

**IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)
UNTUK MEMPREDIKSI SIFAT KIMIA SENYAWA TURUNAN
FLAVONOID SEBAGAI AKTIVATOR GLUT-4**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

DINA ANDRIANA

NIM. 210705070

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknologi Informasi



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

BANDA ACEH

2025 M / 1446 H

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK MEMPREDIKSI SIFAT KIMIA SENYAWA TURUNAN FLAVONOID SEBAGAI AKTIVATOR GLUT-4

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknologi Informasi

Oleh:

DINA ANDRIANA
NIM. 210705070

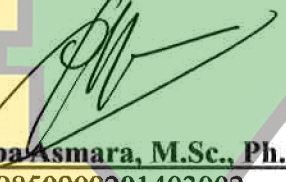
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi

Disetujui untuk Dimunaqasyah oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Khairan AR, M.Kom.
NIP.198607042014031001


Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D.
NIP.19850909201403002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Informasi


Malahayati, M.T.
NIP. 19830127201532003

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK MEMPREDIKSI SIFAT KIMIA SENYAWA TURUNAN FLAVONOID SEBAGAI AKTIVATOR GLUT-4

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Program Studi Teknologi Informasi

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 2 Juli 2025
6 Muharram 1447 H
Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Khairan AR, M.Kom
NIP. 198607042014031001

Sekretaris,

Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D.
NIP.19850909201403002

Penguji I,

Malahayati, M.T.
NIP. 198301272015032003

Penguji II,

Sarini Vita Dewi, S.T., M.Eng
NIP. 1987122220220203

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., I.P.U
NIP.196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dina Andriana
NIM : 210705070
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Implementasi *Convolution Neural Network* (CNN) Untuk
Memprediksi Sifat Kimia Senyawa Turunan Flavonoid
Sebagai Aktivator GLUT-4

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atautanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 1 Juli 2025



Dina Andriana

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam memprediksi sifat biologis senyawa turunan flavonoid yang berperan sebagai aktivator GLUT-4, yaitu protein penting dalam proses pengaturan kadar gula darah pada penderita diabetes. Metode CNN digunakan karena kemampuannya dalam mengenali pola visual dari gambar struktur molekul secara otomatis dan efisien. Data yang digunakan terdiri dari 36 gambar struktur senyawa flavonoid yang dibagi ke dalam dua kelas, yaitu aktivator kuat dan aktivator lemah. Gambar diperoleh dari sumber jurnal ilmiah, digambar ulang menggunakan ChemSketch, lalu diproses melalui tahapan pelabelan manual, augmentasi data, pengacakan (*shuffling*), dan konversi label dengan teknik *one hot encoding*. Untuk mengatasi keterbatasan jumlah data, pendekatan transfer learning dengan arsitektur MobileNetV2 digunakan. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa metode mampu mencapai akurasi validasi sebesar 75% meskipun jumlah data terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa CNN memiliki potensi sebagai alat bantu awal dalam mengklasifikasikan senyawa flavonoid berdasarkan kemampuannya dalam mengaktifkan mobilisasi GLUT-4, serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung pencarian senyawa alami sebagai terapi alternatif diabetes.

Kata kunci: CNN, flavonoid, GLUT-4, diabetes, MobileNetV2, *transfer learning*.

ABSTRACT

This research aims to implement the *Convolutional Neural Network* (CNN) method to predict the biological properties of flavonoid derivatives that act as GLUT-4 activators, a key protein involved in regulating blood glucose levels in diabetes patients. CNN was chosen due to its ability to automatically and efficiently recognize visual patterns from molecular structure images. The dataset consists of 36 molecular structure images of flavonoid compounds, categorized into two classes: strong and weak activators. The images were sourced from scientific journals, redrawn using ChemSketch software, and processed through several steps including manual labelling, data augmentation, shuffling, and label encoding using one hot encoding. To address the limited dataset size, a transfer learning approach was applied using the MobileNetV2 architecture. The training results showed that the metode achieved a validation accuracy of 75% despite the small dataset size. These findings suggest that CNN has the potential to be used as an initial tool for classifying flavonoid compounds based on their ability to activate GLUT-4, and it can be further developed to support the discovery of natural compounds as alternative therapies for diabetes.

