IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)* UNTUK KLASIFIKASI JENIS TELUR PADA CITRA TELUR

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Magister Ilmu Komputer (M.Kom)

SITI NURHASANAH NUGRAHA

14002394

Program Studi Ilmu Komputer (S2)

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Nusa Mandiri

2021

IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)* UNTUK KLASIFIKASI JENIS TELUR PADA CITRA TELUR

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Magister Ilmu Komputer (M.Kom)

SITI NURHASANAH NUGRAHA

14002394

Program Studi Ilmu Komputer (S2)

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Nusa Mandiri

2021

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Siti Nurhasanah Nugraha
NIM	: 14002144
Program Studi	: Ilmu Komputer
Fakultas	: Teknologi Informasi
Jenjang	: Strata Dua (S2)
Konsentrasi	: *Image Processing*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat dengan judul: "**Implementasi *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk Klasifikasi Jenis Telur Pada Citra Telur**" adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang kutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar dan tesis belum pernah diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tesis yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Program Studi Ilmu Komputer (S2) Universitas Nusa Mandiri dicabut/dibatalkan

Jakarta, 07 September 2021

Yang menyatakan,

Siti Nurhasanah Nugraha

HALAMAN PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh:

Nama	:	Siti Nurhasanah Nugraha
NIM	:	14002394
Program Studi	:	Ilmu Komputer
Jenjang	:	Strata Dua (S2)
Konsentrasi	:	*Image Processing*
Judul Tesis	:	IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK KLASIFIKASI JENIS TELUR PADA CITRA TELUR

Telah dipertahankan pada periode 2021-1 dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 09 September 2021

PEMBIMBING TESIS

Pembimbing I	:	Dr. Dwiza Riana, S.Si, MM, M.Kom

D E W A N P E N G U J I

Penguji I	:	Dr. Agus Subekti, M.T
Penguji II	:	Dr. Hilman Ferdinandus Pardede, S.T, M.EICT
Penguji III / Pembimbing I	:	Dr. Dwiza Riana, S.Si, MM, M.Kom

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI	**LEMBAR BIMBINGAN TESIS**
	UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

NIM : 14002394
Nama Lengkap : Siti Nurhasanah Nugraha
Dosen Pembimbing : Dr. Dwiza Riana, S.Si, M.M, M.Kom
Judul Tesis : "**Implementasi *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk Klasifikasi Jenis Telur Pada Citra Telur**"

No.	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1	02 Mei 2021	Pengajuan tema dan literature review	
2	12 Juni 2021	Laporan pengambilan *dataset (Via whatsapp)*	
3	24 Juni 2021	Laporan progress eksperimen (Via Whatsapp)	
4	24 Juni 2021	Pengajuan BAB I (Via Whatsapp)	
6	14 Juli 2021	Pengajuan BAB II (Via whatsapp)	
7	31 Juli 2021	Pengajuan BAB III (Via Whatsapp)	
8	06 Agustus 2021	Pengajuan BAB IV dan BAB V (Via whatsapp)	
9	31 Agustus 2021	Pengajuan Laporan Keseluruhan (Via Whatsapp)	
10	07 September 2021	Acc Keseluruhan	

Catatan untuk Dosen Pembimbing
Bimbingan Tugas Akhir

- Dimulai pada tanggal : 02 Mei 2021
- Diakhiri pada tanggal : 07 September 2021
- Jumlah pertemuan bimbingan : 10 (Sepuluh) kali bimbingan

Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing

(Dr. Dwiza Riana, S.Si, M.M, M.Kom)

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdullillah, penulis panjatkan kehadirat Allah, SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini tepat pada waktunya. Dimana laporan tesis ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Adapun judul tesis, yang penulis ambil sebagai berikut "Implementasi *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk Klasifikasi Jenis Telur Pada Citra Telur". Tujuan penulisan laporan tesis ini dibuat sebagai salah satu untuk mendapatkan gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Universitas Nusa Mandiri.

Laporan Tesis ini diambil berdasarkan hasil penelitian atau riset mengenai Hasil dari penelitian ini diperoleh dengan lakukan mencari dan menganalisa berbagai macam sumber referensi, baik dalam bentuk jurnal ilmiah, buku-buku literatur, internet, dll yang terkait dengan pembahasan pada laporan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dukungan dari semua pihak dalam pembuatan laporan tesis ini, maka penulis tidak dapat menyelesaikan laporan tesis ini tepat pada waktunya. Untuk itu ijinkanlah penulis pada kesempatan ini untuk mengucapkan

1 Rektor Universitas Nusa Mandiri
2 Wakil Rektor Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri
3 Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri
4 Ketua Program Studi Ilmu Komputer
5 Ibu Dr. Dwiza Riana, S.Si, M.M, M.Kom selaku pembimbing tesis yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
6 Orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan material dan moral kepada penulis.
7 Seluruh Dosen Program Studi Ilmu Komputer (S2) Universitas Nusa Mandiri yang telah memberikan pelajaran yang berarti bagi penulis selama menempuh studi.

8 Seluruh staf di lingkungan Universitas Nusa Mandiri yang telah melayani penulis dengan baik selama kuliah.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk penulis sebutkan satu persatu sehingga terwujudnya penulisan laporan tesis ini. Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tesis ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah yang penulis hasilkan untuk yang akan datang. Akhir kata semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Jakarta, 07 September 2021

Siti Nurhasanah Nugraha

Penulis

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :
Nama : Siti Nurhasanah Nugraha
NIM : 140021394
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Image Processing*
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Program Studi Ilmu Komputer (S2) Universitas Nusa Mandiri Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif *(Non-exclusive Royalti-Free Right)* atas karya ilmiah kami yang berjudul : "**Implementasi *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk Klasifikasi Jenis Telur Pada Citra Telur**" beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau bentuk-kan, mengelolaannya dalam pangkalan data *(database*), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini .
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 September 2021

Yang menyatakan,

Siti Nurhasanah Nugraha

ABSTRAK

Nama : Siti Nurhasanah Nugraha
NIM : 14002394
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Image Processing*
Judul : "Implementasi *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk Klasifikasi Jenis Telur Pada Citra Telur"

Telur dikenal sebagai sumber makanan yang kaya akan nutrisi. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen akan telur maka industri produksi telur menjadi industri besar di banyak negara. Telur merupakan salah satu hasil peternakan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Pada tiap satu butir telur terdiri dari bagian kulit telur, putih telur dan kuning telur. Cara yang dapat dilakukan untuk klasifikasi jenis telur dapat dilakukan dengan melihat bagian luar telur yaitu berupa kulit telur, bentuk dan ukuran telur. Hal ini cukup membuat masyarakat kesulitan dalam memilih jenis telur, khususnya pada telur ayam negeri dan telur omega 3 yang memiliki warna sama. Atas dasar hal tersebut maka proses mengidentifikasi telur dapat dilakukan dengan bantuan komputerisasi dengan pengolahan citra menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan tujuan untuk memudahkan masyarakat dalam memilih dan menetukan telur ayam negeri dan telur omega 3. Peneliti menggunakan *optimizer adam* pada metode CNN agar hasil lebih optimal. Hasil penelitian menunjukan jika penggunaan metode CNN dengan *performa optimizer* adam untuk klasifikasi menghasilkan akurasi sebesar 87%. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya dan menunjukkan bahwa model CNN dapat digunakan untuk klasifikasi jenis telur. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah jenis telur sebagai *dataset* penelitian, serta menggunakan 2 metode sebagai pembanding dan menambah teknik *preprocessing* citra lainnya.

Kata kunci: Akuisisi, telur, *Convolutional Neural Network*, adam, Klasifikasi.

ABSTRACT

Name : Siti Nurhasanah Nugraha
NIM : 14002394
Study of Program : Computer Science
Faculty : Information Technology
Levels : Strata Dua (S2)
Concentration : Image Processing
Title : "Implementation of Convolutional Neural Network (CNN) for Classification of Egg Types in Egg Image"

Eggs are known as a food source that is rich in nutrients. To meet consumer demand for eggs, the egg production industry has become a major industry in many countries. Eggs are one of the livestock products that are widely consumed by the community. Each egg consists of egg shell, egg white and egg yolk. Ways that can be done for the classification of egg types can be done by looking at the outside of the egg in the form of egg shell, shape and size of the egg. This is enough to make it difficult for people to choose the type of egg, especially domestic chicken eggs and omega 3 eggs that have the same color. On this basis, the process of identifying eggs can be carried out with computerized assistance with image processing using the Convolutional Neural Network (CNN) method with the aim of making it easier for the public to choose and determine domestic chicken eggs and omega 3 eggs. more optimal. The results showed that the use of the CNN method with the Adam performance optimizer for classification resulted in an accuracy of 87%. These results support previous research and show that the CNN model can be used for egg type classification. For further research, it is expected to add egg types as research datasets, as well as use 2 methods as comparisons and add other image preprocessing techniques.

Keywords: Acquisition, egg, Convolutional Neural Network, adam, Classification.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME.. iii
LEMBAR BIMBINGAN TESIS v
UNIVERSITAS NUSA MANDIRI v
KATA PENGANTAR vi
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH ... viii
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Identifikasi Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 2
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan 3
1.5. Sistematika Penulisan 3
BAB II 5
2.1 Tinjauan Pustaka 5
2.1.1 Citra Digital 5
2.1.2 Telur Ayam 6
2.1.3 *Feature Learning* 6
2.1.4 *Convolutional Neural Network* 7
2.1.5 Konsep CNN 7
2.1.6 Arsitektur Jaringan CNN 9
2.1.7 Fungsi Aktivasi 12
2.1.8 Parameter CNN 13
2.1.9 Klasifikasi 13
2.1.10 Perhitungan Akurasi 14
2.1.11 *Confussion Matrix* 14
2.2 Tinjauan Studi 15

2.3 Objek Penelitian 20
BAB III 22
3.1 Perancangan Penelitian 22
3.2 Objek Penelitian 22
3.3 Pengumpulan Data 23
3.4 Pengolahan Data Awal 23
3.4.1 Akuisisi Citra 27
3.4.2 *Training* Model CNN 28
3.4.3 Pengujian 29
3.5 Eksperimen dan Pengujian Metode 29
3.6 Evaluasi Penelitian 30
BAB IV 31
4.1 Hasil Resize 31
4.2 Hasil Perancangan Model CNN 32
4.3 Hasil Pengujian 33
4.3.1. Hasil penelitian dataset telur 33
BAB V 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN 44
Lampiran 1. Kode Program yang digunakan 44
Lampiran 2. Dataset Citra Telur 50
Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup 501

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Operasi Konvolusi 10
Tabel 2.2 Operasi Max Pooling 11
Tabel 2.3 *Confusion Matrix* 14
Tabel 2.4 Penelitian Sebelumnya 17
Tabel 2.5 Literatur Review Dataset 20
Tabel 3.1. Dataset Telur 23
Tabel 3.2. Dataset *Training* Telur 25
Tabel 3.3. Dataset *Testing* Telur 27
Tabel 4.1. Hasil *Resize* Citra 31

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Arsitektur MLP Sederhana 8
Gambar 2.2 Proses Konvolusi pada CNN 9
Gambar 2.3 Distribusi Fungsi Sigmoid 12
Gambar 3.1. Model Penelitian 22
Gambar 3.2. (a) Telur Ayam Negeri, (b) Telur Omega 3 23
Gambar 3.3. Proses Pengambilan Citra 28
Gambar 4.1 Model CNN yang digunakan 32
Gambar 4.2 Grafik Akurasi Model CNN
penggunaan dataset telur 34
Gambar 4.3. Grafik loss akurasi model Model CNN
penggunaan dataset telur 35
Gambar 4.4. *Classification Report* Model *CNN*
penggunaan dataset telur 36
Gambar 4.4. *Confussion Matrix* Model *CNN* penggunaan dataset telur 36
Gambar 4.6. *Hasil Pengujian Upload* Citra Model *CNN*
dataset telur 37

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Kode Program yang digunakan 44
Lampiran 2. Dataset Citra Telur 50
Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup 51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Telur dikenal sebagai sumber makanan yang kaya akan nutrisi. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen akan telur maka industri produksi telur menjadi industri besar di banyak negara [1]. Telur merupakan salah satu hasil peternakan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat [2]. Telur merupakan bahan pangan yang cepat dan praktis cara pengolahannya yang kaya akan kandungan manfaat dengan harga yang terjangkau.

