

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SISTEM ESTIMASI KALORI BAHAN
PANGAN BERBASIS CITRA DENGAN HIBRIDA VISION
TRANSFORMER-XGBOOST**

Debby Amanda Rosaline Pannuw

Pembimbing I : Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph.D

Pembimbing II : Erie Kresna Andana, S. Kom., M.T

Program Studi Informatika

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surabaya

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing I dan Pembimbing II untuk
ujian Skripsi Informatika Universitas Muhammadiyah Surabaya:

Pembimbing I

Tanggal: 20 Juli 2026



Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph. D

NIDN. 731079602

Pembimbing II

Tanggal: 20 Juli 2026



Erie Kresna Andana, S.Kom., M. T

NIDN. 727067502

LEMBAR PEMBIMBING

SKRIPSI

Pengembangan Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan Berbasis Citra dengan Hibrida Vision Transformer – XGBoost

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Di Program Studi Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :

Debby Amanda Rosaline Pannuw
NIM. 20221337005

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing :

1. Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph. D


(.....)

2. Erie Kresna Andana, S.Kom., M. T


(.....)

LEMBAR PENGUJI
SKRIPSI

Pengembangan Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan Berbasis Citra dengan
Hibrida Vision Transformer – XGBoost

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Di Program Studi Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :

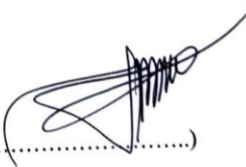
Debby Amanda Rosaline Pannuw
NIM. 20221337005

Disetujui oleh :

Dosen Penguji :

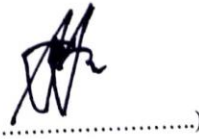
1. Dr. Tining Haryanti, S.Kom., M.M., M.Kom

(.....)



2. Aswin Rosadi, S.Kom., M.T

(.....)



LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

Pengembangan Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan Berbasis Citra dengan
Hibrida Vision Transformer – XGBoost

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
di Program Studi Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh:

Debby Amanda Rosaline Pannuw

NIM. 20221337005

Disetujui oleh,
Ketua Program Studi Informatika



Aswin Rosadi, S.Kom., M.T
NIDN. 0730068805

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars
NIDN. 0707085902

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Debby Amanda Rosaline Pannuw

NIM : 20221337005

Jurusan/ Program Studi : Informatika

Fakultas/ Program : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 20 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



(Debby Amanda Rosaline Pannuw)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan Berbasis Citra dengan Hibrida Vision Transformer–XGBoost" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Swt. atas segala rahmat, kesehatan, dan kemudahan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di lingkungan Fakultas Teknik.
3. Bapak Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph. D selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Erie Kresna Andana, S.Kom., M. T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta koreksi yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ibu Dr. Tining Haryanti, S.Kom., M.M., M.Kom selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan evaluasi, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Aswin Rosadi, S.Kom., M.T selaku Ketua Program Studi Informatika sekaligus Dosen Penguji II yang telah memberikan arahan, evaluasi, kritik, dan saran yang sangat berharga dalam penyempurnaan skripsi ini.
7. Dosen Wali serta seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Informatika Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan

ilmu pengetahuan, bimbingan, serta pelayanan akademik sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

8. Kedua orang tua tercinta, Papi dan Mami, serta kakak dan adik penulis, Victor Moris, Arther Berlit, Felix Aldrin, Theodor Alvin, dan Febby Olivia, atas segala doa, kasih sayang, dukungan, semangat, perhatian, dan kehangatan yang senantiasa diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini. Meskipun Papi tidak sempat menyaksikan penulis meraih gelar sarjana, doa, cinta, dan keteladanan yang telah beliau berikan semasa hidup senantiasa menjadi kekuatan bagi penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Diri penulis sendiri, yang telah berusaha, berjuang, dan bertahan dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, serta terus melangkah hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
10. Syahadatul Aditya, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan doa, dukungan, serta motivasi, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan sehingga masih memerlukan penyempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, pengembangan ilmu pengetahuan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 20 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



(Debby Amanda Rosaline Pannuw)

