

**IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR
DAUN SIRIH DAN DAUN BINAHONG MENGGUNAKAN METODE
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)***

(Skripsi)

Oleh

AFIFAH

NPM 1817051068



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

IMPLEMETASI DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR DAUN BINAHONG DAN DAUN SIRIH MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*

Oleh

AFIFAH

Tumbuhan obat adalah jenis tumbuhan yang sering digunakan oleh masyarakat karena memiliki banyak manfaat, yaitu mencegah atau menyembuhkan berbagai penyakit. Sirih hijau dan binahong adalah tumbuhan obat yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Salah satu bagian tumbuhan yang umum digunakan untuk mengklasifikasi jenis tumbuhan adalah daun. Convolutional Neural Network (CNN) adalah metode dalam deep learning yang paling umum dipakai dalam klasifikasi citra. Penelitian menggunakan data berjumlah 900 gambar dengan perbandingan data training, validasi, dan testing yaitu 8:1:1. Berdasarkan hasil pengujian terhadap gambar daun sirih dan binahong, pada data test akurasi tertinggi sebesar 98%.

Kata Kunci : *Deep Learning*, Tumbuhan Obat, Klasifikasi, CNN, *Neural Network*

ABSTRAK

IMPLEMENTATION OF DEEP LEARNING FOR IMAGE CLASSIFICATION OF GREEN BETEL AND ANREDERA CORDIFOLIA USING THE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD

By

AFIFAH

Medicinal plants are types of plants that are often used by the community because they have many benefits, namely preventing or curing various diseases. Green Betel and Andredera Cordifolia are medicinal plants that are widely used by Indonesian people. One part of the plant that is commonly used to classify plant species is the leaf. Convolutional Neural Network (CNN) is a method in deep learning that is most commonly used in image classification. The study used 900 data images with a comparison of training, validation, and testing data, namely 8:1:1. Based on the test results on betel leaf and binahong images, the highest accuracy test data is 98%.

Keywords :*Deep Learning, Medical Plant, Classification, CNN, Neural Network*

**IMPLEMETASI DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR
DAUN SIRIH DAN DAUN BINAHONG MENGGUNAKAN METODE
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)***

Oleh

AFIFAH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER**

Pada

**Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK
KLASIFIKASI GAMBAR DAUN SIRIH DAN DAUN
BINAHONG MENGGUNAKAN METODE
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)**

Nama Mahasiswa

: Afifah

Nomor Induk Mahasiswa : **1817051068**

Program Studi

: S1 Ilmu Komputer

Jurusan

: Ilmu Komputer

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Rizky Prabowo, M.Kom.

NIP. 19880807 201903 1 011

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

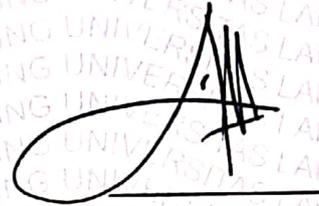
Didik Kurniawan, S.Si., M.T.

NIP 19800419 200501 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

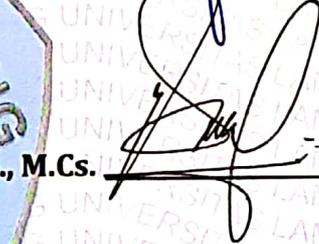
Ketua : Rizky Prabowo, M.Kom



Penguji I : Didik Kurniawan, S.Si., M.T



Penguji II Bambang Hermanto, S.Kom., M.Cs.

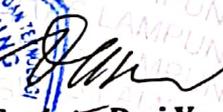


2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.

NIP.19740705 200003 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 02 Februari 2023

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Implementasi *Deep Learning* Untuk Klasifikasi Gambar Daun Sirih dan Daun Binahong Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*” merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 29 Januari 2023



NPM 1817051068

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 20 Februari 2000 di Bandar Lampung, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sugiantoro dan Ibu Zubaidah.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal pertama kali di Taman Kanak - Kanak Sriwijaya pada tahun 2006, melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 2

Harapan Jaya dan selesai pada tahun 2012. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTs Negeri 2 Bandar Lampung yang selesai pada tahun 2015, serta menyelesaikan pendidikan menengah atas pada tahun 2018 di SMA Negeri 1 Bandar Lampung.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis beberapa kali terlibat dalam kegiatan sebagai berikut.

1. Menjadi anggota Printer Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2018/2019.
2. Menjadi anggota Bidang Internal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2020/2021.
3. Melaksanakan Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Tanjung Tirto, Kec Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur, pada bulan Desember tahun 2018.
4. Pada bulan Februari 2021, penulis melaksanakan Kerja Praktik di Kantor Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Satu Pintu (DPMPTSP) Provinsi Lampung.

5. Pada bulan Agustus 2021, penulis melaksanakan KKN di Desa Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN

Puji syukur yang tak terhingga saya ucapkan kepada Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia-Nya serta shalawat dan salam senantiasa juga tercurahkan Kepada Nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Bapak Sugiantoro dan Ibu Zubaidah tercinta,

Terima kasih atas semua pengorbanan, perjuangan, kesabaran, dan kasih sayang kalian yang telah kalian berikan untukku selama ini dalam membesarkan, mendidik, mendoakan, mendukung, dan memberikan semangat di setiap langkah perjalananku untuk meraih keberkahan di dunia dan di akhirat.

Teruntuk dua Kakakku Kartika Sugiantoro & Isnaini Masruroh, Adikku Intan Ramandha, dan keponakan-keponakanku Agratara Abdullah Halim & Aozora Abdurahman Halim yang aku sayangi, aku ucapkan terima kasih.

Keluarga Ilmu Komputer 2018,

Serta Almamater Tercinta, Universitas Lampung.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5)

90 percents of your worries are an imaginary swamp that you created. Just go instead of worrying.

Dont get scared, cheer up!

(BTS, so what)

The past was honestly the best, but my best what comes next. My moment is yet to come.

(BTS, yet to come)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat, dan karunia-Nya, shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dengan judul “Implementasi Deep Learning Untuk Klasifikasi Gambar Daun Sirih dan Daun Binahong Menggunakan Metode Convolutional Neural Network”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam menyusun skripsi ini, antara lain.

