

**ANALISIS DEFISIENSI NUTRISI PADA TANAMAN KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN ALGORITMA CNN (CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK) UNTUK REKOMENDASI
PEMUPUKAN**

SKRIPSI

Oleh:

**ALEXANDER CANGNAKA
NIM. 221110796
PATRICK SANUSI
NIM. 221110348
MUHAMMAD LUTHFI ANANDA LUBIS
NIM. 221113040**



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2026**

ANALYSIS OF NUTRITIONAL DEFICIENCIES IN OIL PALM PLANTS USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) ALGORITHM FOR FERTILIZER RECOMMENDATIONS

UNDERGRADUATE THESIS

By:

ALEXANDER CANGNAKA

ID NUMBER. 221110796

PATRICK SANUSI

ID NUMBER. 221110348

MUHAMMAD LUTHFI ANANDA LUBIS

ID NUMBER. 221113040



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF COMPUTER SCIENCE
FACULTY OF INFORMATICS
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN

ANALISIS DEFISIENSI NUTRISI PADA TANAMAN KELAPA SAWIT MENGUNAKAN ALGORITMA CNN (*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*) UNTUK REKOMENDASI PEMUPUKAN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi S-1 Teknik Informatika

Oleh:

ALEXANDER CANGNAKA

NIM. 221110796

PATRICK SANUSI

NIM. 221110348

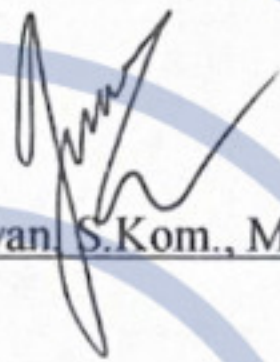
MUHAMMAD LUTHFIANANDA LUBIS

NIM. 221113040

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,


Gunawan, S.Kom., M.T.I.


Mustika Ulina, S.Kom., M.Kom.

Medan, 4 Agustus 2026
Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
S-1 Teknik Informatika,


Carles Juliandy, S.Kom., M.Kom

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Alexander Cangnaka

NIM : 221110796

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : Analisis Defisiensi Nutrisi Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) Untuk Rekomendasi Pemupukan

Tempat Penelitian : -

Alamat Tempat Penelitian : -

No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 29 Juni 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Alexander Cangnaka

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Patrick Sanusi

NIM : 221110348

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : Analisis Defisiensi Nutrisi Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) Untuk Rekomendasi Pemupukan

Tempat Penelitian : -

Alamat Tempat Penelitian : -

No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 29 Juni 2026

Saya yang membuat pernyataan,


Patrick Sanusi

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Muhammad Luthfi Ananda Lubis

NIM : 221113040

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : Analisis Defisiensi Nutrisi Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) Untuk Rekomendasi Pemupukan

Tempat Penelitian : -

Alamat Tempat Penelitian : -

No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 29 Juni 2026

Saya yang membuat pernyataan,

Muhammad Luthfi Ananda Lubis

ANALISIS DEFISIENSI NUTRISI PADA TANAMAN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK) UNTUK REKOMENDASI PEMUPUKAN

Abstrak

Kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.) merupakan komoditas perkebunan utama yang produktivitasnya dipengaruhi oleh kecukupan unsur hara. Identifikasi defisiensi nutrisi masih dilakukan secara manual sehingga rentan terhadap kesalahan, subjektivitas, serta belum terintegrasi dengan rekomendasi pemupukan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem analisis defisiensi nutrisi menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur AlexNet yang terintegrasi dengan sistem rekomendasi pemupukan. Sistem mengklasifikasikan citra daun tunggal untuk mendeteksi defisiensi Nitrogen (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), dan Boron (B), kemudian memberikan rekomendasi pupuk yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memperoleh accuracy sebesar 78,46% pada Nitrogen, 90,91% pada Kalium, 100% pada Magnesium, dan 84,62% pada Boron. Nilai precision berturut-turut sebesar 78,43%, 91,29%, 100%, dan 87,29%, sedangkan recall sebesar 77,87%, 90,05%, 100%, dan 71,43%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi defisiensi nutrisi secara otomatis serta memberikan rekomendasi pemupukan yang sesuai sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan secara lebih cepat, objektif, dan efisien.