Keywords: CNN, flavonoid, GLUT-4, diabetes, MobileNetV2, transfer learning.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, nikmat, serta kekuatan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Tanpa pertolongan-Nya, mungkin langkah ini tidak akan sampai sejauh ini. Skripsi ini berjudul "Implementasi *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk Memprediksi Sifat Kimia Senyawa Turunan Flavonoid sebagai Aktivator GLUT-4." Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis menyadari bahwa dalam prosesnya tidak semuanya berjalan dengan mudah. Ada banyak tantangan yang harus dihadapi, mulai dari keterbatasan data, waktu, hingga rasa jenuh. Namun semua itu menjadi bagian dari pembelajaran yang sangat berarti. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala kemudahan dan kekuatan yang telah diberikan selama proses ini berlangsung.
2. Ayah tercinta, Junaidi Syahputra, dan Ibu tersayang Kurniawati, yang selalu menjadi sumber semangat dan doa di setiap langkah penulis.
3. Ibu Malahayati, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi, yang telah mengarahkan serta memberikan masukan yang sangat baik kepada penulis.
4. Bapak Khairan AR, M.Kom, selaku dosen pembimbing 1 dan penasihat akademik penulis yang telah membimbing penulis dengan sabar, serta memberikan arahan dan masukan yang sangat berarti.
5. Bapak Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph. D, Selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dengan sepenuh hati, sabar, meberikan arahan dan masukan yang sangat detail dan berarti.
6. Ibu Cut Ida Rahmadiana, S.Si., yang telah membantu dan mempermudah penulis selama masa perkuliahan hingga tahap menyelesaikan tugas akhir.

7. Seluruh dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Program Studi Teknologi Informasi, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan dukungan selama masa perkuliahan.
8. Sahabat-sahabat tersayang, Azlina Permainuri, Annisa Rachma, Era syafina, Fira Elja Sabidra, Cut Raudhatul Ilmi, Venita Ananda, Juwina Mustakhfira, Maulaya dan Rahmiyana Terima kasih banyak telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung serta dukungan yang tidak terhingga kepada penulis, sehingga penulis tidak merasa tertinggal hingga kesusahan.
6. Teman-teman seperjuangan prodi Teknologi Informasi, yang telah berbagi semangat, membantu, dan menemani proses panjang ini.
7. Kepada diri saya sendiri, Dina Andriana, terima kasih telah bertahan. Terima kasih karena telah memilih untuk terus melangkah meskipun sering kali dihantui rasa malas, takut gagal, dan khawatir terhadap hal-hal yang belum terjadi. Terima kasih karena tidak menyerah, karena mau belajar menghadapi kesulitan, dan karena berani keluar dari zona nyaman.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di tahap-tahap selanjutnya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi pijakan awal menuju penyusunan tugas akhir yang lebih baik dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Banda Aceh, 1 Juli 2025