Pada tiap satu butir telur terdiri dari bagian kulit telur, putih telur dan kuning telur. Keadaan fisik tiap telur berbeda antara satu dengan yang lainnya. Hal itu dapat dilihat dari ukuran (berat, panjang dan lebar), warna, kondisi kulit telur, rupa (bulat dan lonjong) dan kebersihan kerabang (kulit) [3].

Cara yang dapat dilakukan untuk klasifikasi jenis telur dapat dilakukan dengan memecahkan telur untuk melihat bagian kuning telur. Cara yang dilakukan membutuhkan waktu yang lama dan juga membutuhkan kejelian dalam melakukan pengamatan [4]. Terlebih pada telur ayam negeri dan telur omega 3 yang memiliki kesamaan warna membuat masyarakat kesulitan untuk membedakan dari kedua jenis telur tersebut.

Perkembangan teknologi berdampak pada berbagai bidang, salah satunya adalah bidang peternakan. Seiring berkembangnya teknologi maka proses mengidentifikasi telur dapat dilakukan dengan bantuan komputerisasi. Hal ini tentunya dapat mengefektifkan waktu proses klasifikasi serta hasil yang akurat. Salah satu penerapannya yaitu dalam melakukan pengenalan objek secara otomatis dengan menggunakan komputer dengan cara mengambil dan mengolah informasi suatu citra [5]. Pengolahan citra ini diharapkan akan menjadi salah satu pilihan dalam pengenalan dan klasifikasi jenis-jenis telur untuk membantu masyarakat dalam memilih kedua jenis telur tersebut.

Dalam pengolahan citra terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Salah satu metode tersebut adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN

merupakan salah satu jenis *Deep Neural Network* yang telah diterapkan dalam pengolahan data citra. CNN merupakan pengembangan lebih lanjut dari *Multi Layer Perceptron* (MLP). Perbedaan antara CNN dan MLP terletak pada bentuk neuronnnya. Jika pada MLP setiap neuron dipresentasikan dalam ukuran satu dimensi, maka pada CNN dipresentasikan dalam dua dimensi [6].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam mengklasifikasi jenis telur dengan menggunakan beberapa teknik pengolahan citra. Di antaranya menggunakan Algoritma Klasifikasi *K-Nearest Neighbor (KNN), Artificial Neural Network (ANN),*dan penggunaan *deep learning convolutional neural network (CNN)* dengan studi kasus telur dengan pengambilan citra telur.

Penelitian ini dilakukan untuk mengklasifikasi dua kelas telur yang terdiri dari citra telur ayam negeri dan citra telur ayam omega 3 dengan menggunakan teknik pengolahan citra. Citra telur dilakukan akuisisi citra dengan menyamaratakan ukuran dan selanjutnya dilakukan klasifikasi menggunakan CNN. CNN memiliki kemampuan klasifikasi yang digunakan untuk pengolahan data citra. **"Implementasi *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk Klasifikasi Jenis Telur Pada Citra Telur".**

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, identifikasi permasalahan yang terdapat pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat model yang dapat mengklasifikasikan Citra Telur dengan menggunakan metode *convolutional neural network ?*
2. Bagaimana tingkat akurasi pengujian model CNN terhadap data Citra Telur ?
3. Bagaimana hasil evaluasi klasifikasi Citra Telur dengan menggunakan metode CNN ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Melakukan Implementasi penggunaan optimizer adam pada metode *CNN*.
2. Melakukan implementasi metode *CNN* pada klasifikasi Citra Telur.
3. Melakukan klasifikasi citra telur dengan metode *CNN*.

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan masalah pada penelitian bertujuan untuk membatasi pokok pembahasan agar terfokus dan sesuai dengan tujuan penelitian. Ruang lingkup pada penelitian ini dibatasi pada proses klasifikasi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dengan menggunakan optimizer adam. Metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi dan mengukur kinerja adalah *confusion matrix*. Aplikasi dikembangkan menggunakan *software Jupiter Notebook* dengan bahasa pemrograman *Python.*

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penulisan laporan tesis ini berisi gambaran secara umum yang terdapat pada masing-masing bab. Penelitian ini terdiri dari bab I yang merupakan pendahuluan, bab II tentang landasan/ kerangka pemikiran, bab III terkait metode penelitian, bab 4 menjelaskan tentang hasil penelitian dan pembahasan serta bab 5 yang merupakan kesimpulan dan saran.

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi pembahasan tentang latar belakang penelitian yang dilakukan dan melakukan perumusan masalah yang diangkat pada penelitian. Selanjutnya penulis membahas mengenai tujuan dari penelitian yang dilakukan, ruang lingkup penelitian, serta manfaat penelitian.

BAB II Landasan/ Kerangka Pemikiran

Bab landasan teori mengupas tentang tinjauan studi yaitu membahas penelitian sebelumnya yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian sebelumnya dan membahas tentang landasan teori terkait penelitian yang dilakukan, serta tinjauan obyek penelitian.

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini dijelaskan tentang metode yang diusulkan dalam melakukan penelitian ini. Metode yang diusulkan antara lain terkait

pengumpulan data, pengolahan data awal, metode yang akan diterapkan, metode pengujian yang akana diimpleentasikan serta metode evaluasi terhadap hasil.

BAB IV **Hasil dan Pembahasan**

Pada bab ini dibahas tentang hasil penelitian berupa hasil segmentasi dan klasifikasi penyakit pada citra daun anggur serta hasil pengujian dengan menggunakan data citra uji.

BAB V **Kesimpulan dan Saran**

Pada bab kesimpulan dan saran ini menjelaskan mengenai ringkasan akhir dari penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi penjelasan tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Berikut penjelasan tinjauan pustaka tentang citra digital, *feature lerning, Convolutional Neural Network,* konsep CNN, arsitektur jaringan CNN, fungsi aktivasi, parameter CNN, klasifikasi, perhitungan akurasi, *confusion matrix*, tinjauan studi dan objek penelitian yang akan dibahas secara lebih detail.

2.1.1 Citra Digital

Citra adalah representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Suatu citra dinyatakan sebagai suatu fungsi kontinyu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra yang terlihat merupakan cahaya yang direfleksikan dari sebuah objek. Citra dibedakan menjadi dua yaitu citra kontinyu yang diperoleh dari sistem optik yang menerima sinyal analog dan citra digital yang dihasilkan dari proses digitalisasi terhadap citra kontinyu [7].

Secara umum pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi dengan menggunakan komputer. Pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan dari setiap data dua dimensi tersebut. Suatu citra dapat didefinisikan dengan fungsi dua dimensi f(x,y), dimana x dan y merupakan koordinat spasial sedangkan amplitudo dari nilai f pada koordinat x dan y merupakan tingkat keabuan dari suatu citra di titik tersebut [8].

Proses digitalisasi pada citra digital dibagi menjadi dua yaitu *sampling* yang merupakan proses pengambilan nilai diskrit koordinat ruang (x,y) secara periodik dengan periode *sampling* T. Proses kuantisasi merupakan proses pengelompokkan nilai tingkat keabuan citra kontinyu kedalam beberapa level atau merupakan proses membagi skala keabuan (0,L) menjadi G buah level yang

dinyatakan dengan suatu harga bilangan bulat *(integer)*, dinyatakan sebagai $G=2^m$, dengan G adalah derajat keabuan dan m adalah bilangan bulat positif [7].

Pengolahan citra digital merupakan sistem yang memproses input dan menghasilkan output dengan citra sebagai basis data. Sistem ini bertujuan untuk menghasilkan citra yang lebih berkualitas sesuai dengan kebutuhan pengguna [9].

2.1.2 Telur Ayam

Hampir semua hewan unggas seperti ayam dan burung berkembang biak dengan cara bertelur. Sebelum sel telur tersebut terbentuk, sel telur mengalami proses penggabugan sperma dan sel telur di tuba falopi akan menjadi sel telur yang dibuahi. Setelah tahap tersebut telur akan memasuki tahap embrio yang merupakan tahap awal dari proses perkembangan sel telur setelah sel telur dan sperma bertemu dan menjadi sel telur yang telah dibuahi. Kandungan gizi yang terdapat pada telur meliputi protein sebanyak 6.3 gram, karbohidrat sebanyak 0.6 gram, lemak sebanyak 5 gram, vitamin dan mineral sebanyak 50 gram [4]. Prof. Iman Rahayu Hidayati Soesanto seorang pakar ayam dari Institut Pertanian Bogor (IPB) berhasil membuat inovasi terhadap ayam petelur sehingga telur yang dihasilkan mengandung omega-3 [5].

2.1.3 *Feature Learning*

Berbeda dengan *feature engineering* yang digunakan dalam *machine learning* pada umumnya, *feature learning* adalah metode dimana proses *feature extraction* dilakukan secara otomatis dan adaptif oleh model. *Feature Learning* biasanya dipelajari dari gambar dengan menginduksi sparsity menggunakan kumpulan fitur potensial atau dengan menggunakan jaringan kepercayaan atau menggunakan konvolusi, atau bahkan kombinasi dari keduanya [10].

Pada pengolahan data kompleks seperti citra dan suara, dilakukan ekstraksi fitur untuk mengubah data menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh metode *learning*. Proses tersebut sangat memakan waktu dan cenderung kurang efektif dalam menggambarkan keseluruhan nilai informasi dari data. *Feature learning* mengatasi hal tersebut dengan membuat proses ekstraksi fitur adaptif yang dapat melakukan penyesuaian otomatis terhadap data yang digunakan.

Model *deep learning* yang umum digunakan pada pengolahan citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Dalam kasus citra, *feature learning* dilakukan oleh CNN pada serangkaian *convolution layer* di dalamnya. Karena hal tersebut, CNN tidak memerlukan proses ekstraksi fitur khusus dan pada umumnnya hanya memerlukan praproses dasar untuk normalisasi data.

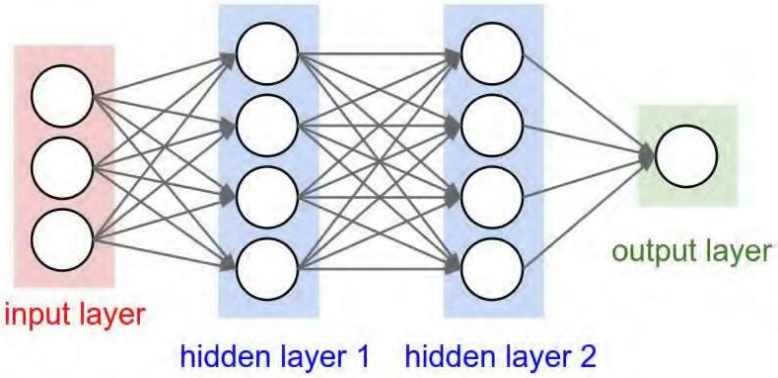
2.1.4 *Convolutional Neural Network*

CNN merupakan perkembangan dari *Multilayer Percepton* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk kedalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringannya yang tinggi dan banyak diaplikasikan untuk pengolahan data citra. Pada kasus data citra, MLP dinilai kurang efektif untuk diaplikasikan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel merupakan fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik [6].

CNN pertama kali dikembangkan dengan nama *NeoCognitron* oleh Kunihiko Fukushima, seorang peneliti dari *NHK Broadcasting Science Research Laboratories,* Kinuta, Setagaya, Tokyo, Jepang [11]. Konsep tersebut kemudian dimatangkan oleh Yann LeChun, seorang peneliti dari *AT&T Bell Laboratories* di Holmdel, New Jersey, USA. Model CNN dengan nama LeNet berhasil diterapkan oleh LeChun pada penelitiannya mengenai pengenalan angka dan tulisan tangan. Pada tahun 2012, Alex Krizhevsky dengan penerapan CNN miliknya berhasil menjuarai kompetisi *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge* 2012. Prestasi tersebut menjadi momen pembuktian bahwa metode *Deep Learning*, khususnya CNN. Metode CNN terbukti berhasil mengungguli metode *Machine Learning* lainnya seperti SVM pada kasus klasifikasi objek pada citra.

2.1.5 Konsep CNN

Cara kerja CNN memiliki kesamaan dengan MLP, dalam CNN setiap neuron dipresentasikan dalam bentuk dua dimensi, sedangkan pada MLP setiap neuron hanya berukuran satu dimensi.