Kata Kunci: kelapa sawit, defisiensi nutrisi, Convolutional Neural Network, AlexNet, klasifikasi citra, rekomendasi pemupukan

Abstract

Oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) is one of the major plantation commodities whose productivity is strongly influenced by adequate nutrient availability. Nutrient deficiency identification is generally performed manually through visual observation, making it prone to errors, subjectivity, and lacking integration with appropriate fertilizer recommendations. This study aims to develop a nutrient deficiency analysis system using a Convolutional Neural Network (CNN) with the AlexNet architecture integrated with a fertilizer recommendation system. The proposed system classifies single-leaf images to detect deficiencies of Nitrogen (N), Potassium (K), Magnesium (Mg), and Boron (B), and subsequently provides appropriate fertilizer recommendations. Experimental results show that the model achieved accuracy values of 78.46% for Nitrogen, 90.91% for Potassium, 100% for Magnesium, and 84.62% for Boron. The corresponding precision values were 78.43%, 91.29%, 100%, and 87.29%, while the recall values were 77.87%, 90.05%, 100%, and 71.43%, respectively. The results demonstrate that the proposed system can automatically identify nutrient deficiencies and provide appropriate fertilizer recommendations, thereby supporting faster, more objective, and more efficient decision-making in oil palm nutrient management.

Keywords: oil palm, nutrient deficiency, Convolutional Neural Network, AlexNet, fertilizer recommendation

KATA PENGANTAR

Ucapan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Analisis Defisiensi Nutrisi Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) Untuk Rekomendasi Pemupukan”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mikroskil Medan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Gunawan, S.Kom, M.T.I., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak melakukan bimbingan serta memberikan arahan yang baik dengan sabar agar Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
2. Ibu Mustika Ulina, S.Kom, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak melakukan bimbingan serta memberikan arahan yang baik dengan sabar agar Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak Hardy, S.Kom, M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Mikroskil Medan.
4. Bapak Sunaryo Winardi, S.Kom, M.T., selaku Dekan Fakultas Informatika, Universitas Mikroskil Medan.
5. Bapak Carles Juliandy, S.Kom, M.Kom, selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Informatika, Universitas Mikroskil Medan.
6. Bapak Fandy Presly Simamora, S.Kom, M.Kom, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mikroskil Medan.
7. Bapak dan Ibu Dosen Universitas Mikroskil yang telah memberikan ilmunya selama menempuh pendidikan di Universitas Mikroskil Medan.
8. Keluarga penulis, khususnya orang tua, yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materil sepanjang masa studi hingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
9. Rekan-rekan serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga

Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan. Terima Kasih.