Dina Andriana

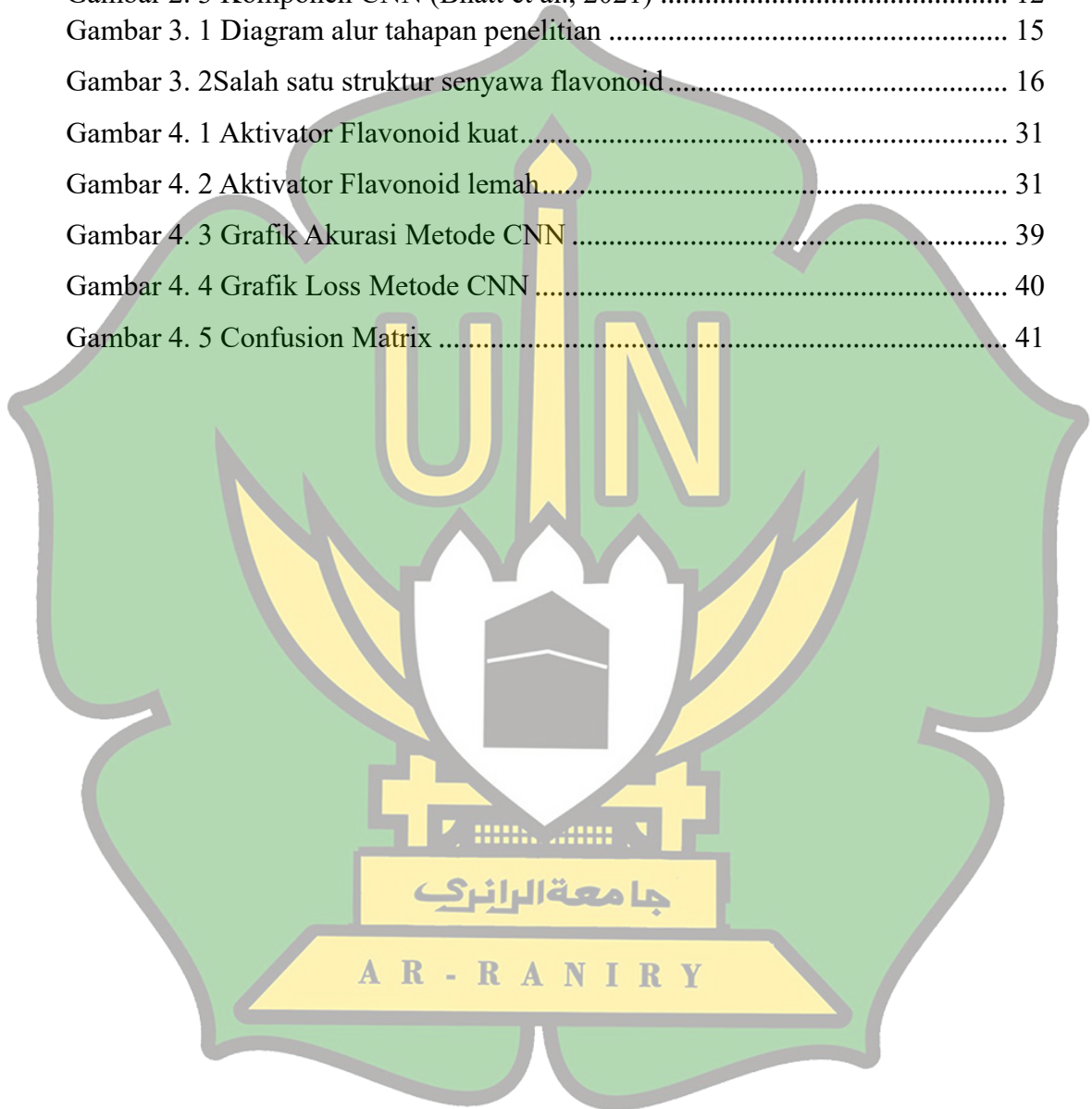
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Flavonoid.....	7
2.2.1 Klasifikasi Flavonoid	8
2.2.1 Mekanisme antioksidan flavonoid secara in vitro.....	9
2.3 GLUT-4	10
2.4 <i>Artificial Intelligen</i> (AI)	10
2.5 CNN (<i>Convolutional Neural Network</i>)	11
2.5.1 Pengertian <i>Convolutional Neural Network</i>	11
2.5.2 Konsep CNN	12
2.6 <i>Python</i>	13
2.7 Google colab.....	13
2.8 Transfer Learning	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1. Jenis Penelitian	15
3.2. Tahapan Penelitian.....	15
3.2.1. Dataset.....	16
3.2.2. Pre-processing	17
3.2.3. Split dataset	17
3.2.4. Metode CNN	17
3.2.5. Training dan Testing.....	19
3.2.6. Evaluasi Metode.....	19
3.2.7. Menghitung <i>Recall</i>	20

3.3. Data Numerik dan Sekunder	21
3.4. Teknik Pengumpulan data	21
3.5. Alat dan Bahan	22
3.6. Waktu dan lokasi penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Pengumpulan Data	23
4.2 Data <i>Preprocessing</i>	28
4.2.1 Data <i>Labeling</i>	30
4.2.2. Pembagian Data	31
4.2.3. Verifikasi Struktur Dataset dan Format File.....	32
4.2.4. Augmentasi Data	32
4.2.5. Struktur dan Split Dataset	34
4.2.6 One Hot Encoding	35
4.2.7 Pengacakan Data	36
4.3 Hasil	36
4.3.1 <i>Layers Metode</i>	36
4.3.2 Hasil <i>Epoch</i>	37
4.3.3 Grafik Metode CNN.....	39
4.3.4 Confusion Matrix	40
4.3.5 Prediksi citra baru	41
4.4 Pembahasan.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	53