Pengembangan Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan Berbasis Citra dengan Hibrida Vision Transformer – XGBoost

Nama mahasiswa : Debby Amanda Rosaline Pannuw
Pembimbing I : Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph. D
Pembimbing II : Erie Kresna Andana, S. Kom., M.T

ABSTRAK

Pencatatan kalori secara manual masih menjadi tantangan karena keakuratannya sangat bergantung pada kemampuan pengguna dalam mengenali jenis bahan pangan dan memperkirakan beratnya. Penelitian ini mengembangkan sistem estimasi kalori bahan pangan berbasis citra melalui pendekatan dua tahap, yaitu identifikasi bahan pangan dan perhitungan kalori secara deterministik berdasarkan referensi Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI). Sistem dirancang menggunakan arsitektur hibrida Vision Transformer sebagai ekstraktor fitur visual dan XGBoost sebagai model klasifikasi untuk mengenali sepuluh kelas bahan pangan, meliputi beras putih, telur ayam, kentang, wortel, bawang merah, bawang putih, cabai merah, jagung kuning, tomat merah, dan terung ungu. Sebelum proses klasifikasi, citra diproses menggunakan YOLOv8n untuk mendeteksi objek dan menentukan area bahan pangan yang akan dianalisis sehingga sistem dapat memproses citra yang memuat lebih dari satu bahan pangan dalam satu gambar. Dataset penelitian terdiri atas 5.000 citra yang diperoleh dari dua sumber publik, yaitu Kaggle dan Pixabay API, kemudian dibagi dengan rasio 70:15:15 untuk data training, validasi, dan testing. Augmentasi diterapkan pada data training sehingga jumlah data pelatihan meningkat menjadi 21.000 citra. Parameter XGBoost dioptimalkan menggunakan metode Grid Search pada data validasi. Setelah bahan pangan teridentifikasi, estimasi kalori dihitung secara proporsional berdasarkan nilai kalori per 100 gram dari TKPI dan berat yang dimasukkan oleh pengguna. Hasil evaluasi pada data testing menunjukkan bahwa model ViT+XGBoost memperoleh accuracy sebesar 98,80%, precision sebesar 98,82%, recall sebesar 98,80%, dan F1-score sebesar 98,80%. Sebagai pembandingan, model baseline Simple CNN yang dilatih menggunakan dataset yang sama memperoleh accuracy sebesar 94,80%, precision sebesar 94,83%, recall sebesar 94,80%, dan F1-score sebesar 94,78%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model ViT+XGBoost memberikan performa yang lebih baik dibandingkan model baseline pada seluruh metrik evaluasi yang digunakan. Sistem berhasil diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web berbasis Streamlit yang mengintegrasikan deteksi objek, klasifikasi bahan pangan, dan perhitungan estimasi kalori berbasis TKPI dalam satu alur pemrosesan.

Kata kunci: Estimasi kalori, Vision Transformer, XGBoost, YOLOv8n, Tabel Komposisi Pangan Indonesia.

The Development of an Image-Based Food Calorie Estimation System with a Hybrid Vision Transformer – XGBoost

By : Debby Amanda Rosaline Pannuw
Advisor I : Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph.D
Advisor II : Erie Kresna Andana, S.Kom., M.T