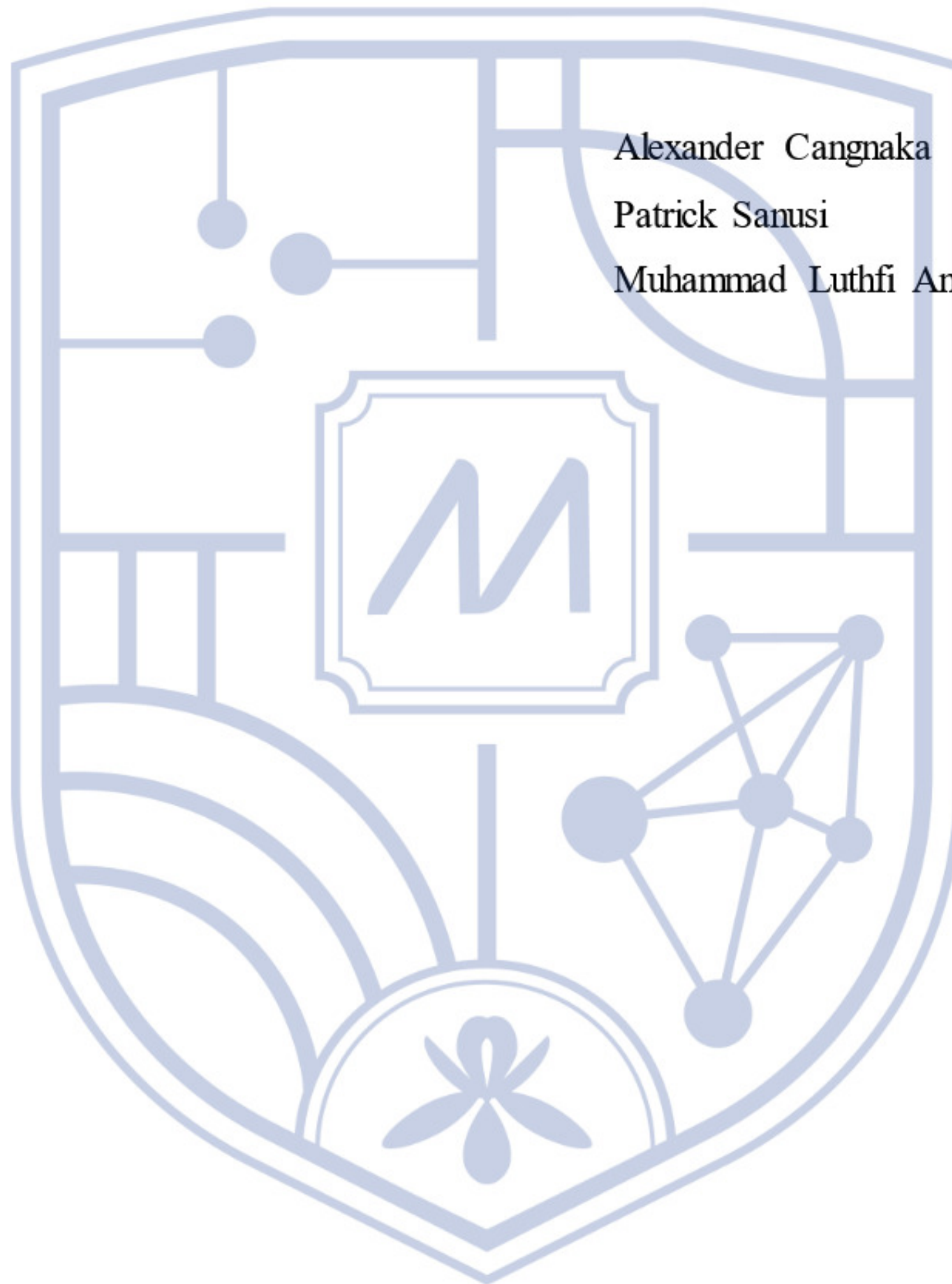
Medan, 4 Agustus 2026

Penulis,

Alexander Cangnaka

Patrick Sanusi

Muhammad Luthfi Ananda Lubis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB IV PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Sistem Informasi Rekomendasi.....	6
2.2 <i>Waterfall Model</i>	8
2.3 <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	9
2.4 <i>Machine Learning</i>	12
2.5 <i>Deep Learning</i>	14
2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	14
2.7 AlexNet.....	18
2.8 <i>Transfer Learning</i>	20
2.9 <i>Fine-Tuning</i>	21
2.10 Citra Digital	21
2.11 Pengolahan Citra Digital.....	24
2.12 Augmentasi Data	26
2.13 <i>Computer Vision</i>	27
2.14 Ekstraksi Fitur pada Daun	28
2.15 <i>Confusion Matrix</i>	30
2.16 Kelapa Sawit dan Identifikasi Defisiensi.....	31
2.17 Rekomendasi Pemupukan.....	34
2.18 Penelitian Terdahulu	34
BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN	37