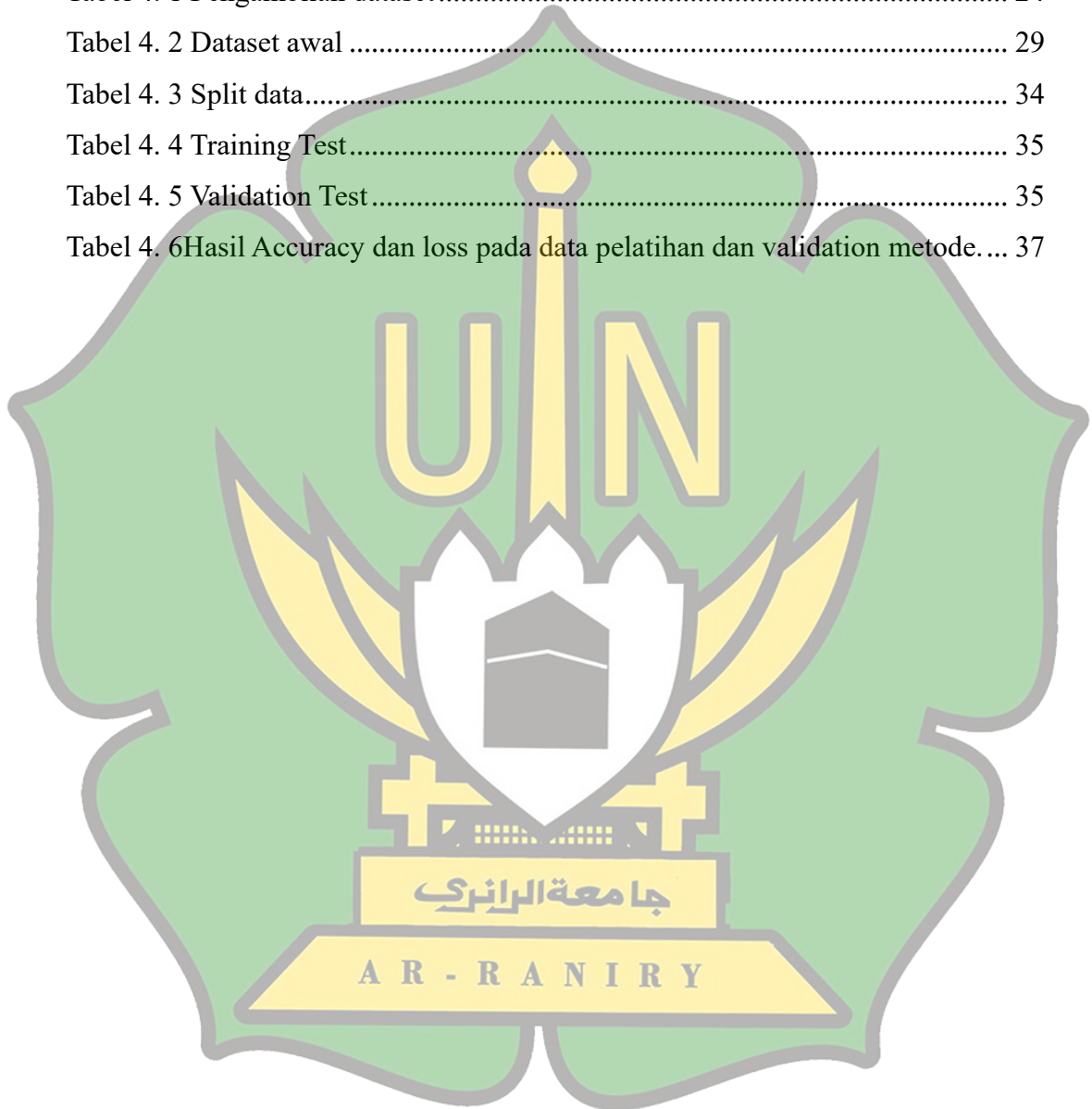
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur kimia senyawa flavonoid (Wei-Bing Zhuang, dkk, 2023) ...	8
Gambar 2. 2 Mekanisme aktivitas antioksidan flavonoid secara in vitro. (Chen et al.,2023).....	9
Gambar 2. 3 Komponen CNN (Bhatt et al., 2021)	12
Gambar 3. 1 Diagram alur tahapan penelitian	15
Gambar 3. 2Salah satu struktur senyawa flavonoid	16
Gambar 4. 1 Aktivator Flavonoid kuat.....	31
Gambar 4. 2 Aktivator Flavonoid lemah.....	31
Gambar 4. 3 Grafik Akurasi Metode CNN	39
Gambar 4. 4 Grafik Loss Metode CNN	40
Gambar 4. 5 Confusion Matrix	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian terdahulu menggunakan CNN	7
Tabel 3. 1 Nilai Confusion Matrix	20
Tabel 4. 1 Pengambilan dataset	24
Tabel 4. 2 Dataset awal	29
Tabel 4. 3 Split data	34
Tabel 4. 4 Training Test	35
Tabel 4. 5 Validation Test	35
Tabel 4. 6 Hasil Accuracy dan loss pada data pelatihan dan validation metode....	37