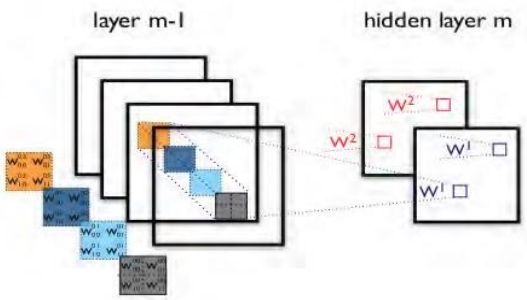
Gambar 2.1 Arsitektur MLP Sederhana [6].

Sebuah MLP seperti pada Gambar 2.1 memiliki *i layer* (kotak merah dan biru) dengan masing-masing *layer* berisi j_i neuron (lingkaran putih). MLP menerima *input* data satu dimensi dan mempropagasikan data tersebut pada jaringan hingga menghasilkan *output*. Setiap hubungan antar neuron pada dua *layer* yang bersebelahan memiliki parameter bobot satu dimensi yang menentukan kualitas mode. Disetiap data *input* pada *layer* dilakukan operasi *linear* dengan nilai bobot yang ada, kemudian hasil komputasi akan ditransformasi menggunakan operasi *non linear* yang disebut sebagai fungsi aktivasi.

Pada CNN, data yang dipropagasikan oleh jaringan adalah data dua dimensi, sehingga operasi linear dan parameter bobot pada CNN berbeda. Pada CNN operasi linear menggunakan operasi konvolusi, sedangkan bobot tidak lagi satu dimensi saja, namun berbentuk empat dimensi yang merupakan kumpulan kernel konvolusi seperti pada Gambar 2.2. Dimensi bobot pada CNN adalah:

neuron input x *neuron output* x *tinggi* x *lebar*

Karena sifat proses konvolusi, maka CNN hanya dapat digunakan pada data yang memiliki struktur dua dimensi seperti citra dan suara.



Gambar 2.2 Proses Konvolusi pada CNN [6]

2.1.6 Arsitektur Jaringan CNN

JST terdiri dari berbagai *layer* dan beberapa neuron pada masing-masing *layer*. Kedua hal tersebut tidak dapat ditentukan menggunakan aturan yang pasti dan berlaku berbeda-beda pada data yang berbeda [12].

Pada kasus MLP, sebuah jaringan tanpa *hidden layer* dapat memetakan persamaan *linear* apapun, sedangkan jaringan dengan satu atau dua *hidden layer* dapat memetakan sebagian besar persamaan pada data sederhana. Namun pada data yang lebih kompleks, MLP memiliki keterbatasan. Pada permasalahan jumlah *hidden layer* dibawah tiga *layer*, terdapat pendekatan untuk menentukan jumlah neuron pada masing-masing *layer* untuk mendekati hasil optimal. Penggunaan layer diatas dua pada umumnya tidak direkomendasikan dikarenakan akan menyebabkan *overfitting* serta kekuatan *backpropagation* berkurang secara signifikan.

Dengan berkembangnya *deep learning*, ditemukan bahwa untuk mengatasi kekurangan MLP dalam menangani data kompleks, diperlukan fungsi untuk mentransformasi data input menjadi bentuk yang lebih mudah dimengerti oleh MLP. Hal tersebut memicu berkembangnya *deep learning* dimana dalam satu model diberi beberapa *layer* untuk melakukan transformasi data sebelum data diolah menggunakan metode klasifikasi. Hal tersebut memicu berkembangnya model neural network dengan jumlah *layer* diatas tiga. Namun dikarenakan fungsi *layer* awal sebagai metode ekstraksi fitur, maka jumlah *layer* dalam sebuah DNN tidak memiliki aturan universal dan berlaku berbeda-beda tergantung dataset yang digunakan. Karena hal tersebut, jumlah *layer* pada jaringan serta jumlah neuron

pada masing-masing *layer* dianggap sebagai *hyperparameter* dan dioptimasi menggunakan pendekatan *searching*.

Sebuah CNN terdiri dari beberapa *layer*. Berdasarkan aristektur LeNet5 [13], terdapat empat macam *layer* utama pada sebuah CNN namun yang diterapkan pada TA ini hanya tiga macam lapisan lantara lain:

a. *Convolution Layer*

Convolution Layer melakukan operasi konvolusi pada *output* dari *layer* sebelumnya. *Layer* tersebut adalah proses utama yang mendasari sebuah CNN. Konvolusi adalah suatu istilah matematis yang berati mengaplikasikan sebuah fungsi pada *output* fungsi lain secara berulang. Dalam pengolahan citra, konvolusi berati mengaplikasikan sebuah *kernel*(kotak kuning) pada citra disemua *offset* yang memungkinkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. Kotak hijau secara keseluruhan adalah citra yang akan dikonvolusi. *Kernel* bergerak dari sudut kiri atas ke kanan bawah. Sehingga hasil konvolusi dari citra tersebut dapat dilihat pada gambar disebelah kanannya.

Tujuan dilakukannya konvolusi pada data citra adalah untuk mengekstraksi fitur dari citra *input*. Konvolusi akan menghasilkan transformasi *linear* dari data *input* sesuai informasi spasial pada data. Bobot pada *layer* tersebut menspesifikasikan *kernel* konvolusi yang digunakan, sehingga kernel konvolusi dapat dilatih berdasarkan *input* pada CNN.

Tabel 2.1 Operasi Konvolusi

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

Image

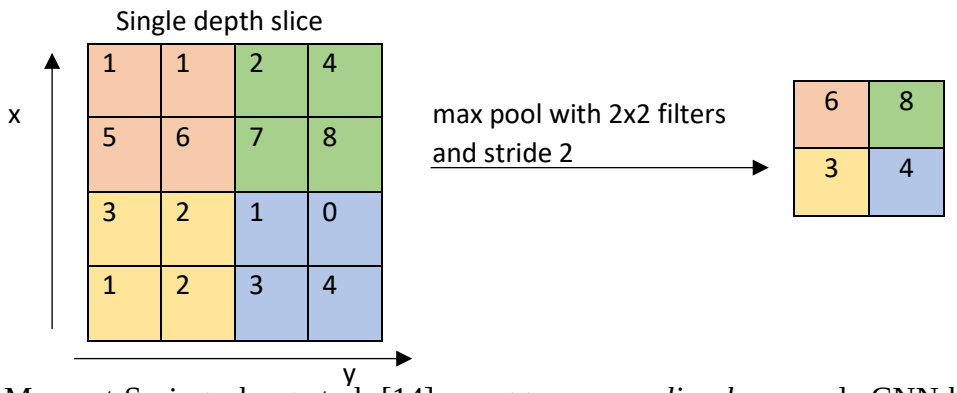
4	3	4
2	4	3
2		

Convolved Feature

b. *Subsampling Layer*

Subsampling adalah proses mereduksi ukuran sebuah data citra. Dalam pengolahan citra, *subsampling* juga bertujuan untuk meningkatkan invariansi posisi dari fitur. Dalam sebagian besar CNN, metode *subsampling* yang digunakan adalah *max pooling*. *Max pooling* membagi output dari *convolution layer* menjadi beberapa *grid* kecil lalu mengambil nilai maksimal dari setiap *grid* untuk menyusun matriks citra yang telah direduksi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Grid yang berwarna merah, hijau, kuning dan biru merupakan kelompok grid yang akan dipilih nilai maksimumnya. Sehingga hasil dari proses tersebut dapat dilihat pada kumpulan grid disebelah kanannya. Proses tersebut memastikan fitur yang didapatkan akan sama meskipun objek citra mengalami translasi (pergeseran).

Tabel 2.2 Operasi Max Pooling



Menurut Springenberg et al. [14], penggunaan *pooling layer* pada CNN hanya bertujuan untuk mereduksi ukuran citra sehingga dapat dengan mudah digantikan dengan sebuah *convolution layer* dengan *stride* yang sama dengan *pooling layer* yang bersangkutan.

c. *Fully Connected Layer*

Layer tersebut adalah *layer* yang biasanya digunakan dalam penerapan MLP dan bertujuan untuk melakukan transformasi pada dimensi data agar data dapat diklasifikasikan secara linear.

Setiap *neuron* pada *convolution layer* perlu ditransformasi menjadi data satu dimensi terlebih dahulu sebelum dapat dimasukkan ke dalam sebuah *fully*

connected layer. Karena hal tersebut menyebabkan data kehilangan informasi spasialnya dan tidak reversibel, *fully connected* layer hanya dapat diimplementasikan di akhir jaringan.

Dalam sebuah jurnal oleh Lin et al., dijelaskan bahwa *convolution layer* dengan ukuran kernel 1 x 1 melakukan fungsi yang sama dengan sebuah *fully connected layer* namun dengan tetap mempertahankan karakter spasial dari data. Hal tersebut membuat penggunaan *fully connectedlayer* pada CNN sekarang tidak banyak dipakai.

2.1.7 Fungsi Aktivasi

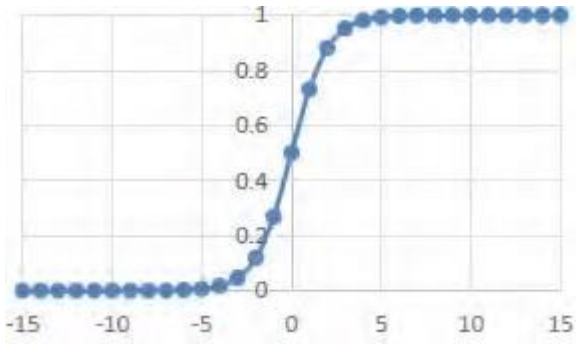
Fungsi aktivasi adalah fungsi *non linear* yang memungkinkan sebuah JST untuk dapat mentransformasi data *input* menjadi dimensi yang lebih tinggi sehingga dapat dilakukan pemotongan *hyperlane* sederhana yang memungkinkan dilakukan klasifikasi. Dalam CNN terdapat fungsi aktivasi digunakan yaitu fungsi *sigmoid*.

Fungsi *sigmoid* mentransformasi *range* nilai dari *input* x menjadi antara 0 dan 1 dengan bentuk distribusi fungsi seperti pada Gambar 2.7. Sehingga fungsi *sigmoid* memiliki bentuk sebagai berikut:

$$\sigma(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})} \tag{1}$$

Fungsi *sigmoid* sekarang sudah tidak banyak digunakan dalam praktek karena memiliki kelemahan utama yaitu *range* nilai *output* dari fungsi *sigmoid* tidak terpusat pada angka nol.

Hal tersebut menyebabkan terjadinya proses *backpropagation* yang tidak ideal, selain itu bobot pada JST tidak terdistribusi rata antara nilai positif dan negatif serta nilai bobot akan banyak mendekati ekstrim 0 atau 1. Dikarenakan komputasi nilai propagasi menggunakan perkalian, maka nilai ekstrim tersebut akan menyebabkan efek *saturating gradients* dimana jika nilai bobot cukup kecil, maka lama kelamaan nilai bobot akan mendekati salah satu ekstrim sehingga memiliki gradien yang mendekati nol. Jika hal tersebut terjadi, maka neuron tersebut tidak akan dapat mengalami *update* yang signifikan dan akan nonaktif.



Gambar 2.3 Distribusi Fungsi Sigmoid

2.1.8 Parameter CNN

Seluruh JST adalah sebuah *parametric model* yang berati sebuah model yang melakukan *fiting* terhadap data dengan memodifikasi nilai dari parameter jaringannya (bobot dan bias). JST merupakan metode *machine learning* yang memiliki kelemahan utama yaitu banyaknya parameter pada model, baik parameter internal jaringan maupun parameter eksternal. Hal tersebut membuat model pelatihan serta model optimasi pada JST menjadi sebuah proses yang sangat memakan waktu.

Karena dalam *machine learning* terdapat banyak sekali parameter dalam pembuatan model, maka dikenal sebuah istilah yaitu hyperparameter. Hyperparameter didefinisikan sebagai parameter dari sebuah distribusi di luar distribusi pada model [15]. Dalam konteks modelklasifikasi yang sedang dipelajari.

Pada JST, yang disebut parameter adalah nilai bobot dan bias dari *layer*. Seluruh parameter lain disebut dengan istilah hyperparameter karena berada di luar domain distribusi dari model.