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan berkah, rahmat, hidayah, dan karunia-nya.
2. Kedua orang tuaku, Ibu dan Bapak, Kakak-kakak dan adikku yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, motivasi, dan kasih sayang luar biasa tak terhingga. Semoga Allah SWT selalu memberikan kebahagiaan dan keberkahan dalam kehidupan kalian di dunia dan di akhirat, Aamiin.
3. Bapak Rizky Prabowo, M.Kom. selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar membimbing, memberi arahan, dan nasihat, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung sekaligus dosen pembahas satu yang telah memberikan masukan dan saran yang bermanfaat guna menyempurnakan penulisan skripsi.
5. Bapak Bambang Hermanto, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembahas kedua yang telah memberikan masukan dan saran yang bermanfaat guna menyempurnakan penulisan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman selama penulis menjalani perkuliahan.
9. Ibu Nora, Bang Zai, dan Mas Noval yang sudah membantu urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer dengan sikap kerja yang kooperatif.
10. Azzah Roudhoh, Gema Annisa, Yulivia Annisa, Evania Intiha, dan Agnes Pramudani, Jonathan Michelle, teman seperjuanganku dikampus yang sejak awal kuliah selalu ada dan saling membantu satu sama lain, tempatku menuangkan segala kebahagiaan dan kesedihan. Terima kasih sudah mau menjadi sahabat yang baik.
11. Sahabat-sahabatku yang selalu ada dalam suka dan duka, mendengarkan cerita, berbagi kebahagiaan, memberi semangat, dan dukungan selama ini.
12. Keluarga Ilmu Komputer 2018 yang tidak bisa disebut satu persatu yang telah bersedia menjadi rekan kelompok, rekan diskusi, dan rekan bercanda. Terima kasih sudah memberi warna dan pengalaman selama masa perkuliahan
13. Kim Nam Joon, Kim Seok Jin, Min Yoon Gi, Jung Ho Seok, Park Ji Min, Kim Taehyung, Jeon Jungkook, yang tergabung dalam grup musik BTS, yang telah menjadi penyemangat, inspirasi, dan penghibur melalui karya indahny.
14. Dua kucingku, Hima & Puca yang memberikan kenyamanan dan menjadi penghibur serta pendengar setia saat masa sulit dalam pengerjaan skripsi ini.

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR PSEUDOCODE	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Tumbuhan Obat.....	6
2.3 Sirih Hijau	6
2.4 Binahong	7
2.5 Citra Digital.....	8
2.6 Klasifikasi Citra.....	9
2.8 <i>Convolutional Neural Network</i>	10
2.9 <i>Confusion Matrix</i>	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Populasi dan Sampel.....	16
3.3 Jenis dan Sumber Data	16

3.4	Alat Pendukung	17
3.5	Alur Kerja Penelitian	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	<i>Preprocessing</i> Data	24
4.2	Pemodelan Data.....	29
4.3	Pengujian Model.....	37
4.4	Pembahasan	42
V.	PENUTUP.....	44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44
	DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1. Penelitian terdahulu.....	4
Table 2. <i>Confusion matrix</i>	14
Table 3. Timeline Penelitian	15
Table 5. Skenario Pembagian Data	26
Table 6. Parameter penelitian.....	29
Table 7. Epoch 20 <i>confusion matrix</i>	37
Table 8. Epoch 25 <i>confusion matrix</i>	38
Table 9. Epoch 30 <i>confusion matrix</i>	38
Table 10. Epoch 35 <i>confusion matrix</i>	39
Table 11. Epoch 36 <i>confusion matrix</i>	39
Table 12. Epoch 37 <i>confusion matrix</i>	39
Table 13. Epoch 38 <i>confusion matrix</i>	40
Table 14. Epoch 39 <i>confusion matrix</i>	40
Table 15. Epoch 40 <i>confusion matrix</i>	41
Table 16. Evaluasi hasil model	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tumbuhan sirih hijau	6
Gambar 2. Tumbuhan Binahong	7
Gambar 3. Koordinat Representasi Citra	9
Gambar 4. Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	10
Gambar 5. Ilustrasi <i>convolutional layer</i>	11
Gambar 6. Fungsi aktivitasi ReLU	12
Gambar 7. <i>Pooling layer</i>	12
Gambar 8. <i>Fully connected layer</i>	13
Gambar 9. Daun binahong	16
Gambar 10. Daun sirih hijau	17
Gambar 11. Alur penelitian	19
Gambar 12. Alur CNN	21
Gambar 13. Pelabelan data daun	25
Gambar 14. Input citra	26
Gambar 15. Matriks piksel pada citra	27
Gambar 16. Pembagian Data	29
Gambar 17. Arsitektur CNN	32
Gambar 18. Perhitungan konvolusi	33
Gambar 19. Proses max-pooling	33
Gambar 20. Model CNN	35
Gambar 21. Evaluasi hasil	42

DAFTAR PSEUDOCODE

	Halaman
Pseudocode 1. <i>Load</i> Data	26
Pseudocode 2. Pembagian Data	28
Pseudocode 3. Pemodelan CNN	31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki keanekaragaman flora (tumbuhan) terbanyak di dunia. Memiliki iklim tropis membuat tumbuhan mudah hidup dan tumbuh di Indonesia. Tumbuhan yang tumbuh di Indonesia memiliki berbagai macam manfaat, salah satunya untuk obat. Menurut LIPI, Indonesia memiliki sekitar 7.500 tumbuhan yang dapat digunakan untuk tumbuhan obat. Tumbuhan obat dapat ditemukan secara tidak sengaja maupun sengaja yang ditanam untuk pribadi di pekarangan rumah. Sirih dan binahong adalah contoh tanaman obat yang banyak digunakan untuk diambil manfaatnya oleh masyarakat di penjuru Indonesia. Sirih hijau (*Piper betle.L*) merupakan jenis tumbuhan yang tumbuh dengan merambat, daunnya berbentuk pipih mirip seperti jantung serta tangkainya sedikit panjang. Daun sirih biasanya digunakan untuk melancarkan peredaran darah serta mengobati penyakit asam urat, stroke, batuk rejan, demam, disentri, keputihan, masuk angin, jantung, nyeri otot dan persendian, ambeien, dan panas dalam. (Ningtias dkk., 2014) Sedangkan binahong (*Anredera Cordifolia*) banyak digunakan sebagai obat berbagai macam penyakit. Diantaranya obat luka bakar serta anti oksidan dan antiseptik, sampai dengan obat jerawat (Hidayat dkk., 2019).

Binahong dan sirih hijau memiliki bentuk daun yang hampir serupa. Untuk mengelompokkan kedua jenis daun tersebut dalam data berjumlah besar, dapat memanfaatkan teknologi menggunakan *deep learning* yaitu dilakukan proses klasifikasi untuk memudahkan mengenali kedua jenis tumbuhan obat tersebut. Proses klasifikasi dengan pengolahan citra yaitu komputer mengambil informasi dari citra daun.

Convolutional Neural Network (CNN) adalah metode dalam *deep learning* yang paling banyak dipakai dalam klasifikasi *image*. CNN mempunyai kemampuan untuk mengenali fitur citra digital (*feature learning*) melalui konvolusi filter selama pelatihan (Fauzi dkk., 2019). Penggunaan metode CNN dalam penelitian terdahulu dalam klasifikasi gambar menunjukkan hasil yang bagus, penelitian yang dilakukan oleh Fauzi dkk. (2019) untuk identifikasi jenis ikan air tawar menunjukkan hasil tingkat akurasi sebesar 88,3%. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini melakukan klasifikasi gambar daun sirih dan daun binahong menggunakan metode CNN.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan teknik *deep learning* menggunakan metode CNN untuk klasifikasi gambar daun sirih hijau dan daun binahong?
2. Bagaimana hasil dari akurasi klasifikasi gambar daun sirih hijau dan daun binahong menggunakan metode CNN?
3. Apakah metode CNN baik untuk klasifikasi daun sirih hijau dan daun binahong?
4. Apakah jumlah epoch mempengaruhi akurasi klasifikasi metode CNN?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Klasifikasi menggunakan metode CNN .
2. Klasifikasi dengan metode CNN arsitektur model yang digunakan adalah tiga *convolutional layer* dan dua *fully connected layer*.
3. Data yang digunakan dalam penelitian adalah 450 gambar daun binahong dan 450 gambar daun sirih hijau.