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Diabetes melitus (DM) adalah sekelompok gangguan yang bersifat heterogen, yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah atau hiperglikemia. Pada kondisi normal, glukosa yang berasal dari makanan akan beredar dalam darah, dan kadar glukosa tersebut diatur oleh hormon insulin yang diproduksi oleh pankreas. Insulin berfungsi untuk mengontrol kadar glukosa darah dengan cara mengatur proses pembentukan dan penyimpanan glukosa (Mustofa dkk, 2022).

Aktivitas fisik dapat memengaruhi kadar glukosa dalam darah. Ketika tubuh melakukan aktivitas dengan intensitas tinggi, otot membutuhkan lebih banyak glukosa untuk energi. Sebagai respons, tubuh meningkatkan produksi glukosa endogen untuk menjaga keseimbangan kadar glukosa dalam darah. Dalam kondisi normal, homeostasis tubuh dipertahankan melalui berbagai mekanisme, termasuk peran sistem hormonal, saraf, dan pengaturan glukosa. Namun, jika tubuh tidak mampu memenuhi kebutuhan glukosa yang meningkat akibat aktivitas fisik yang berlebihan, kadar glukosa darah dapat turun hingga ke tingkat yang sangat rendah, menyebabkan hipoglikemia (Lubis & Kanzasabilla, 2021).

Metabolit sekunder, salah satunya adalah flavonoid, merupakan senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan dan termasuk dalam kelompok polifenol. Flavonoid diklasifikasikan berdasarkan struktur kimia dan proses biosintesisnya, sehingga terbagi menjadi flavon, flavanon, flavonol, flavanol, isoflavon, kalkon, dan antosianin. Senyawa ini memiliki berbagai aktivitas farmakologi, seperti antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, dan antidiabetes. Dalam proses penyembuhan luka, flavonoid berperan penting dalam mempercepat kontraksi luka, meningkatkan deposisi kolagen, membentuk jaringan granulasi, serta mendukung epitelisasi (Ningsih dkk, 2023).

Flavonoid memiliki efek antidiabetes dengan cara menurunkan kadar glukosa, serta secara signifikan mengurangi kadar kolesterol plasma dan trigliserida, serta meningkatkan aktivitas glukokinase di hati. Hal ini mungkin terjadi karena flavonoid dapat merangsang pelepasan insulin dari pankreas. Selain itu, flavonoid, termasuk kuersetin, dapat meningkatkan produksi insulin pada sel beta pankreas, yang berkontribusi pada aktivitas hipoglikemik (Lindawati & Ma'ruf, 2020).

Jalur sinyal insulin adalah jalur yang kompleks dan masih belum sepenuhnya dipahami. Salah satu komponen yang terlibat dalam jalur ini adalah *Glucose Transporter 4* (GLUT4). Selain diproduksi di otot, jantung, dan jaringan adiposa, GLUT4 juga diproduksi di otak, khususnya di hipokampus. Kadar insulin di otak dapat mempengaruhi konsentrasi protein GLUT4 (Mulyana, Wedayani, & Harahap, 2021).

Pada penderita diabetes, penurunan translokasi GLUT4 dapat mengurangi kemampuan tubuh untuk menyerap glukosa dan meningkatkan resistensi terhadap insulin. Penurunan kadar glukosa darah terjadi melalui tiga mekanisme utama, yaitu peningkatan penyerapan glukosa oleh jaringan perifer melalui translokasi GLUT4, penghambatan pemecahan lemak dan peningkatan pembentukan lemak; serta peningkatan penyimpanan dan pemanfaatan glukosa di hati. GLUT4 merupakan salah satu transporter glukosa yang memiliki hubungan erat dengan DM tipe II, karena berperan dalam proses penyerapan glukosa oleh otot dan lemak yang dipengaruhi oleh insulin. Di otot, transporter ini juga berfungsi untuk mengangkut glukosa setelah terjadinya kontraksi otot. Salah satu flavonoid yang dikenal dapat menurunkan kadar gula darah adalah senyawa quercetin yang berasal dari buah beri. Senyawa ini berperan dalam menghambat penyerapan glukosa di usus (Cahyana & Adiyant, 2021).