2.1.9 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan penggolongan data yang telah mempunyai label kelas. Beberapa algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi dikelompokkan dalam pembelajaran terbimbing atau supervised learning. Klasifikasi merupakan teknik yang diperlukan untuk dapat melakukan pengenalan pola, prediksi nilai, dan pengambilan keputusan [16]. Klasifikasi diperlukan dalam mengelompokkan jenis citra telur berdasarkan masing-masing fitur citra yang dimilikinya.

2.1.10 Perhitungan Akurasi

Proses penghitungan akurasi adalah proses untuk menghitung akurasi model yang diusulkan terhadap data citra yang diujikan. Akurasi pada penelitian ini adalah variabel yang merupakan representasi kinerja metode yang digunakan untuk mengukur keberhasilan dari model CNN dalam melakukan klasifikasi citra telur. Proses penghitungan akurasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix.*

2.1.11 *Confussion Matrix*

Jumlah data yang diujikan. Semakin tinggi nilai akurasi yang diperoleh maka semakin baik model yang diusulkan [17]. Gambaran *Confusion*

matrix dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.3 *Confusion Matrix*

Cost Matrix	Kelas Prediksi		
Kelas Sebenarnya		Kelas = Ya	Kelas = Tidak
	Kelas = Ya	TP (True Positif)	FN (False Negatif)
	Kelas = Tidak	FP (False Positif)	TN (True Negatif)

a. Akurasi = $\frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN}$

b. Recall (pos) = $\frac{TP}{TP+FP}$

Precision (pos) = $\frac{TP}{TP+FN}$

c. Recall (neg) = $\frac{TN}{TN+FN}$

Precision (neg) = $\frac{TN}{FP+TN}$

Berdasarkan tabel *confusion matrix* tersebut, terdapat empat kondisi, yaitu :

1. *True Positive* (TP): kondisi dimana model memprediksi citra sebagai *true* dan jawaban aktualnya adalah *true*

2. *True Negative* (TN): kondisi dimana model memprediksi citra sebagai *false* dan jawaban aktualnya adalah *false*
3. *False Positive* (FP): kondisi dimana model memprediksi citra sebagai *true* dan jawaban aktualnya adalah *false*
4. *False Negative* (FN) : kondisi dimana model memprediksi citra sebagai *false* dan jawaban aktualnya adalah *true*.

2.2 Tinjauan Studi

Penelitian tentang citra telur sudah cukup banyak dilakukan, antara lain sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan R. Shimizu, dkk [18] dengan judul *"Convolutional Neural Network for Industrial Egg Classification"*. Dalam penilitian ini, CNN digunakan untuk memeriksa kualitas telur dari gambarnya. Akurasi klasifikasi ditingkatkan dengan menggunakan gambar 4-sudut yang mencakup fitur multi-sudut dan mencapai akurasi 92,3%.
2. Penelitian yang dilakukan Maimunah [19] dengan judul "Identifikasi Mutu Telur Ayam Berdasarkan Kebersihan Kerabang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan". Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi mutu telur ayam ras berdasarkan kebersihan kerabang menggunakan jaringan syaraf tiruan. Tekstur citra telur diekstrak menggunakan ciri statistik orde dua meliputi *angular second moment, contrast, correlation variance, inverse different moment, entropy*. Nilai hasil ekstraksi selanjutnya digunakan untuk pelatihan dengan data latih sebanyak 25 telur mutu I, 25 telur mutu II dan 25 telur mutu III. Hasil penelitian diperoleh akurasi 93,33% yang menyatakan bahwa jaringan syaraf tiruan dapat melakukan identifikasi mutu telur berdasarkan kebersihan kerabang telur dengan baik.
3. Penelitian yang dilakukan Shoffan Saifullah [20] dengan judul "Perbandingan Segmentasi Pada Citra Asli dan Citra Kompresi Wavelet Untuk Identifikasi Telur". Pada penelitian ini proses pengolahan citra melibatkan beberapa proses mulai dari akuisisi citra, *preprocessing* dengan mengubah citra menjadi citra *grayscale*, dan kemudian diubah menjadi citra hitam putih dan proses pengolahan citra sampai hasilnya.

Pada proses pengolahannya dilakukan dengan menggunakan segmentasi dan pelabelan dengan didahului dengan perhitungan *centroid* dan penentuan *bounding box* untuk mengidentifikasi telur ayam. Perbandingan hasil pengolahan citra asli dengan hasil kompresi dari citra asli menunjukkan bahwa proses segmentasi citra telur ayam memberikan hasil 100% sama (baik citra asli maupun citra kompresi wavelet). Dengan kompresi akan menghemat penyimpanan (disk) dan hasil yang sama diperoleh dalam proses perhitungan objek, luas area, dan penentuan titik *centroid*.

4. Penelitian yang dilakukan Rizky Rahmadianto [21] dengan judul "Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam". Penelitian ini menggunakan olah citra telur dan menambahkan metode *K-Nearest Neighbor* untuk mencari klasifikasi data uji, membedakan tekur ayam beromega dengan telur ayam biasa dengan analisa tekstur menggunakan statistik orde pertama yaitu *mean, standart deviation, skewness* dan *kurtosis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang dipilih berhasil digunakan, dengan hasil K tertinggi yaitu K=7 dan akurasinya 86%.
5. Penelitian yang dilakukan Miftahus Sholihin [4] dengan judul "Klasifikasi Mutu Telur Ayam Beradasrkan Fitur Warna dengan Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*". Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang bisa menentukan kualitas mutu telur yang didasarkan pada fitur warna dengan menggunakan HSV dan menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 80% ketika nilai *k* sebesar 7.
6. Penelitian yang dilakukan Jeerapa Thipakorn [22] dengan judul *"Egg Weight Prediction and Egg Size Classification Using Image Processing and Machine Learning"*. Penelitian ini menyajikan teknik pengolahan citra dan pembelajaran mesin untuk memprediksi berat telur ayam dan mengklasifikasikan jumlah ukuran telur dari satu citra telur. Berat telur diprediksi dan nomor ukuran diklasifikasikan menggunakan 13 fitur. Percobaan menunjukkan bahwa dengan menggunakan teknik regresi linier untuk memprediksi bobot menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0,9915,

dan percobaan menggunakan teknik *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengklasifikasikan jumlah ukuran menghasilkan akurasi 87,58%.

7. Penelitian yang dilakukan Kembali oleh Shoffan Saifullah [23] dengan judul *"Comparison of Egg Fertility Identification based on GLCM Feature Extraction using Backpropagation and K-Means Clustering Algorithm"*. Penelitian ini menyajikan studi perbandingan algoritma *Backpropagation* dan *K-means clustering* untuk identifikasi fertilitas telur. Metode ekstraksi ciri yang diterapkan pada citra pra-proses adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dengan enam parameter *(Entropy, Angular Second Moment, Contrast, Inverse Different Moment, Correlation, dan Variance)*. Hasil dari fitur GLCM ekstraksi citra akan diproses menggunakan dua algoritma pembelajaran yaitu *Backpropagation* dan *K-means Clustering.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Backpropagation* (menggunakan 12 neuron lapisan tersembunyi) memberikan tingkat akurasi 93%, sedangkan algoritma *K-means clustering* menyajikan tingkat akurasi 74%.

Berikut merupakan *Tabel 2.2* yang berisi kelebihan dan perbedaan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan penelitian ini.

Tabel 2.4 Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Penulis	Kelebihan	Perbedaan
Convolutional Neural Network for Industrial Egg Classification	Ryota Shimizu, Shusuke Yanagawa, Toru Shimizu, Mototsugu Hamada, Tadahiro Kuroda	CNN digunakan untuk memeriksa kualitas dari telur ayam. Akurasi ditngkatkan dengan menggunakan gambar 4-sudut yang mencakup fitur multi-sudut dan mencapai akurasi 92,3%.	CNN digunakan untuk mengklasifikasi jenis telur dari citra telur ayam negeri dan telur omega 3 sebagai masukan.

Judul Penelitian	Penulis	Kelebihan	Perbedaan
Identifikasi Mutu Telur Ayam Berdasarkan Kebersihan Kerabang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan	Maimunah, Retno Nugroho Whidhiasih	Identifikasi mutu telur ras berdasarkan kerabang dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Citra telur diekstrak menggunakan *angular second moment, contrast, correlation variance, inverse different moment, entropy*. Dataset dibagi menjadi tiga kelas yaitu telur mutu I, mutu II, mutu III dan memperoleh akurasi sebesar 93,33%.	Citra yang diteliti yaitu kuning telur yang akan dibagi menjadi 2 kelas yaitu telur ayam negeri dan telur omega 3 dengan menggunakan model CNN.
Perbandingan Segmentasi Pada Citra Asli dan Citra Kompresi Wavelet Untuk Identifikasi Telur	Anton Yudhana, Sunardi, Shoffan Saifullah	Proses pengolahan citra dimulai dari akuisisi citra, *preprocessing* dengan mengubah citra menjadi citra *grayscale*, dan kemudian diubah menjadi citra hitam putih dan proses pengolahan citra sampai hasilnya. Perbandingan hasil	Citra yang di teliti yaitu kuning telur aym negeri dan telur omega 3 dan akan diklasifikasi menjadi 2 kelas.

Judul Penelitian	Penulis	Kelebihan	Perbedaan
		pengolahan citra asli dengan hasil kompresi dari citra asli menunjukkan bahwa proses segmentasi citra telur ayam memberikan hasil 100% sama.	
Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam	Rizky Rahmadianto, Edy Mulyanto, T. Sutojo	Menggunakan metode KNN untuk mendeteksi kualitas telur ayam dan menghasilkan nilai akurasi sebesar 86% dengan K=7	Penelitian menggunakan metode CNN untuk klasifikasi jenis telur.
Klasifikasi Mutu Telur Ayam Beradasrkan Fitur Warna dengan Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*	Miftahus Sholihin, M. Ghofar Rohman	Menggunakan model KNN untuk klasifikasi mutu telur ayam yang didasarkan pada fitur warna dengan menggunakan HSV dan menghasilkan akurasi sebesar 80%.	Citra yang diteliti yaitu bagian kuning telur yang akan digunakan untuk klasifikasi.
Egg Weight Prediction and Egg Size Classification Using Image Processing and Machine Learning	Jeerapa Thipakorn, Rattapoom Waranusast, Panomkhawn Riyamongkol	Penelitian ini menyajikan teknik pengolahan citra dan pembelajaran mesin untuk memprediksi berat telur ayam dan	Fokus penelitian pada citra telur dan hanya mengklasifikasikan jenis telur.

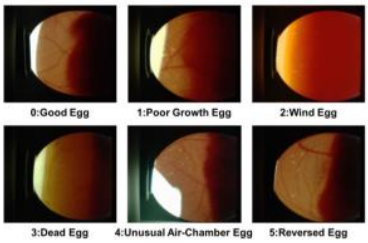
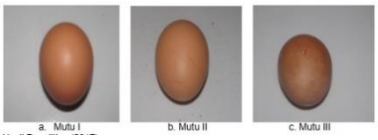
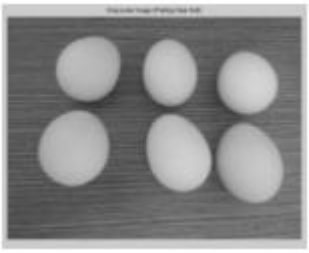
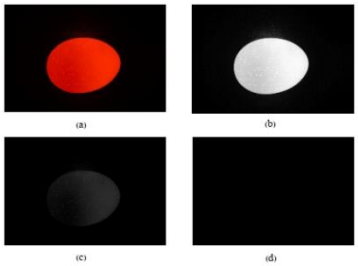
Judul Penelitian	Penulis	Kelebihan	Perbedaan
		mengklasifikasikan jumlah ukuran telur dari satu citra telur. menggunakan teknik *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengklasifikasikan jumlah ukuran menghasilkan akurasi 87,58%.	
Comparison of Egg Fertility Identification based on GLCM Feature Extraction using Backpropagation and K-Means Clustering Algorithm	Shoffan Saifullah, Vynska Amalia Permadi	Menyajikan studi perbandingan algoritma *Backpropagation* dan *K-means clustering* untuk identifikasi fertilitas telur	Fokus penelitian pada citra telur dan hanya mengklasifikasikan jenis telur.

2.3 Objek Penelitian

Objek dari penelitian yang dilakukan adalah citra telur yang terdiri dari dua kelas diantaranya telur ayam negeri dan telur omega 3 yang diperoleh dari dataset milik pribadi.