1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasi teknik *deep learning* menggunakan metode CNN untuk klasifikasi gambar daun sirih hijau dan daun binahong.
2. Mengetahui hasil akurasi klasifikasi gambar daun sirih dan daun binahong menggunakan metode CNN.
3. Mengetahui apakah metode CNN baik untuk klasifikasi daun sirih hijau dan daun binahong.
4. Mengetahui apakah jumlah epoch mempengaruhi akurasi klasifikasi metode CNN.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini ialah untuk mengembangkan informasi, pemahaman, dan pengetahuan untuk menerapkan teknik *deep learning* pada klasifikasi citra.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini, penelitian terdahulu sangat penting sebagai acuan dan referensi. Berikut ringkasan dari penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Penelitian terdahulu

Penelitian	Data	Metode	Hasil
Fitrianingsih & Rodiah, 2020	1.761 gambar daun mangga yang terbagi menjadi 3 kelas: golek, harum manis, dan manalagi.	CNN	Nilai akurasi training set 97,72% , nilai akurasi validasi set 89,20%
Septian dkk., 2020	Citra daun apel dari kaggle. Terdiri dari 7.700 data train dan 1.943 data validasi.	CNN	Hasil dari final <i>test accuracy</i> sebesar 97,1%
Irfansyah dkk., 2021	300 data citra daun tanaman kopi yang terbagi dalam 3 kelas.	CNN dengan arsitektur Alexnet	Nilai akurasi klasifikasi pengujian sebesar 81,6%

Penelitian berjudul “*Klasifikasi Jenis Citra Daun Mangga Menggunakan Convolutional Neural Network*” yang dilakukan oleh Fitrianingsih & Rodiah, 2020. Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan jenis-jenis mangga untuk

memudahkan mengenali pohon mangga. *Dataset* gambar daun yang digunakan sebanyak 1.761 citra dan terbagi dalam 3 kelas yaitu mangga golek, mangga harum manis, dan mangga manalagi. Ukuran data citra 150x150, rasio pembagian data yaitu 9:1. Pada penelitian ini menggunakan model CNN dengan arsitektur yang terdiri dari 4 *convolutional layer* dan *pooling layer* jenis *maxpooling*. Didapati nilai akurasi paling tinggi yaitu saat tahap *training* mencapai 97,72% dan tahap validasi mencapai 89,20% .

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Septian dkk., 2020 berjudul “*Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan Convolutional Neural Network*” bertujuan untuk membantu petani mencegah penyakit atau hama dengan mengetahui berbagai jenis hama/penyakit tanaman Apel dengan teknik *deep learning* metode CNN. Penelitian ini menggunakan data dengan tipe gambar RGB dengan jumlah data latih sebanyak 7.700 dan data validasi sebanyak 1943 dengan ukuran gambar 256x256 piksel. Menghasilkan model yang baik sehingga bisa mengklasifikasikan gambar uji dengan akurasi yang tinggi. Klasifikasi yang dilakukan yaitu penyakit *apple scab*, *apple black rot*, *apple cedar rust* dan tanaman apel sehat. Hasil akurasi akhir dari pengujian dari semua proses *training* sebesar 97,1%.

Selanjutnya penelitian “*Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi*” dilakukan oleh Irfansyah dkk., 2021. Pada penelitian ini dilakukan implementasi CNN arsitektur Alexnet untuk identifikasi penyakit pada tanaman kopi melalui gambar. Menggunakan *dataset* citra berjumlah 300 data gambar dengan membagi ke dalam tiga kelas yaitu *health*, *rust* dan *red spider mite*. Dengan 260 data *training* menghasilkan akurasi sebesar 69.44-80.56% dan proses pengujian menghasilkan akurasi sebesar 81.6% dari 40 data gambar uji.

2.2 Tumbuhan Obat

Tumbuhan obat ialah jenis tumbuhan yang mempunyai keefektifan atau kemampuan untuk menjaga kesehatan atau penyembuhan penyakit. Sebagai daerah tropis, Indonesia dikenal menjadi sumber bahan baku obat-obatan, termasuk sebagai salah satu pengguna tumbuhan obat terbesar di dunia. Obat-obatan atau herbal sebagai tanaman telah digunakan selama bertahun-tahun. Namun, penggunaannya tidak didokumentasikan dengan baik. Indonesia mengarahkan perhatiannya pada sektor pertanian tanaman obat. Ada lebih dari 9.609 jenis tanaman Indonesia yang mempunyai kegunaan sebagai obat (Yassir, 2018).

2.3 Sirih Hijau

Sirih hijau (*Piper batle L.*) adalah satu di antara banyak jenis tumbuhan yang sering digunakan sebagai obat. Bagian tanaman sirih yang paling sering digunakan sebagai bahan obat adalah daunnya. Tumbuhan ini termasuk dalam famili *Peperaceae*. Tanaman sirih hijau tumbuh dengan subur di seluruh Asia tropis sampai dengan Afrika Timur menjangkau hampir di seluruh wilayah Indonesia, Malaysia, Thailand, Sri Lanka, India hingga Madagaskar (Noventi & Carolia, 2016).



Gambar 1. Tumbuhan sirih hijau (Bustanussalam dkk., 2015).

Sirih (*Piper betle* L) termasuk dalam tanaman yang merambat dan ketinggian sekitar 5-15 m. Memiliki bentuk daun seperti jantung, tulang daun menyirip, dan permukaan daun berwarna hijau dan licin. Daun sirih (*Piper betle*) banyak dipakai sebagai obat dalam pengobatan beraneka ragam penyakit diantaranya untuk permasalahan kulit, kecantikan, badan (bau badan), dan kewanitaan atau keputihan. Selain itu masalah pada mulut seperti sariawan, pendarahan gusi. Penyakit lainnya yaitu sebagai pembersih mata, mimisan, batuk, *bronchitis*. Karena daun sirih mengandung zat antiseptik (antibakteri), kumur-kumur menggunakan rebusannya mampu berguna menghilangkan bau mulut (Bustanussalam dkk., 2015).

2.4 Binahong

Tumbuhan binahong berasal dari Cina memiliki nama *Anredera Cordifolia*. Tanaman binahong telah dikenal masyarakat Asia Timur selama berabad-abad. Pohon Binahong berasal dari daratan Cina, lalu menyebar ke Asia Tenggara. Pohon binahong adalah konsumsi wajib orang Vietnam dalam perang perlawanan melawan Amerika.