3.1	Kerangka Tahapan Pelaksanaan	37
3.2	Perencanaan	39
3.3	Analisis	43
3.3.1	Analisis Proses	43
3.3.2	Analisis Kebutuhan	62
3.4	Desain	70
3.4.1	Desain Tampilan	70
3.4.2	Desain Basis Data	79
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		83
4.1	Hasil	83
4.2	Pembahasan	90
4.2.1	Persiapan Pengujian	91
4.2.2	Hasil Pengujian	94
BAB V PENUTUP		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	111
DAFTAR PUSTAKA		113
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Metode <i>Waterfall Model</i> [11]	8
Gambar 2.2 Perbedaan <i>Supervised Learning</i> dan <i>Unsupervised Learning</i> [17]	13
Gambar 2.3 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> [22].....	15
Gambar 2.4 Ilustrasi Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> [22]	15
Gambar 2.5 Contoh Operasi Matematis Proses Konvolusi [22]	16
Gambar 2.6 Contoh Penerapan Aktivasi ReLU [22]	16
Gambar 2.6 Arsitektur AlexNet [23]	19
Gambar 2.7 Representasi Citra RGB dan Kanal Warna Penyusunnya	22
Gambar 2.8 Representasi piksel dengan kombinasi warna R, G, dan B [25]	22
Gambar 2.9 Citra Hasil Konversi RGB Menjadi <i>Grayscale</i> [25].....	23
Gambar 2.10 Citra Hasil Konversi RGB Menjadi Biner [25]	24
Gambar 2.11 Ilustrasi Cara Komputer Melihat Citra [25].....	28
Gambar 2.12 Contoh Gejala Defisiensi Nitrogen pada Daun Kelapa Sawit	32
Gambar 2.14 Contoh Gejala Defisiensi Kalium pada Daun Kelapa Sawit	32
Gambar 2.15 Contoh Gejala Defisiensi Magnesium pada Daun Kelapa Sawit	33
Gambar 2.14 Contoh Gejala Defisiensi Boron pada Daun Kelapa Sawit	33
Gambar 3.1 <i>Website Kaggle Dataset Oil Palm Leaves</i>	40
Gambar 3.2 Pembagian <i>Dataset</i> Sesuai Label Gejala Defisiensi Nutrisi	41
Gambar 3.3 Pembagian <i>Dataset</i> Ke Dalam <i>Folder</i> Berdasarkan Kelas	41
Gambar 3.4 <i>Dataset Fosfor (P)</i> Tidak Memiliki Kelas <i>Folder</i> Defisiensi	42
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Alur Analisis Proses	45
Gambar 3.6 Sampel Citra <i>Input</i> Daun Kelapa Sawit	46
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Alur <i>Preprocessing</i>	47
Gambar 3.8 Citra Awal Setelah Dilakukan <i>Resize</i> dan Diambil Matriks <i>Channel 5 x 5</i>	48
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Implementasi Algoritma CNN Dengan Arsitektur AlexNet	53
Gambar 3.10 Implementasi Arsitektur AlexNet	54
Gambar 3.11 Proses <i>Convolution Layer 1</i> Terhadap Seluruh Piksel.....	57
Gambar 3.12 Pemodelan Kebutuhan Fungsional Dengan <i>Use Case Diagram</i>	64
Gambar 3.13 Desain Halaman <i>Login</i>	71
Gambar 3.14 Desain Halaman <i>Dashboard</i> :.....	72
Gambar 3.15 Desain Halaman Kelola <i>Dataset</i>	73