Tabel 2.5 Literatur Review Dataset

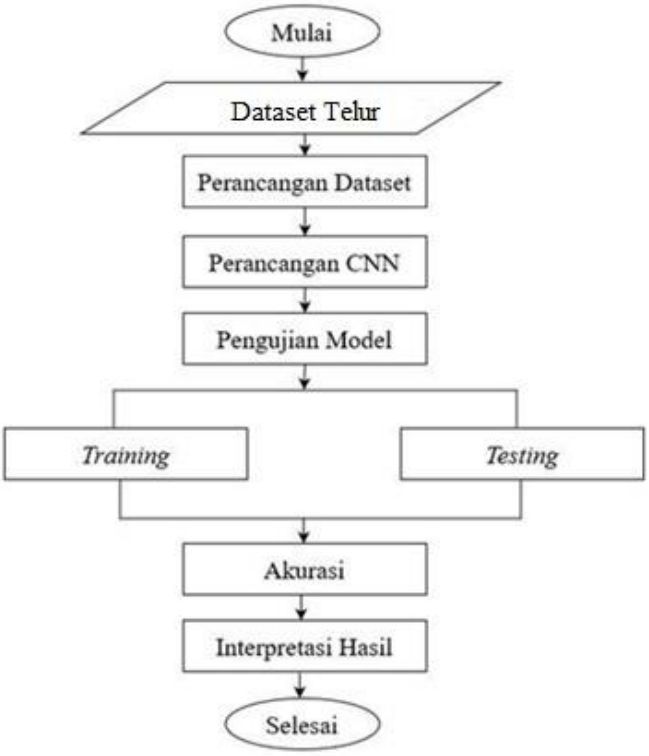
Judul	Sampel Dataset Penelitian Sebelumnya	Dataset Penelitian Sekarang

Judul	Sampel Dataset Penelitian Sebelumnya	Dataset Penelitian Sekarang
Convolutional Neural Network for Industrial Egg Classification		
Identifikasi Mutu Telur Ayam Berdasarkan Kebersihan Kerabang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan		
Perbandingan Segmentasi Pada Citra Asli dan Citra Kompresi Wavelet Untuk Identifikasi Telur		
Klasifikasi Mutu Telur Ayam Beradasrkan Fitur Warna dengan Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*		
Egg Weight Prediction and Egg Size Classification Using Image Processing and Machine Learning		

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Penelitian

Fungsi penelitian adalah untuk menemukan penjelasan dan jawaban atas masalah, serta memberikan alternatif-alternatif terhadap kemungkinan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut. Dalam melakukan penelitian diperlukan suatu model penelitian untuk menghasilkan pengetahuan baru untuk direalisasikan. Gambar 3.1 berikut merupakan model penelitian dari penelitian ini:



Sumber : Penelitian (2021)

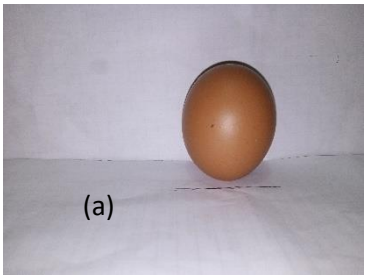
Gambar 3.1. Model Penelitian

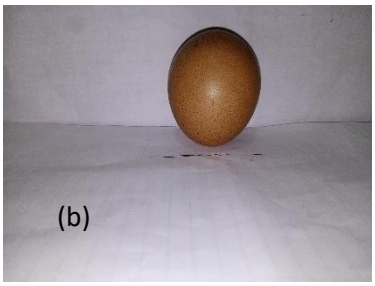
3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah citra telur yang diperoleh dengan menggunakan kamera *handphone* dan terdiri dari dua kelas yaitu telur ayam negeri dan telur omega 3.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengakuisisi citra 2 jenis telur yang banyak dijual di pasar, dan 80 citra digital yang diambil dengan menggunakan kamera *handphone* dilakukan sesuai dengan model penelitian.





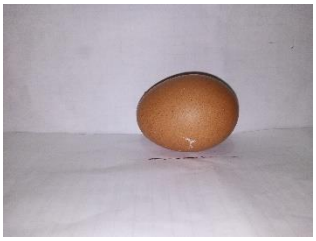
Gambar 3.2. (a) Telur Ayam Negeri, (b) Telur Omega 3

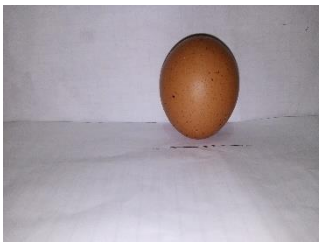
Pada Gambar 3.2 dapat kita lihat telur dari hasil pengumpulan data yang akan dilakukan akuisisi untuk menjadi citra digital yang terdiri dari telur ayam negeri(Gambar 3.2a) dan telur omrga 3 (Gambar 3.2.b).

3.4 Pengolahan Data Awal

Pengolahan data awal pada penelitian ini adalah dengan melaukan akuisisi telur menjadi citra digital telur, dan menamai setiap citra tersebut untuk menjadi dataset penelitian klasifikasi telur. Tabel 3.1 berikut ini merupakan total 80 kumpulan data citra yang terdiri dari 2 kelas penelitian ini:

Tabel 3.1. Dataset Telur

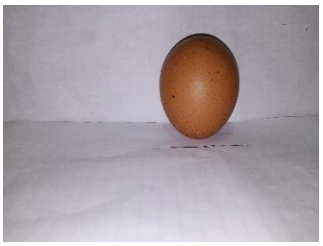
No	Nama File	Citra
1	IMG_20210606_144732_690 (Telur Ayam Negeri)	
.....	.....	.....

No	Nama File	Citra
20	IMG_20210606_145113_751 (Telur Ayam Negeri)	
.....	.....	.....
40	IMG_20210606_145510_304 (Telur Ayam Negeri)	
50	IMG_20210614_082450_670 (Telur Omega 3)	
.....	.....	.....
70	IMG_20210614_084533_470 (Telur Omega 3)	
.....	.....	.....
80	IMG_20210614_084533_470 (Telur Omega 3)	

Sumber : Hasil Penelitian (2021)

Setelah mengumpulkan 80 total citra yang ditunjukkan pada Tabel 3.1, kemudian dari citra tersebut dibagi menjadi 2 yaitu data *training* dan data *testing*. Dalam distribusi data pelatihan, pengujian, dan verifikasi, semakin banyak data yang digunakan, semakin tinggi akurasi estimasinya. Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai distribusi kumpulan data citra untuk pengolahan citra [24], penelitian ini menggunakan 80% data *train*, dan 20% data *testing* yang berasal dari total citra dan distribusi spesies yang sama. Berikut adalah contoh distribusi data *train* dan *testing* yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.:

Tabel 3.2. Dataset *Training* Telur

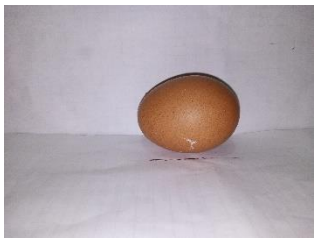
No	Nama File	Citra
1	IMG_20210606_144732_690 (Telur Ayam Negeri)	
.....	.....	.....
15	IMG_20210606_145113_751 (Telur Ayam Negeri)	
.....	.....	.....
32	IMG_20210606_145510_304 (Telur Ayam Negeri)	

No	Nama File	Citra
40	IMG_20210614_082450_670 (Telur Omega 3)	
.....	.....	.....
50	IMG_20210614_084533_470 (Telur Omega 3)	
.....	.....	.....
64	IMG_20210614_084533_470 (Telur Omega 3)	

Sumber : Hasil Penelitian (2021)

Pada tabel 3.2 dijelaskan bahwa data training yang diambil pada penelitian ini adalah 80% dari total keseluruhan 80 citra yaitu 64 dengan pembagian jumlah kelas masing-masing 30 citra. Selanjutnya jumlah data *testing* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3. Dataset *Testing* Telur

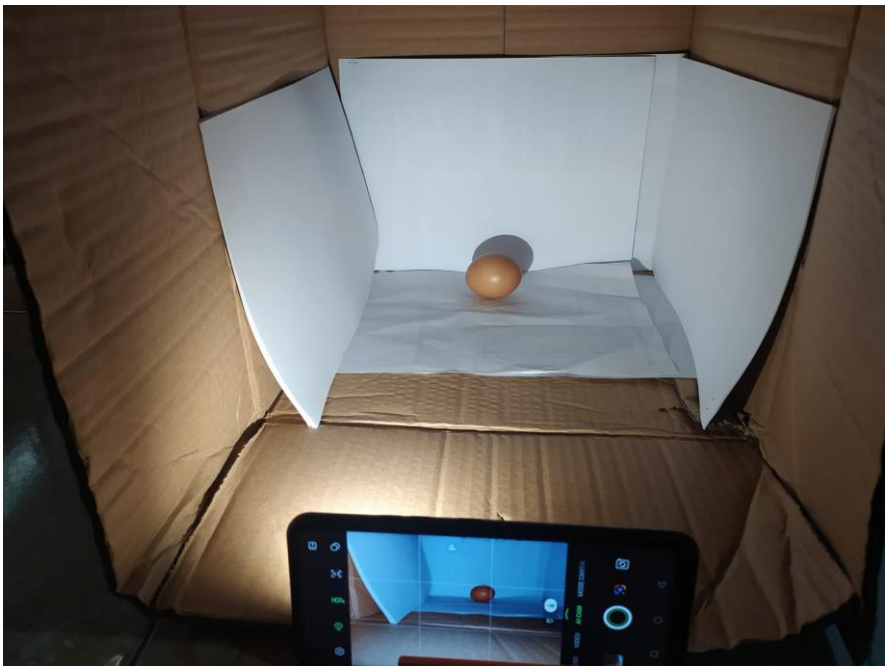
No	Nama File	Citra
1	IMG_20210606_144732_690 (Telur Ayam Negeri)	
8	IMG_20210606_145510_304 (Telur Ayam Negeri)	
12	IMG_20210614_082450_670 (Telur Omega 3)	
16	IMG_20210614_084533_470 (Telur Omega 3)	

Sumber : Hasil Penelitian (2021)

Pada tabel 3.3 dijelaskan bahwa data *testing* yang diambil pada penelitian ini adalah 20% dari total keseluruhan 80 citra yaitu 16 dengan pembagian jumlah kelas masing-masing 8 citra.

3.4.1 Akuisisi Citra

Tahap akuisisi citra pada penelitian ini merupakan pengambilan objek penelitian untuk menjadi bahan dataset yang diambil dengan menggunakan kamera *handphone*. Berikut pada Gambar 3.3 adalah penjelasan akuisisi citra yang dilakukan:



Gambar 3.3. Proses Pengambilan Citra

Dilihat dari Gambar 3.3, merupakan langkah pertama untuk mengambil citra yang akan dijadikan dataset. Objek diletakkan pada sebuah kotak yang dilapisi kertas putih, kemudian diambil citra dengan menggunakan kamera *handphone.* Sehingga menghasilkan citra telur digital yang disimpan dengan format JPG *(Joint Photographic Group)*.

3.4.2 *Training* Model CNN

Pada tahap pelatihan model CNN, data citra akan dilatih menggunakan model CNN. Data citra yang digunakan adalah data *training dan testing*. Setelah melakukan akuisisi citra kemudian dilakukan load file fitur yang telah disimpan sebelumnya. Selanjutnya mengubah data citra menjadi sebuah vektor, menambah beberapa *hidden layer*, dan menyesuaikan lapisan FC terakhir sesuai dengan jumlah kelas.

Proses selanjutnya yaitu *compile* model CNN yang telah dibuat dengan terlebih dulu melakukan pengaturan parameter training meliputi *optimizer*, *learning rate*, dan *loss*. Proses selanjutnya yaitu melakukan *fitting* model terhadap data *training* dan *validation*. Langkah berikutnya adalah membuat evaluasi untuk melihat akurasi data *training* terhadap data *testing*. Gambar 3.10 merupakan diagram alir proses *training* model CNN.

3.4.3 Pengujian

Pengujian terhadap *training* model CNN yang telah dibuat terdiri dari pengujian dengan menggunakan data *testing*. Tahapan yang dilakukan pada pengujian adalah dengan melakukan *load file* bobot model yang telah disimpan sebelumnya dan melakukan *compile* model *training*. Selanjutnya melakukan evaluasi model CNN yang telah dibuat dengan data pengujian. Metode yang digunakan untuk melakukan pengujian data pengujian yaitu menggunakan *confusion matrix*.