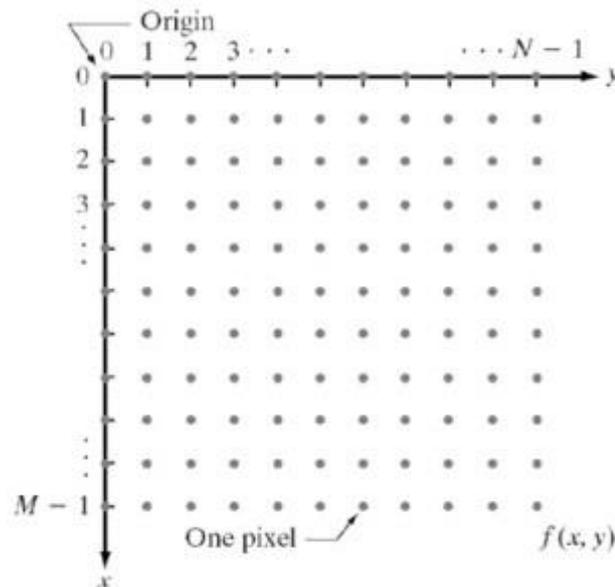
Gambar 2. Tumbuhan Binahong (Anwar & Soleha, 2016)

Tanaman ini memiliki banyak manfaat dalam pengobatan berbagai penyakit dari ringan hingga berat (Ariani, 2014). Daun binahong merupakan bagian tanaman binahong yang biasa dijadikan sebagai obat. Daun binahong memiliki bentuk hati dan warna hijau. Kandungan senyawa dalam daun binahong adalah alkaloid, flavonoid, saponin, polifenol, asam askorbat (Hidayat dkk., 2019). Berdasarkan penelitian, kandungan dalam daun binahong yaitu alkaloid, flavonoid total sebesar 7,80 mg/kg (kering) dan 11,262 mg/kg (segar). Dalam ekstrak kering dan segar mengandung flavonoid golongan flavonol. Ekstrak etanol daun binahong mempunyai antioksidan total sebesar 4,25 mmol/100g (segar) dan 3,68 mmol/100g (kering) (Anwar & Soleha, 2016).

2.5 Citra Digital

Citra merupakan representatif dua dimensi dari bentuk materi tiga dimensi yang sebenarnya. Citra dalam perwujudan bisa beraneka ragam, seperti gambar putih pada sebuah foto (yang tidak bergerak) hingga pada gambar warna yang bergerak (video) yang ada di televisi. Citra digital adalah gambar dua dimensi yang diubah kedalam bentuk besaran – besaran diskrit dari nilai tingkat keabuan pada titik elemen gambar dan diolah menggunakan komputer digital. *Pixel (picture element)* adalah sebuah ruang yang berisi elemen-elemen citra digital saat ditayangkan ke dalam layar monitor (Putri, 2016).

Pengolahan citra adalah cara sistem dimana melakukan proses dengan input gambar dan memiliki *output* gambar hasil dari transformasi. Tujuan dilakukannya proses ini adalah untuk melakukan modifikasi dan analisa dari suatu gambar. Sebuah citra digital dapat direpresentasikan dengan matriks M kolom dan N baris, di mana kolom dan baris berpotongan yaitu elemen gambar piksel tunggal terkecil (elemen gambar). Piksel memiliki dua parameter, koordinat dan intensitas atau warna. Pada koordinat (x,y) terdapat nilai yaitu $f(x,y)$, yang merupakan intensitas atau warna *pixel* pada titik tersebut (Munantri dkk., 2020).



Gambar 3. Koordinat Representasi Citra (Munantri dkk., 2020)

2.6 Klasifikasi Citra

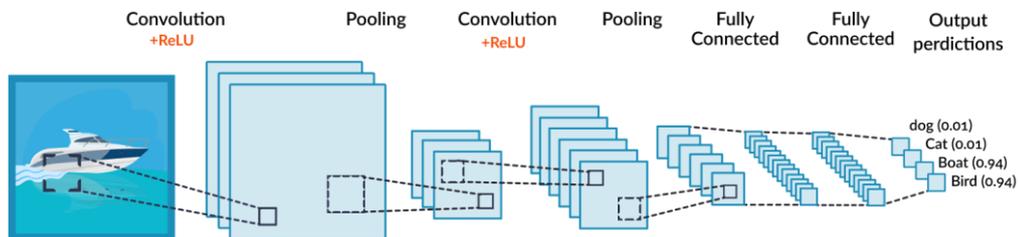
Klasifikasi dalam KBBI adalah penyusunan bersistem dalam kelompok atau golongan menurut kaidah atau standar yang ditetapkan. Dapat juga dikatakan bahwa klasifikasi dalam arti harfiah adalah pembagian suatu objek ke dalam kelas-kelas. Klasifikasi citra adalah tugas menempatkan gambar dan menemukannya dalam suatu kategori. Ini adalah salah satu masalah yang ada dengan *Computer Vision* yang bisa disederhanakan dan memiliki berbagai penerapannya. Salah satu penerapan klasifikasi citra adalah klasifikasi nama tempat pada gambar.

2.7 Deep Learning

Deep Learning adalah perkembangan dari jaringan saraf tiruan yang merupakan cabang ilmu *machine learning* berbasis Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan yang lebih banyak. Pada teknik *deep learning*, komputer belajar untuk bisa mengklasifikasikan secara *direct* dari sebuah gambar atau suara (Ilahiyah & Nilogiri, 2018).

2.8 Convolutional Neural Network

Convolutional neural network (CNN) adalah metode yang tergolong dalam jenis *deep neural network* dan termasuk jenis *neural network* yang paling sering digunakan mendeteksi dan mengklasifikasi objek dari sebuah gambar pada data citra. CNN digunakan untuk klasifikasi data dengan metode *supervised learning* atau berlabel. CNN adalah *neural network* yang terdiri dari neuron dengan bobot dan bias pembelajaran. Ada beberapa tahap pada *Convolutional Neural Network* (CNN) yaitu *feature learning* terdiri dari tahap *convolution* dan *pooling* serta fungsi aktivasi (sigmoid) dan *fully connected* yang memiliki hasil *output* berupa klasifikasi. CNN memiliki efisiensi yang sangat baik dalam memproses data dalam jumlah besar. CNN memiliki satu atau lebih lapisan konvolusi, *fully interconnected layer*, dan *pooling layer*. Struktur ini memungkinkan CNN untuk memanfaatkan input gambar 2D (Memon dkk., 2021) .



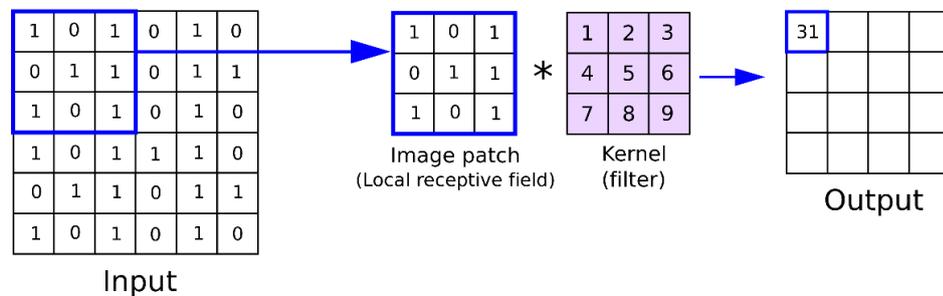
Gambar 4. Arsitektur CNN (Muhammad & Wibowo, 2021).