Gambar 3.16 Desain Halaman Tambah <i>Dataset</i>	74
Gambar 3.17 Desain Halaman Ubah <i>Dataset</i>	75
Gambar 3.18 Desain Halaman <i>Training Dataset</i>	76
Gambar 3.19 Desain Halaman Hasil Pengujian	77
Gambar 3.20 Desain Halaman Identifikasi Gejala Defisiensi Nutrisi	78
Gambar 3.21 Rancangan ERD Sistem Usulan	79
Gambar 4.1 Hasil Tampilan Halaman <i>Login</i>	83
Gambar 4.2 Hasil Tampilan Validasi Pesan Kesalahan Proses <i>Login</i>	84
Gambar 4.3 Hasil Tampilan Halaman <i>Dashboard</i>	84
Gambar 4.4 Hasil Tampilan Halaman Kelola <i>Dataset</i>	85
Gambar 4.5 Hasil Tampilan Halaman Kelola <i>Dataset</i>	86
Gambar 4.6 Hasil Tampilan Validasi Berhasil Mengosongkan <i>Dataset</i>	86
Gambar 4.7 Hasil Tampilan Halaman Tambah <i>Dataset</i>	87
Gambar 4.8 Hasil Tampilan Halaman Ubah <i>Dataset</i>	87
Gambar 4.9 Hasil Tampilan Halaman <i>Training Dataset</i>	88
Gambar 4.10 Hasil Tampilan Halaman Hasil Pengujian	89
Gambar 4.11 Hasil Tampilan Halaman Identifikasi Gejala Defisiensi Nutrisi	90
Gambar 4.12 Grafik <i>Training</i> Model AlexNet untuk Defisiensi Nitrogen (N)	94
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Klasifikasi Defisiensi Nutrisi Nitrogen (N)	96
Gambar 4.14 Grafik <i>Training</i> Model AlexNet untuk Defisiensi Kalium (K)	98
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Klasifikasi Defisiensi Nutrisi Kalium (K)	99
Gambar 4.16 Grafik <i>Training</i> Model AlexNet untuk Defisiensi Magnesium (Mg)	101
Gambar 4.17 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Klasifikasi Defisiensi Nutrisi Magnesium (Mg) ...	103
Gambar 4.18 Grafik <i>Training</i> Model AlexNet untuk Defisiensi Boron (B)	105
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Klasifikasi Defisiensi Nutrisi Boron (B)	106
Gambar 4.20 Grafik Performa Model Per Nutrisi	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i> Untuk Klasifikasi 2 Kelas	31
Tabel 2.2 Ringkasan Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1 Komposisi <i>Dataset</i>	46
Tabel 3.2 Matriks <i>Channel Red</i>	48
Tabel 3.3 Matriks <i>Channel Green</i>	48
Tabel 3.4 Matriks <i>Channel Blue</i>	48
Tabel 3.5 Hasil <i>Rescaling</i> Matriks <i>Channel Red</i>	49
Tabel 3.6 Hasil <i>Rescaling</i> Matriks <i>Channel Green</i>	49
Tabel 3.7 Hasil <i>Rescaling</i> Matriks <i>Channel Blue</i>	50
Tabel 3.8 <i>Hyperparameter Training</i>	51
Tabel 3.9 Matriks 5 x 5 <i>Channel Red</i> Sebelum <i>Convolution</i>	55
Tabel 3.10 Matriks 5 x 5 <i>Channel Green</i> Sebelum <i>Convolution</i>	55
Tabel 3.11 Matriks 5 x 5 <i>Channel Blue</i> Sebelum <i>Convolution</i>	56
Tabel 3.12 Matriks 3 x 3 <i>Channel Red Green Blue</i> Setelah <i>Convolution Layer 1</i> Seluruh Piksel.....	57
Tabel 3.13 Proses <i>Max Pooling</i> 1 Area Pertama	57
Tabel 3.14 Hasil Proses <i>Max Pooling</i> 1 Tahap Pertama	58
Tabel 3.15 Proses <i>Max Pooling</i> 1 Area Kedua	58
Tabel 3.16 Hasil Proses <i>Max Pooling</i> 1 Tahap Kedua	58
Tabel 3.17 Hasil Akhir Proses <i>Max Pooling</i> 1	58
Tabel 3.18 Sampel <i>Confusion Matrix</i> Pengujian.....	62
Tabel 3.19 Skenario <i>Use Case</i> : Melakukan <i>Login</i>	64
Tabel 3.20 Skenario <i>Use Case</i> : Mengelola <i>Dataset</i>	65
Tabel 3.21 Skenario <i>Use Case</i> : Melakukan <i>Training Dataset</i>	66
Tabel 3.22 Skenario <i>Use Case</i> : Melihat Rincian Proses dan Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i>	67
Tabel 3.23 Skenario <i>Use Case</i> : Melakukan Identifikasi Defisiensi Nutrisi Pada Daun Kelapa Sawit.....	68
Tabel 3.24 Analisis Kebutuhan Nonfungsional dengan PIECES	70
Tabel 3.25 Struktur Tabel <i>Users</i>	80
Tabel 3.26 Struktur Tabel <i>Dataset</i>	80

Tabel 3.27 Struktur Tabel <i>Training_epoch_log</i>	81
Tabel 3.28 Struktur Tabel <i>Model_training_result</i>	81
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>Hardware</i>	91
Tabel 4.2 Spesifikasi <i>Software</i>	91
Tabel 4.3 <i>Hyperparameter Training</i>	92
Tabel 4.4 Proses Augmentasi	93
Tabel 4.5 <i>Classification Report</i> Identifikasi Defisiensi Nutrisi Nitrogen (N)	96
Tabel 4.6 <i>Classification Report</i> Identifikasi Defisiensi Nutrisi Kalium (K)	100
Tabel 4.7 <i>Classification Report</i> Identifikasi Defisiensi Nutrisi Magnesium (Mg)	103
Tabel 4.8 <i>Classification Report</i> Identifikasi Defisiensi Nutrisi Boron (B)	107
Tabel 4.9 Ringkasan Performa Model Per Nutrisi.....	108