3.5 Eksperimen dan Pengujian Metode

Berikut merupakan tahapan eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini, tahapan yang dilakukan adalah:

1. Mempersiapkan data citra benih telur yang diperoleh dari dataset pribadi.
2. Memisahkan citra menjadi tiga bagian, yaitu data citra *training*, dan data citra *testing*.
3. Membuat program melalui *platform Google Colabs* dengan bahasa pemrograman *python* (ipynbfile).
   a. Melakukan impor *library* yang dibutuhkan untuk proses pengolahan citra
   b. Melakukan *setting path folder* tempat menyimpan data citra *training* dan *testing*
   c. Mengubah piksel citra menjadi angka untuk digunakan pada proses *training* dan *testing*
   d. Melakukan evaluasi model CNN yang telah dibuat dengan data *testing*
   e. Melakukan prediksi terhadap data *testing*
   f. Menghitung *classification metrics* terhadap data *testing*
   g. Menghitung *confusion matrix* terhadap data *testing*
   h. Menampilkan hasil *confusion matrix* data *testing*

3.6 Evaluasi Penelitian

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap metode yang diusulkan, sehingga dapat diketahui seberapa tepat metode yang diusulkan dalam melakukan klasifikasi citra telur.

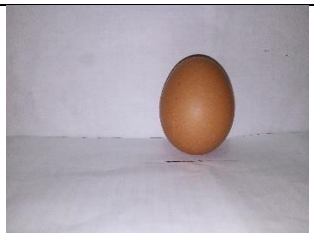
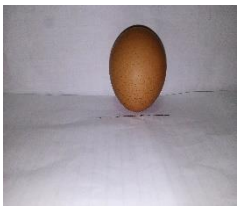
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini penulis menggunakan *Platform Google Colab* dalam melakukan pengolahan citra untuk tahap pra-pemrosesan, hingga penggunaan rancangan CNN untuk klasifikasi. Pada penelitian ini telur akan diklasifikasikan ke dalam 2 kelas diantaranya telur ayam negeri dan telur omega 3. Total citra yang digunakan sejumlah 80 citra yang dibagi menjadi citra *training* dan citra *testing*.

4.1 Hasil Resize

Pada tahap pertama dilakukan *resize* atau merubah ukuran dari asal citra 3608 x 3456 kedalam ukuran 255 x 255. Berikut citra hasil *resize* dibawah ini:

Tabel 4.1. Hasil *Resize* Citra Telur

No	Kelas	Citra awal	Citra Hasil Resize
1	Telur Ayam Negeri		
2	Telur Omega 3		

Pada tabel 4.1 menunjukan contoh citra asli dari dataset telur yang dilakukan resize 255x255 pada pada semua kelas yang di ambil sampel secara random. Citra hasil *resize* menunjukan adanya penyusutan ukuran,dan lebih terbentuk menjadi persegi, dan citra terlihat detail lebih kecil tapi tidak mengurangi karakter dari setiap kelas yang akan dikenali oleh sistem. Citra yang ditampilkan dipilih secara acak oleh sistem.

4.2 Hasil Perancangan Model CNN

Dalam pembuatan model, proses yang biasa dilakukan meliputi proses *convolution* dan proses *pooling* yang disertai dengan fungsi aktivasi. Jumlah proses ini disesuaikan dengan kebutuhan peneliti. Model dibuat dengan memuat beberapa jenis lapisan yang berbeda, antara lain lapisan konvolusi *(layer_conv_2d)*, lapisan *pooling*, lapisan *dropout*, lapisan *flatten* dan lapisan *dense*. Proses konvolusi ini dilakukan sebanyak 3 kali ditunjukkan oleh banyaknya *convolution layer* yang digunakan. Pada umumnya 2 sampai 3 lapisan cukup untuk mendapatkan model klasifikasi yang memiliki akurasi tinggi. Pada penelitian ini digunakan banyak lapisan untuk melatih model dan melihat bagaimana kinerja model tersebut.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan fit model. Pada saat melakukan fit model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch* = *20*,*epochs* = *250*. *Epoch* digunakan untuk menentukan berapa kali jaringan akan melihat seluruh kumpulan data. Nilai *batch_size* menunjukkan jumlah contoh pelatihan dalam satu *forward/backward pass*. Semakin tinggi nilai *batch_size* maka akan semakin banyak memori yang dibutuhkan. Pada gambar 4.1 dapat dilihat gambaran dari model yang digunakan.

```
_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
conv2d (Conv2D)              (None, 148, 148, 32)      896
_________________________________________________________________
max_pooling2d (MaxPooling2D) (None, 74, 74, 32)        0
_________________________________________________________________
conv2d_1 (Conv2D)            (None, 72, 72, 64)        18496
_________________________________________________________________
max_pooling2d_1 (MaxPooling2 (None, 36, 36, 64)        0
_________________________________________________________________
conv2d_2 (Conv2D)            (None, 34, 34, 32)        18464
_________________________________________________________________
max_pooling2d_2 (MaxPooling2 (None, 17, 17, 32)        0
_________________________________________________________________
flatten (Flatten)            (None, 9248)              0
_________________________________________________________________
dense (Dense)                (None, 200)               1849800
_________________________________________________________________
dropout (Dropout)            (None, 200)               0
_________________________________________________________________
dense_1 (Dense)              (None, 500)               100500
_________________________________________________________________
dropout_1 (Dropout)          (None, 500)               0
_________________________________________________________________
dense_2 (Dense)              (None, 2)                 1002
=================================================================
Total params: 1,989,158
Trainable params: 1,989,158
Non-trainable params: 0
```

Gambar 4.1 Model CNN yang digunakan

4.3 Hasil Pengujian

Setelah proses pelatihan model dilakukan, maka selanjutnya melakukan pengujian terhadap data *training*. Tahapan ini bertujuan untuk menguji data *testing* dengan model yang telah dibuat dan seberapa baik akurasi klasifikasi dengan program yang telah dibuat. Selain pengujian dengan data *training*, pengujian juga dilakukan dengan menggunakan citra di luar dataset.

4.3.1. Hasil penelitian dataset telur

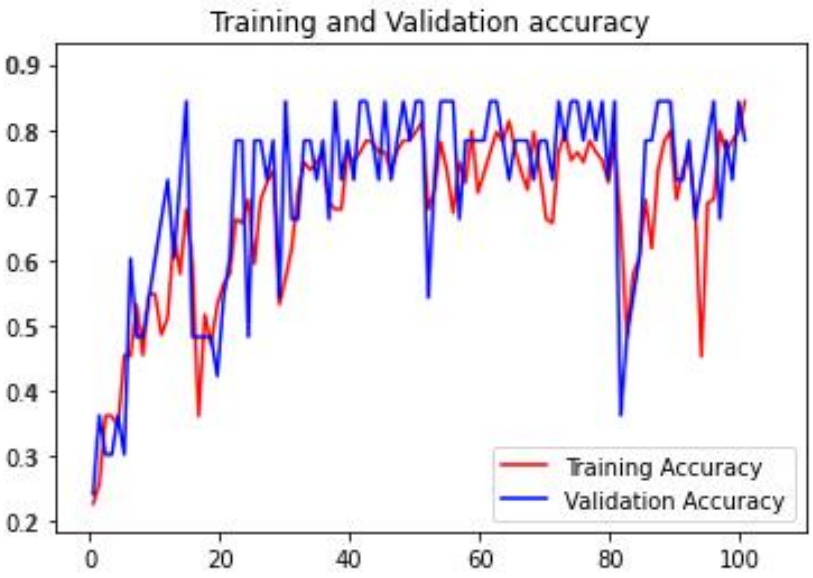
Hasil penelitian menggunakan dataset telur dengan pengelompokan terpisah ini ditampikan dalam bentuk akurasi, grafik akurasi dan loss, classification report, confusion metrix, dan test model atau pengujian.

A. Akurasi

Dengan menggunakan model CNN yang telah dirancang melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan *fit* model. Pada saat melakukan *fit* model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch* = *20*,*epochs* = *250*, menghasilkan *accuracy* sebesar 87 %.

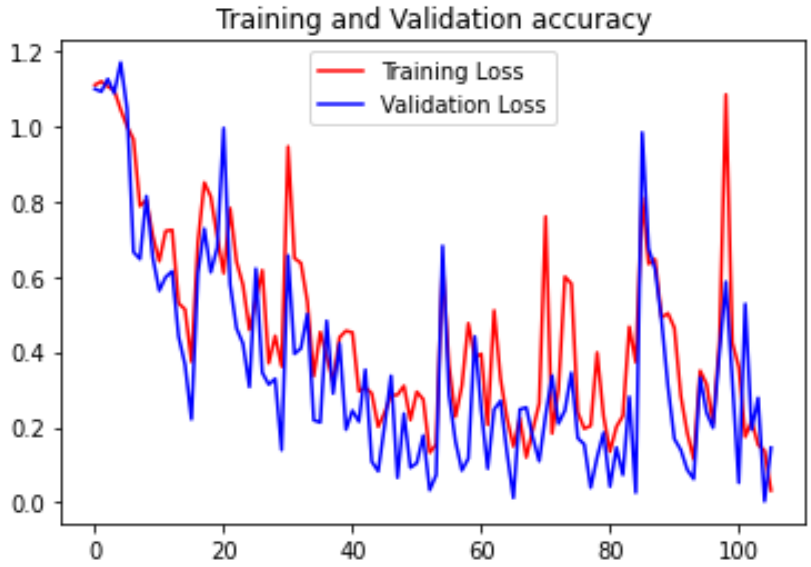
B. Grafik

Dengan melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan *fit* model. Pada saat melakukan *fit* model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch* = *20*,*epochs* = *250* , menghasilkan grafik model akurasi dan *loss* sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik Akurasi Model CNN
penggunaan dataset telur.

Pada Gambar 4.2, menunjukan bahwa hasil grafik akurasi yang diuji terhadap data *training* dan data *validation*. Garis yang berwarna biru merupakan tanda grafik akurasi data *validation* yang menunjukan kenaikan mulai dari *epoch* 1-100. Sedangkan garis berwarna merah merupakan data *train* yang menunjukan terjadinya kenaikan yang konsisten, walauapun ada beberapa bagian yang mengalami penurunan ini dapat sangat terlihat karena *epoch* yang digunakan cukup banyak yaitu 100 *epoch*. Gafik berakhir di 99 pada *epoch* 100. Dapat disimpulkan tidak terjadi *overfitting* karena grafik tidak terlalu fokus pada *training* dataset tertentu, sehingga masih bisa melakukan prediksi dengan tepat jika diberikan dataset lain yang serupa. *Overfitting* biasanya akan menangkap data *noise* yang seharusnya diabaikan, selain itu *overfitting* model akan memiliki akurasi rendah.



Gambar 4.3. Grafik *loss* akurasi model Model CNN penggunaan dataset telur

Dari gambar 4.3 Grafik *loss* akurasi model *CNN* dirancang melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan *fit* model. Pada saat melakukan *fit* model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch* = *20*,*epochs* = *250* menunjukan bahwa hasil grafik akurasi yang diuji terhadap data *training* dan data *validation*. Garis yang berwarna biru merupakan data *validation* yang terjadinya *loss* dari yang tertinggi yaitu loss 1.2 di *epoch* 1 kemudian menurun konsisten sampai *epoch* 100. Sedangkan garis yang berwarna hijau merupakan data *validation* yang menunjukan *loss* mulai dari *epoch* satu yaitu 1.2 dan terus menurun sampai *epoch* 100. Model yang baik adalah model yang bisa menjelaskan data tanpa terpengaruh oleh data *noise*. Model tidak akan *fit* terhadap tiap data *point*, namun mampu menjelaskan *trend* atau kelompok data. Dan pada grafik diatas menunjukan *low coss*. Dapat disimpulkan dari grafik *loss* akurasi model ini tidak ada tanda-tanda *overfitting*.

C. Classification Report

Berikut *classification report* yang dihasilkan dari model CNN dirancang melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan *fit* model. Pada saat

melakukan *fit* model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch* = *20*,*epochs* = *250*.