2.8.1 Convolutional layer

Convolution layer merupakan tahapan utama dalam CNN, yang terdiri dari sejumlah *filter* yang diinisialisasi secara sembarang untuk menjalankan operasi konvolusi, yang bertindak sebagai ekstraksi fitur untuk menemukan representasi fitur dari citra masukan. Nilai awal acak ini akan di perbarui pada saat proses *training* berlangsung. Pada proses ini bagian citra gambar dikalikan dan bergerak dari sudut kiri atas ke kanan bawah. Setiap gambar kecil yang diambil dari hasil konvolusi akan dijadikan masukan sehingga

menghasilkan representasi fitur, sehingga CNN bisa mengidentifikasi sebuah objek dimanapun posisi objek itu muncul pada gambar.

Dimensi spasial dari volume keluaran *convolutional layer* yaitu hiperparameter yang digunakan yaitu ukuran volume, filter, *stride*, dan jumlah *padding* nol yang digunakan. *Stride* digunakan untuk menggeser filter melalui masukan gambar dan untuk mendapatkan angka nol di sekitar tepi gambar menggunakan *zero padding*.

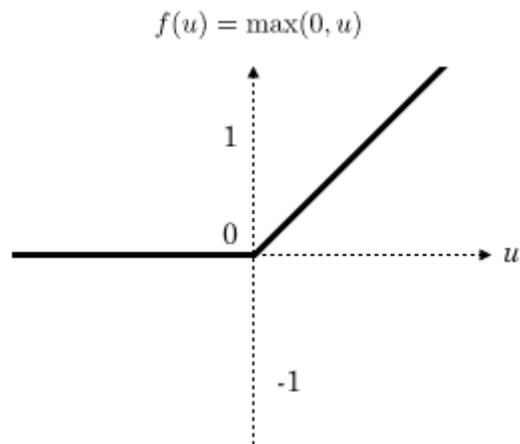


Gambar 5. Ilustrasi *convolutional layer* (Muhammad & Wibowo, 2021).

Pada *convolution layer*, neuron diatur dalam peta fitur. Setiap neuron di peta fitur seperti bidang reseptif yang terhubung ke neuron di lapisan konvolusi sebelumnya melalui serangkaian bobot terlatih, juga dikenal sebagai filter atau *kernel* (Muhammad & Wibowo, 2021).

2.8.2 Rectified Linear Unit

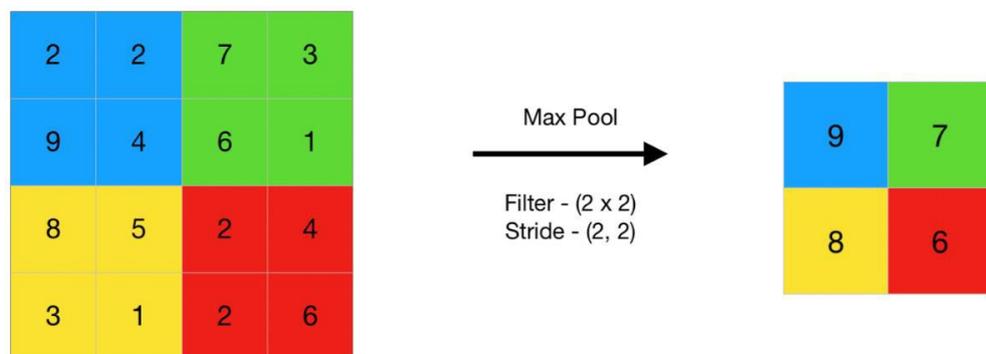
Rectified Linear Unit (ReLU) adalah suatu fungsi yang mengeluarkan nilai yang bernilai nol jika $x < 0$ dan linier dengan kemiringan 1 ketika $x > 0$. Fungsi Aktivasi ini dapat bekerja setelah melakukan proses konvolusi dan mendapatkan fitur pada suatu citra gambar. Tujuan dari fungsi aktivasi, yaitu untuk menghilangkan negatif citra menjadi nilai nol (Abadi & Wibowo, 2021).



Gambar 6. Fungsi aktivitasi ReLU (Abadi & Wibowo, 2021).

2.8.3 Pooling Layer

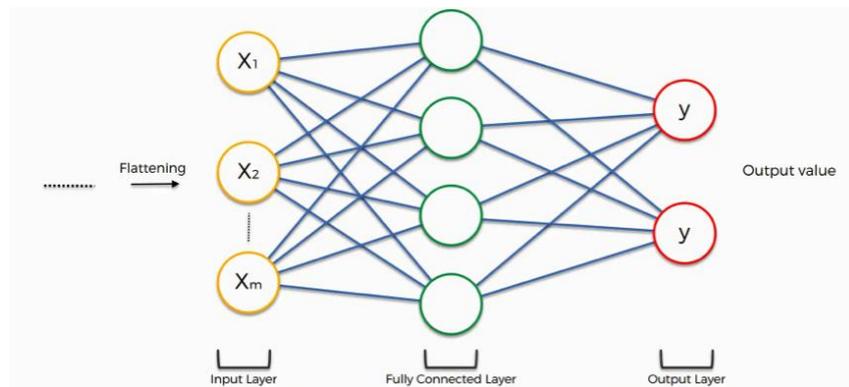
Pooling Layer adalah proses yang bertujuan untuk meminimalkan ukuran sebuah data citra agar fitur yang akan di ambil memiliki ciri fitur yang jelas. Dalam *Convolutional Neural Network* (CNN) biasanya menggunakan subsampling *Max pooling*. Cara kerja *Max pooling* adalah dengan membagi *output* dari proses fase *convolution layer* menjadi beberapa bagian kemudian mengambil nilai tertinggi dari setiap bagian *grid*-nya untuk menyusun matriks. Hal ini dilakukan untuk mengurangi beban komputasi selama masa pelatihan dan membantu sistem jika terjadi perubahan posisi gambar. Ada dua cara untuk menentukan *pooling layer*, yaitu nilai terima tertinggi dan nilai terima rata-rata. (Abadi & Wibowo, 2021)



Gambar 7. Pooling layer (Abadi & Wibowo, 2021).

2.8.4 Fully Connected Layer

Connected layer merupakan *multi-layer perceptron* tradisional yang menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* atau *softmax* pada lapisan *output*. Yang dimaksud dengan "*Fully Connected*" adalah setiap neuron pada lapisan sebelumnya terhubung dengan setiap neuron pada lapisan berikutnya. *Output* dari *convolution* dan *pooling layer* mewakili *high level features* yang diekstraksi dari input gambar. Layer ini pada dasarnya mendapatkan *volume input* (*convolution*, ReLU atau *pooling Layer*) dan menghasilkan vektor berukuran N dimana N adalah jumlah kelas. Tujuannya adalah menggunakan fitur-fitur tersebut untuk mengklasifikasikan gambar ke dalam kelas yang berbeda berdasarkan apa yang diinisialisasi pada data pelatihan. (Muhammad & Wibowo, 2021).



Gambar 8. *Fully connected layer* (Muhammad & Wibowo, 2021).

2.9 Confusion Matrix

Confusion matrix adalah suatu metode yang digunakan untuk melakukan akurasi/ perhitungan baik atau tidaknya performa suatu model pada konsep data *mining*. Evaluasi dengan *confusion matrix* menghasilkan nilai akurasi, presisi dan *recall*. (Mayadewi & Rosely, 2015)

Bentuk tabel konfusi matrix dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. *Confusion matrix*

Aktual	Prediksi	
	0	1
0	True Negative (TN)	False Positive (FP)
1	False Negative (FN)	True Positive (TP)

Perhitungan Akurasi dengan tabel *confusion matrix* sebagai berikut.