Namun, prediksi dan identifikasi senyawa flavonoid yang memiliki potensi untuk mengaktifkan GLUT-4 membutuhkan pendekatan yang lebih sistematis dan efisien. Metode CNN adalah salah satu teknik kecerdasan buatan *Artificial Intelligen* (AI) yang dirancang khusus untuk mengolah data dalam bentuk visual atau citra. Dalam deep learning, CNN/ConvNet adalah salah satu jenis *deep neural network* yang biasa digunakan untuk pengenalan dan pemrosesan gambar.

Algoritma ini dirancang secara khusus untuk mengolah data berbentuk piksel dan citra visual (Febrywinata, 2024)

Sehubungan dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan CNN dalam memprediksi sifat kimia senyawa turunan flavonoid yang berfungsi sebagai aktivator GLUT-4. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan terapi diabetes berbasis senyawa alami, dengan mempercepat proses identifikasi senyawa yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi pengaturan kadar glukosa dalam tubuh.

Penggunaan metode klasifikasi berbasis CNN untuk pengolahan citra medis semakin mendapat perhatian sebagai solusi potensial dalam mendukung diagnosis dan deteksi dini diabetes. Penyakit kronis ini, yang berdampak pada jutaan orang di seluruh dunia, membutuhkan pendekatan yang efektif untuk identifikasi dan klasifikasi yang akurat. Penelitian ini berfokus pada pengembangan metode CNN yang dirancang khusus untuk mengenali dan mengklasifikasikan citra medis yang berkaitan dengan diabetes (Muhammad Zahir, & Rizal Adi Saputra, 2024).

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode CNN mampu mencapai tingkat akurasi yang sangat memuaskan dalam proses klasifikasi diabetes. Metode ini terbukti efektif sebagai alat untuk memprediksi dan mengidentifikasi pasien yang berpotensi menderita diabetes. Hasilnya menunjukkan bahwa metode tersebut berhasil mencapai akurasi sebesar 96%, yang merupakan pencapaian yang sangat baik (Muhammad Zahir, & Rizal Adi Saputra, 2024).

Judul ini dipilih karena menggabungkan dua hal penting: potensi senyawa flavonoid sebagai aktivator GLUT-4 untuk pengelolaan diabetes, dan penerapan teknologi deep learning, khususnya CNN, dalam memprediksi aktivitas biologis senyawa tersebut. Flavonoid memiliki manfaat kesehatan yang besar, namun prediksi sifat kimianya masih sulit dilakukan secara manual. Dengan menggunakan CNN, diharapkan dapat mempermudah identifikasi senyawa yang efektif untuk meningkatkan aktivitas GLUT-4, yang penting dalam kontrol gula darah, serta mempercepat penemuan terapi baru untuk diabetes.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diangkat pada penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk memprediksi sifat flavonoid dan turunannya sebagai stimulator GLUT-4?
2. Apa saja karakteristik kimia senyawa obat antidiabetes yang berperan sebagai stimulator GLUT-4 berdasarkan hasil analisis metode CNN?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode CNN untuk memprediksi sifat flavonoid dan turunannya sebagai stimulator GLUT-4, sehingga dapat mendukung penelitian lebih lanjut dalam pengembangan senyawa antidiabetes.
2. Menganalisis dan mengidentifikasi karakteristik kimia senyawa obat antidiabetes yang berperan sebagai stimulator GLUT-4 berdasarkan hasil analisis menggunakan metode CNN.

1.4 Manfaat

Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari penulisan skripsi :

1. Memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai karakteristik kimia senyawa obat antidiabetes yang berperan sebagai stimulator GLUT-4.
2. Menyediakan metode berbasis CNN untuk memprediksi sifat flavonoid dan turunannya, sehingga mendukung pengembangan senyawa potensial sebagai obat antidiabetes.
3. Berkontribusi pada pengembangan teknologi kecerdasan buatan dalam analisis senyawa kimia untuk aplikasi medis.