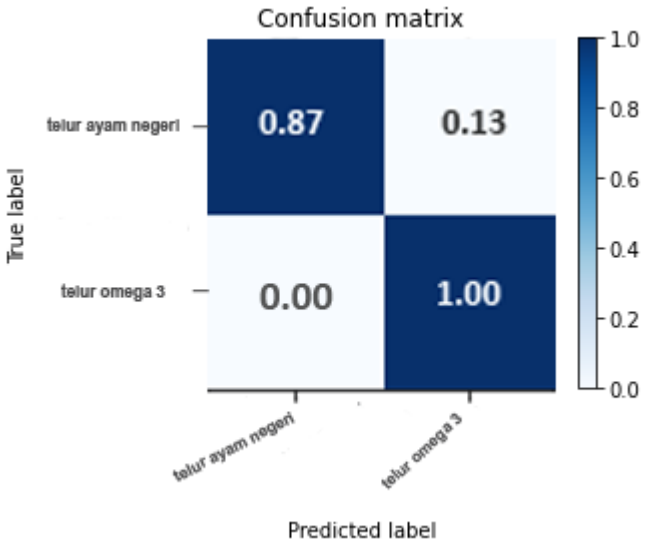
	precision	recall	f1-score	support
telur ayam negeri	1.00	1.00	1.00	8
telur ayam omega 3	0.84	0.85	0.87	8
micro avg	0.85	0.87	0.86	16
macro avg	0.86	0.85	0.87	16
weighted avg	0.84	0.85	0.86	16
samples avg	0.86	0.86	0.86	16

Gambar 4.4. *Classification Report* Model CNN penggunaan dataset telur

Dari gambar 4.4. menunjukan bahwa kelas telur ayam negeri mendapatkan nilai *precission* 1.00, *recall* 1.00, dan *f1-score* 1.00. Kelas telur omega 3 mendapatkan nilai *precision* 0.84, *recall* 8.85, dan *f1-score* 0.87. Akurasi yang didapat yaitu 0.87.

D. Confussion Matrix

Berikut merupakan *confussion matrix* yang dihasilkan dari model CNN dirancang melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan *fit* model. Pada saat melakukan *fit* model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch* = *20*,*epochs* = *250*.

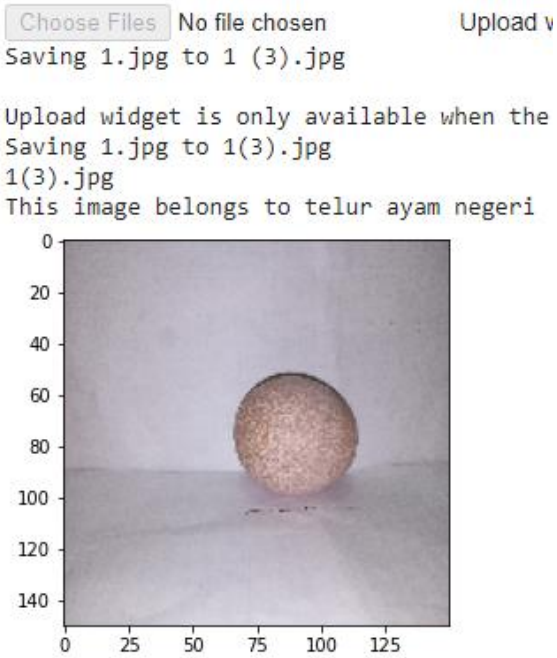


Gambar 4.4. *Confussion Matrix* Model CNN penggunaan dataset telur.

Dari gambar 4.5 diatas menunjukan pada bagian kiri gambar terdapat 2 kelas diantaranya telur ayam negeri dan telur omega 3. Dari *confusion matrix* diatas menunjukan model memprediksi benar untuk kelas “telur ayam negeri” sebesar 87% dan 13% diprediksi salah terhadap telur ayam negeri dari keseluruhan data yang diujikan. Dan model memprediksi benar untuk kelas “telur omega 3” sebanyak 100 % dari keseluruhan data yang diujikan.

E. Hasil Pengujian Model

Berdasasarkan model yang sudah dibuat, model tersebut dijuji terhadap dataset yang diambil secara acak, peneliti juga menguji hasil dengan *Upload* file citra yang mewakili kelas yang akan di uji dan hasil prediksi akan keluar sesuai dengan kemampuan hasil model yang dibuat.



Gambar 4.6. Hasil Pengujian *Upload* Citra Model *CNN* dataset telur

Gambar 4.6 menunjukan hasil pengujian model CNN dan dataset *sampel* citra yang diujicobakan yaitu kelas telur ayam negeri , berhasil diprediksi dengan benar sesuai citra kelas yang digunakan.

Dari hasil model cnn yang dirancang memberikan hasil akurasi yang sangat baik yaitu sebesar 87% dan setelah diujicobakan menggunakan dataset acak yang di ambil, sistem dapat memprediksi citra dengan benar. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [21], dan menunjukkan bahwa model CNN dapat digunakan untuk klasifikasi jenis telur.

BAB V
PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan secara ringkas dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan beberapa saran yang dapat diaplikasikan untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan dan diidentifikasi sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan bahwa:

1. Dari hasil model algoritma CNN yang dirancang untuk mengidentifikasi jenis telur diantaranya telur ayam negeri dan telur omega 3, melakukan pelatihan data citra telur ke dalam model dengan *fit* model. Pada saat melakukan *fit* model dengan *epoch* yang digunakan *steps_per_epoch = 20,epochs = 250* menunjukan hasil yang baik.
2. Tingkat akurasi yang didapatkan dari hasil eksperimen menggunakan performa *optimizer adam* menghasilkan akurasi sebesar 87%.
3. Susunan *hyperparameter* yang digunakan yaitu *optimizer Adam*, *steps_per_epoch = 20,epochs = 250*. Hasil klasifikasi dalam penlitian ini lebih baik dibanding dengan hasil penelitian terdahulu.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat diaplikasikan untuk penelitian selanjutnya agar menghasilkan hasil penelitian yang lebih baik:

1. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah jenis telur sebagai dataset penelitian, mengingat masih banyak jenis telur yang ada.
2. Menambah teknik *preprocessing* citra lainnya, mengingat masih banyak teknik preprocessing yang ada.
3. Menggunakan model *transfer learning* maupun model algoritma lainya sebagi perbandingan hasil penelitian.

4. Menambahkan model lain untuk membandingkan hasil klasifikasi antara model satu dengan model lainnya.
5. Mengimplementasikan hasil penelitian kedalam bentuk aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Maimunah and R. Whidhiasih, “Identifikasi Mutu Telur Ayam Berdasarkan Kebersihan Kerabang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan,” *Informatics Educ. Prof.*, vol. 2, no. 1, p. 234362, 2017.

[2] M. G. R. Miftahus Sholihin, “Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Fitur Warna dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *Semin. Nas. Sist. Inf.*, pp. 1188–1193, 2018.

[3] G. A. Pradipta and P. D. Wulaning Ayu, “Perbandingan Segmentasi Citra Telur Ayam Menggunakan Metode Otsu Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna Rgb Dan Hsv,” *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 136–147, 2017, doi: 10.23887/jst-undiksha.v6i1.9329.

[4] M. Sholihin and M. G. Rohman, “Klasifikasi Kualitas Mutu Telur Ayam Ras Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur,” *J. Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 1056–1059, 2018, doi: 10.30736/teknika.v10i2.244.

[5] T. F. Kusumaningrum, “Implementasi Convolution Neural Network (Cnn) Untuk Klasifikasi Jamur Konsumsi Di Indonesia Menggunakan Keras,” 2018.

[6] W. S. Eka Putra, “Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.15696.

[7] M. Zufar and B. Setiyono, “Convolutional Neural Networks Untuk Pengenalan Wajah Secara Real-Time,” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, p. 128862, 2016, doi: 10.12962/j23373520.v5i2.18854.

[8] M. Zainuddin, L. T. Sianturi, and R. K. Hondro, “Implementasi Metode Robinson Operator 3 Level Untuk Mendeteksi Tepi Pada Citra Digital,” *J. Ris. Komput.*, vol. 4, no. 4, pp. 1–5, 2017.

[9] D. Tyas Purwa Hapsari, C. Gusti Berliana, P. Winda, and M. Arief Soeleman, “Face Detection Using Haar Cascade in Difference Illumination,” *Proc. - 2018 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun. Creat.*

Technol. Hum. Life, iSemantic 2018, pp. 555–559, 2018, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2018.8549752.

[10] D. K. Nithin and P. B. Sivakumar, "Generic Feature Learning in Computer Vision," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 58, pp. 202–209, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.08.054.

[11] K. Fukushima, "Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position," *Biol. Cybern.*, vol. 36, no. 4, pp. 193–202, 1980, doi: 10.1007/BF00344251.

[12] D. Stathakis, "How many hidden layers and nodes?," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 30, no. 8, pp. 2133–2147, 2009, doi: 10.1080/01431160802549278.

[13] S. University, ", "An Introduction to Convolutional Neural Network,"," *Stanford University*. .

[14] J. T. Springenberg, A. Dosovitskiy, T. Brox, and M. Riedmiller, "S TRIVING FOR S IMPLICITY : T HE A LL C ONVOLUTIONAL N ET," pp. 1–14, 2015.

[15] F. Hutter, *Automated Machine Learning*. .

[16] H. Darmanto, D. Learning, T. Learning, and G. Descent, "PENGENALAN SPESIES IKAN BERDASARKAN KONTUR OTOLITH," vol. 2, 2019.

[17] L. Widiastuti, "Pemilihan Fitur Pada Analisis Sentimen Review Travel Online Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Dalam Penerapan Mutual Information Dan Particle Swarm Optimization (PSO)," vol. 3, no. 1, 2018.

[18] R. Shimizu, S. Yanagawa, T. Shimizu, M. Hamada, and T. Kuroda, "Convolutional neural network for industrial egg classification," *Proc. - Int. SoC Des. Conf. 2017, ISOCC 2017*, pp. 67–68, 2018, doi: 10.1109/ISOCC.2017.8368830.

[19] M. Maimunah and R. N. Whidhiasih, "Identifikasi Mutu Telur Ayam Berdasarkan Kebersihan Kerabang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *INFORMATICS Educ. Prof. J. Informatics; Vol 2 No 1 INFORMATICS*

Educ. Prof. (Desember 2017), Dec. 2017, [Online]. Available: http://ejournal-binainsani.ac.id/index.php/ITBI/article/view/595.

[20] S. Saifullah, S. Sunardi, and A. Yudhana, "PERBANDINGAN SEGMENTASI PADA CITRA ASLI DAN CITRA KOMPRESI WAVELET UNTUK IDENTIFIKASI TELUR," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8, no. 3, 2016, doi: 10.33096/ilkom.v8i3.75.190-196.

[21] R. Rahmadianto, E. Mulyanto, and T. Sutojo, "Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam," *J. VOI (Voice Informatics)*, vol. 8, no. 1, 2019.

[22] J. Thipakorn, R. Waranusast, and P. Riyamongkol, "Egg weight prediction and egg size classification using image processing and machine learning," 2017, doi: 10.1109/ECTICon.2017.8096278.

[23] S. Saifullah and V. A. Permadi, "Comparison of Egg Fertility Identification based on GLCM Feature Extraction using Backpropagation and K-means Clustering Algorithms," 2019, doi: 10.1109/ICSITech46713.2019.8987496.