1. Akurasi, persentase ketepatan atau keakuratan data yang diklasifikasikan/diprediksi secara benar dari seluruh data. Menghitung akurasi menggunakan persamaan 1.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (1)$$

2. Presisi atau *confidence* adalah proporsi data prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. Menghitung presisi menggunakan persamaan 2.

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

3. *Recall* atau *sensitivity* adalah proporsi data yang diprediksi benar positif dengan keseluruhan data yang benar positif. *Recall* Menggunakan rumus seperti persamaan 3.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

4. *F1 Score* adalah rata - rata dari *precision* dan *recall*, dimana *F1- score* mencapai nilai terbaiknya pada 1 dan terburuk pada 0. Untuk menghitung nilai *precision* dapat menggunakan rumus seperti persamaan 4.

$$F1 - score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung bertempat di Jalan Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1, Gedung Meneng, BandarLampung. Penelitian dilakukan pada bulan Januari tahun 2022 pada semester tujuh ganjil sampai penyelesaian pada bulan Desember tahun 2022. Alur waktu pengerjaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Timeline Penelitian

Tahapan	Kegiatan	2022				2023
		Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sep	Okt-Des	Jan-Feb
Penelitian Awal	Studi literatur	√				
	Penentuan tema	√				
	Pengambilan <i>dataset</i>	√				
	Penyusunan draft (Bab 1-3)	√				
Penelitian Lanjutan	Seminar proposal	√				
	<i>Pre-processing</i>		√			
	Metode klasifikasi CNN			√		
	<i>Training</i> dan <i>testing dataset</i>			√		
	Penyusunan draft hasil				√	
Evaluasi	Seminar hasil penelitian				√	
	Sidang komprehensif					√
	Revisi skripsi					√

3.2 Populasi dan Sampel

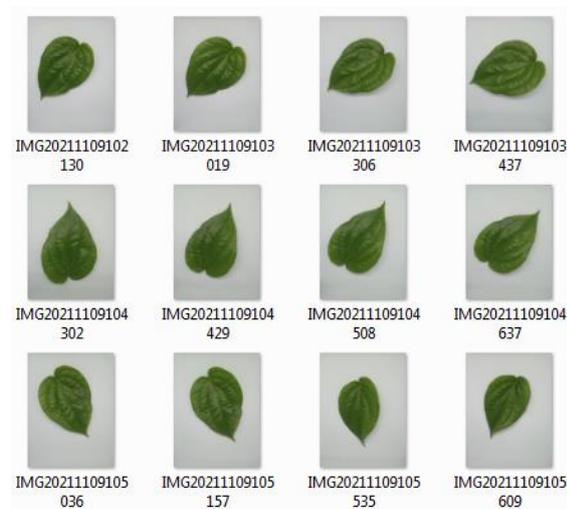
Populasi dalam penelitian ini adalah citra daun tumbuhan obat yang diambil dengan cara memotret secara langsung. Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua daun tumbuhan obat yaitu sirih hijau dan binahong. Total citra yang dikumpulkan untuk sampel sebanyak 900, dengan masing-masing kategori jenis sebanyak 450 citra daun tumbuhan obat.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data tersebut diperoleh dengan cara memotret daun secara langsung menggunakan kamera telepon genggam. Setiap satu daun difoto satu kali. Jadi setiap data gambar daun adalah daun unik yang berbeda satu sama lain. Data gambar daun sudah bersih dengan background putih, tidak ada objek selain daun dalam gambar. Dalam sebuah gambar rata-rata presentasi sekitar 70% objek daun dan 30% background putih. Data penelitian ini dibagi menjadi dua kelas, yaitu kelas binahong dan sirih hijau dengan masing-masing berjumlah 450 yang berformat .JPG/JPEG (*Joint Photographic Experts Group*). Contoh data yang diperoleh ada pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Daun binahong



Gambar 10. Daun sirih hijau

3.4 Alat Pendukung

3.4.1.1 Perangkat keras (*hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit laptop dengan spesifikasi:

- *Processor* : 11th Gen Intel® Core™ i7
11800H @ 2.30 GHz
- *Installed RAM* : 16.0 GB
- *VGA* : NVIDIA GeForce RTX
3060

3.4.1.2 Perangkat lunak (*software*)

Perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem Operasi: *Windows 11*
2. *Python*

Python merupakan bahasa pemrograman yang bersifat interpretatif multiguna. *Python* bahasa pemrograman tingkat tinggi atau mudah dipahami oleh manusia serta *flexible* dan memiliki manajemen memori yang otomatis. *Python* bisa digunakan dalam bermacam-

macam aplikasi, mulai dari ilmu data sampai pengembangan *software*. (Ihsan, 2021)

3. Jupyter Notebook

Jupyter Notebook biasa juga disebut pengembangan dari *Ipython* atau *Interactive Python* dan dapat disimpan dalam format JSON dengan ekstensi *.ipynb*. Jupyter Notebook adalah suatu *editor* dalam bentuk web aplikasi yang berjalan di *localhost* komputer. (Nurdiana & Algifari, 2020)

4. TensorFlow

TensorFlow adalah *framework* pembelajaran mesin yang disediakan oleh Google dan bersifat *opensource* untuk pengembangan komputer cerdas. TensorFlow menyediakan *interface* untuk memformulasikan algoritme pembelajaran mesin dan dapat berjalan di sistem yang berbeda. TensorFlow adalah salah satu *library* paling banyak digunakan dalam data *science*. (Ihsan, 2021)

5. Library NumPy

NumPy adalah *library* pada python yang akan dipergunakan untuk keperluan perhitungan saintifik dan matematis (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

6. Library Scikit-learn

Scikit-learn merupakan *library* yang dipakai saat membuat *machine learning* dalam berbagai metode dan algoritma. (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

7. Library Matplotlib

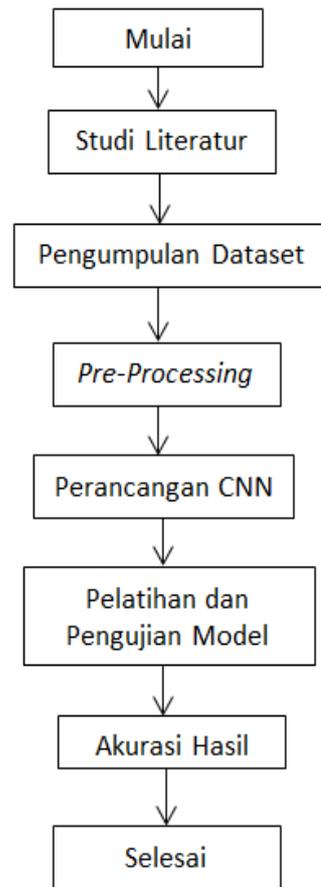
Matplotlib adalah *library* yang akan digunakan untuk membuat grafik plot untuk memvisualisasikan hasil. (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

8. Library Keras

Keras adalah *library neural network* tingkat tinggi yang ditulis dengan *Python*. Keras dapat dijalankan di *framework* kecerdasan buatan seperti TensorFlow, CNTK, atau Theano. Keras menyajikan

fitur-fitur yang dipakai untuk memfasilitasi pembangunan *Deep Learning* lebih lanjut (Santoso & Ariyanto, 2018).

