i>Step decay</i> dengan <i>learning rate scheduler</i>	30
Gambar 3.11. <i>Checkpoint</i>	31
Gambar 3.12. <i>Fitting</i> model	32
Gambar 4.1. Hasil augmentasi <i>horizontal flip</i>	36
Gambar 4.2. Hasil augmentasi <i>rotation</i>	36
Gambar 4.3. Hasil augmentasi <i>brightness</i>	37
Gambar 4.4. Hasil augmentasi data <i>training</i>	37
Gambar 4.5. Bentuk dari <i>fixed model</i> dan <i>tuned model</i>	38
Gambar 4.6. Tampilan utama dari aplikasi	39
Gambar 4.7. Tampilan saat aplikasi digunakan	41
Gambar 4.8. Grafik nilai <i>accuracy</i> dari <i>fixed model</i>	42
Gambar 4.9. Grafik nilai <i>loss</i> dari <i>fixed model</i>	42

Gambar 4.10. Grafik nilai <i>accuracy</i> dari <i>tuned model</i>	43
Gambar 4.11. Grafik nilai <i>loss</i> dari <i>tuned model</i>	43
Gambar 4.12. Grafik nilai <i>loss</i> dari <i>tuned model</i> dengan skala berbeda	44
Gambar 4.13. <i>Confusion matrix</i> dari <i>fixed model</i>	45
Gambar 4.14. <i>Confusion matrix</i> dari <i>tuned model</i>	46
Gambar 4.15. Grafik nilai <i>accuracy</i> dari <i>tuned model</i> dengan dataset <i>benchmark</i>	48
Gambar 4.16. Grafik nilai <i>loss</i> dari <i>tuned model</i> dengan dataset <i>benchmark</i>	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prediksi salah dari pengujian aplikasi	58
Lampiran 2. Pengujian aplikasi dengan data dari kebun pisang	65



INTISARI

Pisang merupakan buah yang populer di Indonesia dan kerap dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia setiap hari. Jenis pisang yang beredar di pasar tradisional maupun *e-commerce* sangat beragam dan cenderung memiliki karakteristik yang mirip antara satu jenis pisang dengan pisang lain. Fisik pisang yang mirip menyebabkan masyarakat sering keliru ketika menentukan jenis pisang yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *convolutional neural network* dalam mengklasifikasi jenis buah pisang. Jenis buah pisang yang diklasifikasi ada empat macam, yaitu Pisang Ambon, Pisang Cavendish, Pisang Kepok, dan Pisang Raja. Penerapan algoritma *convolutional neural network* dilakukan dengan membuat model *deep learning* yang menggunakan arsitektur MobileNetV2. Model dibuat menjadi dua jenis yaitu model tanpa diterapkannya *fine-tuning* (*fixed model*) dan model dengan diterapkannya *fine-tuning* (*tuned model*). Model dengan performa paling optimal diimplementasi ke dalam aplikasi Android yang dirancang dengan Flutter. Berdasarkan hasil pengujian, *tuned model* merupakan model dengan performa paling optimal. *Tuned model* mendapatkan nilai *training accuracy* sebesar 97.98% dengan *training loss* sebesar 5.64% dan nilai *validation accuracy* sebesar 96.95% dengan *validation loss* sebesar 10.14% saat proses *training*. *Tuned model* mendapatkan nilai akurasi sebesar 96.25% saat proses *predict*. Ketika diimplementasi menjadi aplikasi Android, aplikasi mampu mengidentifikasi jenis-jenis buah pisang dengan akurasi sebesar 89.17%.

Kata kunci: Pisang, *Convolutional Neural Network*, MobileNetV2, *Fine-tuning*, Android

ABSTRACT

Banana is a popular fruit in Indonesia and is often consumed by Indonesian people every day. Types of bananas circulating in traditional markets and e-commerce are very diverse and tend to have similar characteristics between one type of banana and another. Physically similar bananas cause people often make mistakes when determining the type of banana they want. This study aims to apply the convolutional neural network algorithm in classifying types of bananas. There are four types of bananas classified, namely Pisang Ambon, Pisang Cavendish, Pisang Kepok, and Pisang Raja. The application of the convolutional neural network algorithm is carried out by creating a deep learning model that uses the MobileNetV2 architecture. There are two types of models, namely models without fine-tuning (fixed model) and models with fine-tuning (tuned-model). The most performance-optimized models are implemented into Android apps designed with Flutter. Based on the test results, the tuned model is the model with the most optimal performance. The tuned has a training accuracy of 97.98% with a training loss of 5.64% and a validation accuracy of 96.95% with a validation loss of 10.14% during the training process. The tuned model gets an accuracy value of 96.25% during the predict process. When implemented as an Android application, the application able to identify types of bananas with an accuracy of 89.17%.

Keyword: *Banana, Convolutional Neural Network, MobileNetV2, Fine-tuning, Android*