[24] U. Andayani and I. B. Sumantri, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Mikroskopis Stomata Tanaman Herbal Curcuma," 2019, [Online]. Available: http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/24599.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program yang digunakan

```
import os, shutil
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive/')

print("Jumlah Data Train Tiap Kelas")
print('Jumlah gambar Telur Ayam Negeri    :', len(os.listdir('
/content/drive/MyDrive/Dataset Telur/TelurAyamNegeri/')))
print('Jumlah gambar Telur Ayam Omega 3   :', len(os.listdir('
/content/drive/MyDrive/Dataset Telur/TelurOmega3/')))

shutil.rmtree ('/tmp/s/')
os.mkdir('/tmp/s/')
os.mkdir('/tmp/s/train/')
os.mkdir('/tmp/s/val/')
os.mkdir('/tmp/s/train/TelurAyamNegeri/')
os.mkdir('/tmp/s/val/TelurAyamNegeri/')
os.mkdir('/tmp/s/train/TelurOmega3/')
os.mkdir('/tmp/s/val/TelurOmega3/')

import random
from shutil import copyfile

def train_val_split(source, train, val, train_ratio):
  total_size = len(os.listdir(source))
  train_size = int(train_ratio * total_size)
  val_size = total_size - train_size

  randomized = random.sample(os.listdir(source), total_size)
  train_files = randomized[0:train_size]
  val_files = randomized[train_size:total_size]

  for i in train_files:
    i_file = source + i
    destination = train + i
    copyfile(i_file, destination)

  for i in val_files:
    i_file = source + i
    destination = val + i
    copyfile(i_file, destination)

train_ratio = 0.8
```

```
#Pembagian Training dan Validasi

source_00 = '/content/drive/MyDrive/Dataset Telur/TelurAyamNeg
eri/'
train_00 = '/tmp/s/train/TelurAyamNegeri/'
val_00 = '/tmp/s/val/TelurAyamNegeri/'
train_val_split(source_00, train_00, val_00, train_ratio)

source_01 = '/content/drive/MyDrive/Dataset Telur/TelurOmega3/
'
train_01 = '/tmp/s/train/TelurOmega3/'
val_01 = '/tmp/s/val/TelurOmega3/'
train_val_split(source_01, train_01, val_01, train_ratio)

print('Jumlah All Telur Ayam Negeri     :', len(os.listdir('/c
ontent/drive/MyDrive/Dataset Telur/TelurAyamNegeri')))
print('Jumlah Train Telur Ayam Negeri    :', len(os.listdir('/
tmp/s/train/TelurAyamNegeri')))
print('Jumlah Val Telur Negeri     :', len(os.listdir('/tmp/s/
val/TelurAyamNegeri')))

print('Jumlah All Telur Ayam Omega 3     :', len(os.listdir('/
content/drive/MyDrive/Dataset Telur/TelurOmega3')))
print('Jumlah Train Telur Ayam Omega 3    :', len(os.listdir('
/tmp/s/train/TelurOmega3')))
print('Jumlah Val Telur Ayam Omega 3      :', len(os.listdir('
/tmp/s/val/TelurOmega3')))

import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGene
rator

train_datagen = ImageDataGenerator(
                  rescale = 1./255.,
                  rotation_range = 30,
                  horizontal_flip = True,
                  shear_range = 0.3,
                  fill_mode = 'nearest',
                  width_shift_range = 0.2,
                  height_shift_range = 0.2,
                  zoom_range = 0.1
)

val_datagen = ImageDataGenerator(
                rescale = 1./255.,
                rotation_range = 30,
```

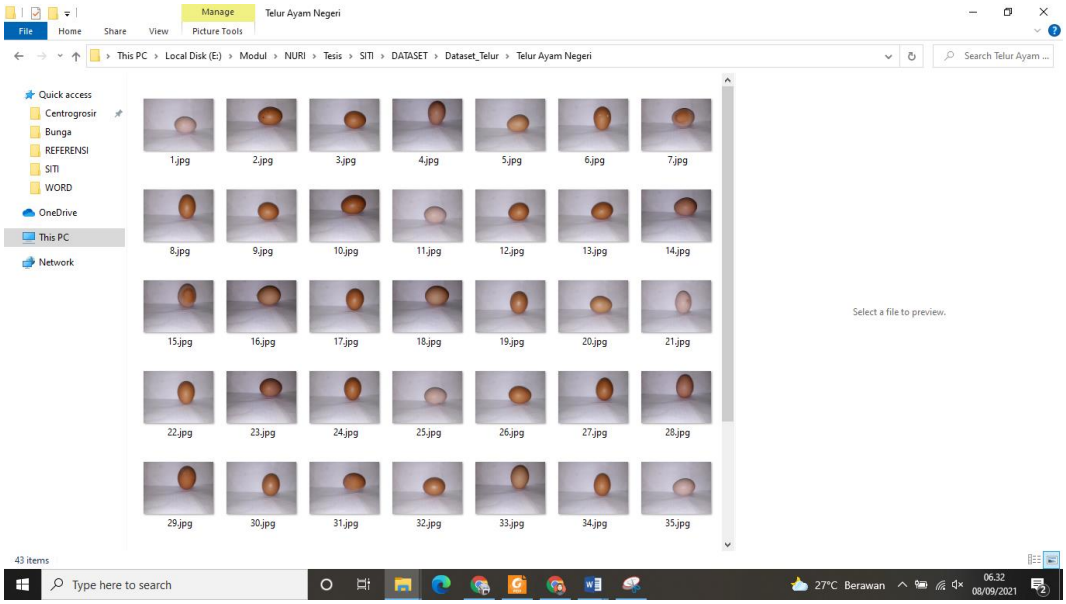
```
                horizontal_flip = True,
                shear_range = 0.3,
                fill_mode = 'nearest',
                width_shift_range = 0.2,
                height_shift_range = 0.2,
                zoom_range = 0.1
)

train_dir = '/tmp/s/train/'
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(
    train_dir,
    target_size = (150, 150),
    batch_size = 3,
    class_mode = 'categorical'
)

val_dir = '/tmp/s/val/'
val_generator = val_datagen.flow_from_directory(
    val_dir,
    target_size = (150, 150),
    batch_size = 3,
    class_mode = 'categorical'
)

# callbacks
class myCallback(tf.keras.callbacks.Callback):
  def on_epoch_end(self, epoch, logs = {}):
    if(logs.get('accuracy') > 0.99):
      print('\nAkurasi mencapai 99%')
      self.model.stop_training = True

callbacks = myCallback()

model = tf.keras.models.Sequential([
          tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation = 'rel
u', input_shape = (150, 150, 3)),
          tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
          tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation = 'rel
u'),
          tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
          tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation = 'rel
u'),
          tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
          tf.keras.layers.Flatten(),
          tf.keras.layers.Dense(200, activation = 'relu'),
          tf.keras.layers.Dropout(0.3,seed=112),
          tf.keras.layers.Dense(500, activation = 'relu'),
```

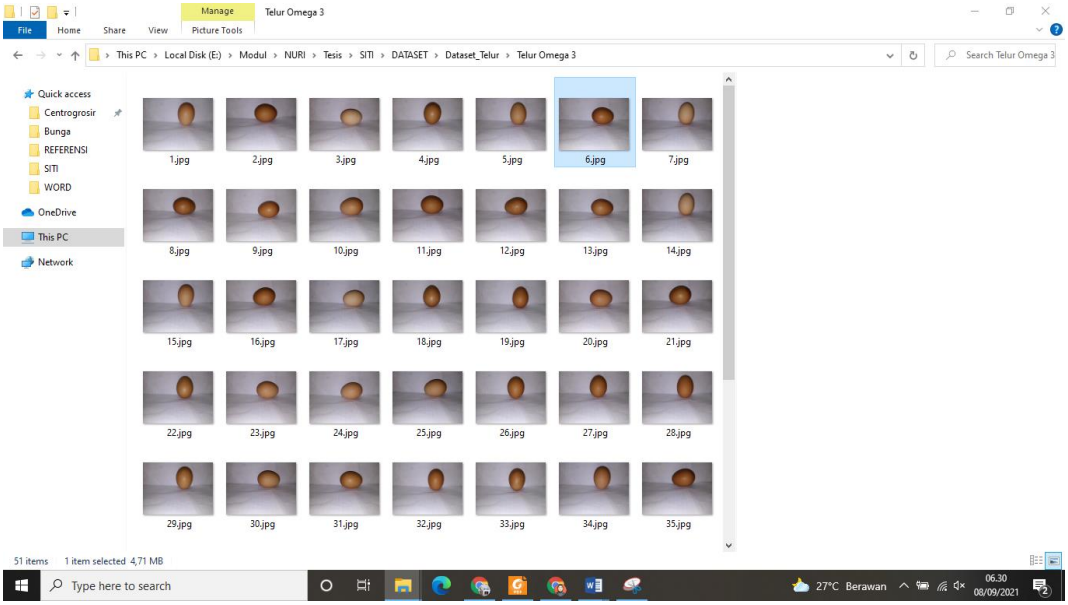
```
          tf.keras.layers.Dropout(0.5,seed=112),
          tf.keras.layers.Dense(2, activation = 'sigmoid')
])

model.summary()

model.compile(loss = 'categorical_crossentropy',
              optimizer = 'Adam',
              metrics = ['accuracy'])

history = model.fit(
            train_generator,
            steps_per_epoch = 20,
            epochs = 100,
            validation_data = val_generator,
            validation_steps = 5,
            verbose = 1,
            callbacks = [callbacks]
)

%matplotlib inline

import matplotlib.image  as mpimg
import matplotlib.pyplot as plt


acc = history.history['accuracy']
val_acc = history.history['val_accuracy']
loss = history.history['loss']
val_loss = history.history['val_loss']

epochs = range(len(acc))

plt.plot(epochs, acc, 'r', label = 'Training Accuracy')
plt.plot(epochs, val_acc, 'b', label = 'Validation Accuracy')
plt.title('Training and Validation accuracy')
plt.legend(loc = 'best')
plt.show()

plt.plot(epochs, loss, 'r', label = 'Training Loss')
plt.plot(epochs, val_loss, 'b', label = 'Validation Loss')
plt.title('Training and Validation accuracy')
plt.legend(loc = 'best')
plt.show()

import sklearn.metrics as metrics
```

```
labels = ['telur ayam negeri', 'telur ayam omega 3']

preds = np.round(model.predict(val_generator),0)

classification_metrics = metrics.classification_report(val_gen
erator.classes, preds, target_names=labels)
print(classification_metrics)

# Confusion Matrix

from sklearn.metrics import confusion_matrix
import itertools

Y_pred = model.predict_generator(val_generator)
y_pred = np.argmax(Y_pred, axis=1)
confusion_matrix= confusion_matrix(val_generator.classes, y_pr
ed)
labels=["telur ayam Negeri","telur ayam omega 3"]
def plot_confusion_matrix(cm, classes,
  normalize=False,
  title='Confusion matrix',
  cmap=plt.cm.Blues):

  if normalize:
    cm = cm.astype('float') / cm.sum(axis=1)[:, np.newaxis]
    print("Normalized confusion matrix")
  else:
    print('Confusion matrix, without normalization')

  plt.imshow(cm, interpolation='nearest', cmap=cmap)
  plt.title(title)
  plt.colorbar()
  tick_marks = np.arange(len(classes))
  plt.xticks(tick_marks, classes, rotation=45)
  plt.yticks(tick_marks, classes)

  fmt = '.2f' if normalize else 'd'
  thresh = cm.max() / 2.
  for i, j in itertools.product(range(cm.shape[0]), range(cm.s
hape[1])):
    plt.text(j, i, format(cm[i, j], fmt), horizontalalignment=
"center", color="white" if cm[i, j] > thresh else "black")

    plt.tight_layout()
    plt.ylabel('True label')
    plt.xlabel('Predicted label')
```

```
plot_confusion_matrix(confusion_matrix,labels,normalize=False)

import numpy as np
from keras.preprocessing import image
from google.colab import files

uploaded = files.upload()

for fn in uploaded.keys():

  # predicting images
  path = fn
  img = image.load_img(path, target_size = (150, 150))
  imgplot = plt.imshow(img)
  x = image.img_to_array(img)
  x = np.expand_dims(x, axis = 0)

images = np.vstack([x])
  classes = model.predict(images, batch_size = 100)

  print(fn)

  class_list = os.listdir('Dataset Telur')

  for j in range(42):
    if classes[0][j] == 1. :
      print('This image belongs to class', class_list[j])
      break
```

Lampiran 2. Dataset Citra Telur





Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Biodata Mahasiswa

N I M :14002394

Nama Lengkap : Siti Nurhasanah Nugraha

Tempat dan Tanggal Lahir : Tasikmalaya, 17 November 1996

Jenis Kelamin : Perempuan

Alamat : JL. RAYA BARAT SINGAPARNA NO. 122 RT/RW. 001/006, Desa/Kec. SINGASARI, Kode Pos 46412, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat.

B. Riwayat Pendidikan Formal dan Non-Formal

1. SDN 6 Singaparna, Lulus tahun 2009
2. SMPN 1 Singaparna, Lulus tahun 2012
3. SMK Singaparna, Lulus tahun 2015
4. D3 Universitas Bina Sarana Informatika Tasikmalaya , Lulus tahun 2018
5. S1 Universitas Ars Internasional, Lulus Tahun 2019

C. Riwayat Pengalaman Organisasi / Pekerjaan

1. HIMMI Universitas Bina Sarana Informatika (2018 - 2019)

Jakarta, 07 September 2021

(Siti Nurhasanah Nugraha)