3.5 Alur Kerja Penelitian



Gambar 11. Alur penelitian

3.5.1 Studi Literatur

Tahapan studi literatur yaitu mencari penelitian sebelumnya yang sejenis serta artikel-artikel ilmiah yang berkaitan dengan penelitian untuk dijadikan referensi atau landasan yang digunakan dalam penelitian ini.

3.5.2 Pengumpulan *Dataset*

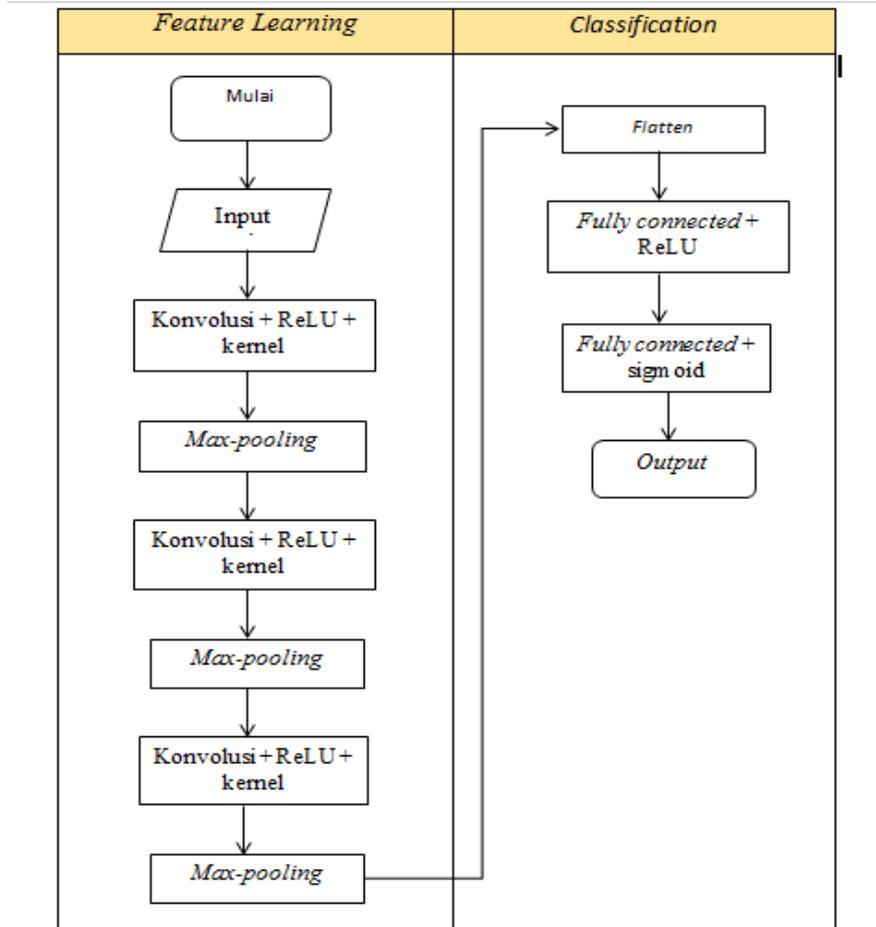
Pengumpulan *dataset* yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengambil data gambar secara langsung yaitu dengan memotret daun binahong dan daun sirih hijau menggunakan kamera *handphone*. Dari hasil pengambilan gambar secara langsung, didapati 450 gambar daun sirih hijau dan 450 daun binahong maka data berjumlah 900 gambar yang akan digunakan dalam penelitian.

3.5.3 *Pre-processing*

Pre-processing yaitu tahap pengolahan gambar atau *image pre-processing* dari seluruh *dataset* agar gambar menjadi lebih baik dan siap digunakan ke proses selanjutnya. *Pre-processing* yang dilakukan adalah *re-size*. *Re-size* yaitu mengubah ukuran piksel citra agar semua data berukuran selaras sesuai yang ditentukan peneliti. Setelah melakukan *re-size*.

3.5.4 Perancangan CNN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini untuk proses klasifikasi menggunakan perancangan *Convolutional Neural Network*. Untuk melakukan proses klasifikasi dan mendapatkan hasil sesuai tujuan penelitian, dilakukan perancangan CNN. Model CNN mempunyai beberapa *layer* diantaranya konvolusi, *pooling*, *flatten*. Ada dua tahapan secara umum dalam CNN yaitu *feature learning* dan *classification*. Alur dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Alur CNN

Tahapan dalam CNN secara umum yaitu *feature learning* dan *classification*.

1. Tahap *feature learning*

a. *Convolutional Layer*

Proses pertama kali yang dijalankan setelah mendapat gambar yang dimasukkan adalah konvolusi. Layer ini terdiri dari sekumpulan filter/*kernel* dengan ukuran tertentu yang berguna untuk mengekstrak fitur dari masukan yang sebelumnya. *Kernel* akan bergeser dari kanan ke kiri seluruh gambar untuk proses identifikasi. Ukuran pergeseran *kernel*/filter dinamakan parameter *stride*. Pada proses konvolusi, dilakukan aktivasi fungsi ReLU (*Rectifier Linear Unit*) yang berguna mengubah nilai negatif menjadi 0. Jika $x \leq 0$ maka $x =$

0, dan jika $x > 0$ maka $x = x$. Setelah tahapan ini selesai akan dihasilkan sebuah *activation map* atau *feature maps*.

b. *Pooling Layer*

Pooling layer terdiri dari filter dengan ukuran dan *stride* tertentu yang akan memperbesar seluruh area peta fitur. *Maxpooling* akan mengambil nilai terbesar. *Maxpooling* berfokus pada ukuran gambar untuk mempercepat perhitungan dan menghindari *overfitting*.

2. Tahap klasifikasi

a. *Flatten*

Setelah memperoleh *output*, yaitu peta fitur sebagai matriks multidimensi. Lalu menjalankan operasi *flatten*, operasi *flatten* berfungsi untuk membentuk sebuah vektor untuk digunakan sebagai masukan pada lapisan *Fully Connected layer*.

b. *Fully Connected Layer*

Fully connected layer adalah *perceptron multilayer* dengan jumlah neuron yang telah ditentukan di lapisan tersembunyi atau *hidden layer*. Gunakan metode *dropout* untuk menonaktifkan jumlah tepi yang terhubung ke setiap neuron untuk menghindari tumpang tindih atau *overfitting*. Kemudian pindah ke tahap klasifikasi, di mana ia menggunakan aktivasi sigmoid untuk mencocokkan hal-hal yang dikategorikan dalam input dengan kategori yang telah ditentukan. Ada 2 jenis, angka 0 melambangkan daun binahong dan jenis 1 melambangkan daun sirih hijau.

3.5.5 Pelatihan dan Pengujian Model

Convolutional Neural Network yang sah memerlukan proses pelatihan dan pengujian. Pelatihan ini bertujuan untuk melatih algoritma CNN untuk mengenali *dataset* dan menghasilkan model berdasarkan pelatihan. Untuk menemukan model tersebut, dilakukan beberapa kali putaran pada *dataset* disebut epoch. Proses pengujian bertujuan untuk menguji model yang telah

dibentuk pada saat proses pelatihan. Proses pelatihan dan pengujian model dengan menggunakan data uji dari hasil pengolahan citra yang telah dilakukan sebelumnya. Tahap ini akan memberikan hasil pada data yang telah selesai diproses memakai model CNN yang dibuat.

3.5.6 Akurasi Hasil

Akurasi hasil melakukan pembuktian atau verifikasi atas hasil akhir akurasi dari model yang telah dirancang sebelumnya. Akurasi hasil bertujuan melihat kemampuan program atau model CNN bekerja dengan baik dalam proses klasifikasi dengan menguji keakuratan dan menunjukkan tingkat kebenaran dari hasil pengklasifikasian gambar daun sirih hijau dan binahong. Tahap ini meliputi interpretasi semua hasil pengolahan data dan hasil dari penelitian sehingga mendapatkan kesimpulan akhir.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian klasifikasi gambar daun sirih hijau dan daun binahong dengan menggunakan metode *convolutional neural network* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan deep learning dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network. Data gambar daun tumbuhan obat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber data primer atau diambil secara langsung menggunakan kamera *handphone* yang terdiri dari 2 jenis daun sirih hijau dan binahong. Jumlah data daun sirih hijau yang digunakan keseluruhan adalah 450 gambar dan jumlah data daun binahong yang digunakan keseluruhan adalah 450 gambar.
2. Dari pemodelan yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan tiga *convolutional layer* dan dua *fully connected layer* didapatkan hasil akurasi tertinggi sebesar 98%. Hasil akurasi terbesar tersebut didapatkan saat menggunakan 35 epoch.
3. Berdasarkan hasil akurasi yang didapati, metode CNN mampu mengklasifikasikan gambar daun sirih hijau dan binahong dengan baik.
4. Jumlah epoch dapat mempengaruhi evaluasi hasil atau hasil akurasi pada metode CNN.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan dalam penelitian ini antara lain adalah menambahkan lebih banyak *dataset* gambar, menggunakan skenario pemodelan CNN lainnya seperti penambahan *layer* konvolusi dan *fully connected*,

mengembangkan klasifikasi gambar daun sirih hijau dan daun binahong dengan metode lainnya, mengembangkan ke dalam aplikasi *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. N., & Wibowo, A. T. (2021). Cintra Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). 8(4), 4152–4169.
- Anwar, T. M., & Soleha, T. U. (2016). Benefit of Binahong's Leaf (*Anredera cordifolia*) as a treatment of *Acne vulgaris*. *Majority*, 5(4), 179–183.
- Ariani, S. (2014). Khasiat Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) Terhadap Pembentukan Jaringan Granulasi Dan Reepitelelesi Penyembuhan Luka Terbuka Kulit Kelinci. *Jurnal E-Biomedik*, 1(2), 914–919. <https://doi.org/10.35790/ebm.1.2.2013.3250>
- Bustanussalam, B., Apriasi, D., Suhardi, E., & Jaenudin, D. (2015). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn) Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2), 58–64. <https://doi.org/10.33751/jf.v5i2.409>
- Fauzi, S., Eosina, P., & Laxmi, G. F. (2019). Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Ikan Air Tawar. *Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 163–167.
- Fitrianingsih, & Rodiah. (2020). Klasifikasi Jenis Citra Daun Mangga Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(3), 223–238. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i3.3519>
- Hidayat, A. N., Asminah, N., Hendrawati, T. Y., & ... (2019). Pemilihan Prioritas Pemanfaatan Daun Binahong (*Bassela Rubra* Linn) Dengan Metode AHP (Analytical Hierarkhi Process). *Prosiding ...*, 1–6. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5183>
- Ihsan, C. N. (2021). *Klasifikasi Data Radar Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)*. 4(2), 115–121.
- Ilahiyah, S., & Nilogiri, A. (2018). Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi

- Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network. *JUSTINDO (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 3(2), 49–56.
- Irfansyah, D., Mustikasari, M., Suroso, A., Sistem Informasi Bisnis, J., Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, F., Gunadarma, U., Sistem Informasi, J., Bani Saleh, S., Margonda Raya No, J., Depok, B., & Hasibuan No, J. M. (2021). Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 6(2), 87–92. <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika/article/view/2802>
- Mayadewi, P., & Rosely, E. (2015). Prediksi Nilai Proyek Akhir Mahasiswa Menggunakan Algoritma Klasifikasi Data Mining. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, November*, 329–334.
- Memon, N., Parikh, H., Patel, S. B., Patel, D., & Patel, V. D. (2021). Automatic land cover classification of multi-resolution dualpol data using convolutional neural network (CNN). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22(March), 100491. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100491>
- Muhammad, S., & Wibowo, A. T. (2021). *Klasifikasi tanaman Aglaonema Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Cnvolotional Neural Network (CNN)*. 8(5), 10621–10636.
- Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Florestiyanto, M. Y. (2020). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon. *Telematika*, 16(2), 97. <https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>
- Ningtias, A. F., Asyiah, I. N., & Pujiastuti. (2014). Manfaat Daun Sirih (Piper betle L .) sebagai Obat Tradisional Penyakit Dalam di Kecamatan Kalianget Kabupaten Sumenep Madura. *Artikel Ilmiah Penelitian*, 1–4.
- Noventi, W. R.-4272-2-P. pdfa., & Carolia, N. (2016). Potensi Ekstrak Daun Sirih Hijau (Piper betle L .) sebagai Alternatif Terapi Acne vulgaris The Potential of Green Sirih Leaf (Piper betle L .) for Alternative Therapy Acne vulgaris. *Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, Vol. 5(1)*, Hal. 140.

- Nurdiana, N., & Algifari, A. (2020). Studi Komparasi Algoritma Id3 Dan Algoritma Naive Bayes Untuk Klasifikasi Penyakit Diabetes Mellitus. *INFOTECH Journal*, 6(2), 18–23. <https://ejournal.unma.ac.id/index.php/infotech/article/view/816>
- Putri, A. R. (2016). Pengolahan Citra Dengan Menggunakan Web Cam Pada Kendaraan Bergerak Di Jalan Raya. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 1(01), 1–6. <https://doi.org/10.29100/jipi.v1i01.18>
- Retnoningsih, E., & Pramudita, R. (2020). Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised Dan Unsupervised Learning Menggunakan Python. *Bina Insani Ict Journal*, 7(2), 156. <https://doi.org/10.51211/biict.v7i2.1422>
- Santoso, A., & Ariyanto, G. (2018). Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), 15–21. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6235>
- Septian, M. R. D., Paliwang, A. A. A., Cahyanti, M., & Swedia, E. R. (2020). Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan Convolutional Neural Network. *Sebatik*, 24(2), 207–212. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v24i2.1060>
- Yassir, M. (2018). Pemanfaatan Jenis Tumbuhan Obat Tradisional Di Desa Batu Hampan Kabupaten Aceh Tenggara. *Jurnal Biotik*, 6, No, 1(1), 17–34.