ABSTRACT

Manual calorie recording remains a challenge because its accuracy is highly dependent on the user's ability to recognize food types and estimate their weight. This study develops an image-based food calorie estimation system using a two-stage approach: food ingredient identification and deterministic calorie calculation based on the Indonesian Food Composition Table (Tabel Komposisi Pangan Indonesia or TKPI). The system is designed using hybrid Vision Transformer architecture as a visual feature extractor and XGBoost as a classification model to recognize ten food ingredient classes, including white rice, chicken eggs, potatoes, carrots, shallots, garlic, red chilies, yellow corn, red tomatoes, and purple eggplant. Prior to the classification process, images were processed using YOLOv8n to detect objects and determine the food ingredient area to be analyzed; thus, the system can process images containing more than one food ingredient in a single image. The research dataset consisted of 5,000 images obtained from two public sources, namely, the Kaggle and Pixabay APIs, and then divided with a ratio of 70:15:15 for training, validation, and testing data. Augmentation was applied to the training data; thus, the number of training data increased to 21,000 images. XGBoost parameters were optimized using the Grid Search method on the validation data. After the food ingredients were identified, calorie estimation was calculated proportionally based on the calorie value per 100 grams from TKPI and the weight entered by the user. The evaluation results on the testing data showed that the ViT+XGBoost model achieved an accuracy of 98.80%, a precision of 98.82%, a recall of 98.80%, and an F1-score of 98.80%. For comparison, the baseline Simple CNN model trained on the same dataset achieved an accuracy of 94.80%, a precision of 94.83%, a recall of 94.80%, and an F1-score of 94.78%. These results indicated that the ViT+XGBoost model performed better than the baseline model across all evaluation metrics used. The system was successfully implemented as a Streamlit-based web application that integrates object detection, food classification, and TKPI-based calorie estimation calculations in a single processing flow.

Key words: Calorie Estimation, Vision Transformer, XGBoost, YOLOv8n, Indonesian Food Composition Table.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1. Latar Belakang Masalah	15
1.2. Perumusan Masalah	17
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	17
1.4. Kontribusi dan Orisinalitas Penelitian	18
1.5. Batasan Penelitian	19
1.6. Sistematika Penulisan	20
BAB II KAJIAN PUSTAKA	22
2.1 Dasar Teori	22
2.1.1 Pustaka	26
2.1.2 Obyek Penelitian	28
2.1.3 Metode, Teori, dan Algoritma	29
2.2 Penelitian Terdahulu	30
2.3 Analisa Kebaruan Penelitian	35
2.4 Parameter Visual Bahan Pangan	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Pengumpulan Data	41
3.1.1 Dataset Citra Bahan Pangan	41
3.1.2 Spesifikasi Dataset	43
3.1.3 Pembagian Data <i>Training Validation Test</i>	43
3.2 Pengolahan Data	45
3.2.1 Resize dan Normalisasi	45
3.2.2 Teknik Augmentasi	46
3.2.3 Analisis Karakteristik Visual Dataset	49

3.3	Rancangan Sistem yang diusulkan.....	50
3.3.1	Arsitektur Sistem	50
3.3.2	Flowchart Sistem	54
3.3.3	Ekstraksi Fitur Vision Transformer	55
3.3.4	Klasifikasi XGBoost	57
3.3.5	Perhitungan Estimasi Kalori	59
3.3.6	Perancangan Antarmuka Sistem	60
3.4	Rencana Evaluasi	65
BAB IV		69
HASIL DAN PEMBAHASAN		69
4. 1.	Implementasi Sistem	69
4. 2.	Pengumpulan dan Prapemrosesan Dataset.....	69
4.2.1	Sumber dan Metode Pengumpulan Data.....	69
4.2.2	Validasi Integritas dan Pembersihan Data	72
4. 3.	Prapemrosesan dan Augmentasi Citra	73
4.3.1	Strategi Pembagian Dataset	73
4.3.2	Normalisasi dan Standardisasi Citra	74
4.3.3	Augmentasi Data Latih	74
4. 4.	Ekstraksi Representasi Fitur dengan Vision Transformer	75
4.4.1	Konfigurasi dan Inisialisasi Model ViT-Base/16	75
4.4.2	Ekstraksi dan Penyimpanan Vektor <i>Embedding</i>	77
4. 5.	Pelatihan Model Klasifikasi XGBoost.....	77
4.5.1	Konfigurasi Parameter Dasar XGBoost.....	77
4.5.2	Optimasi <i>Hyperparameter</i> Menggunakan <i>Grid Search</i>	77
4.5.3	Pelatihan Model Klasifikasi.....	79
4. 6.	Pembangunan Model <i>Baseline</i> CNN	79
4. 7.	Analisis Kinerja Model ViT+XGBoost	81
4.7.1	Kinerja Model pada Data Validasi.....	81
4.7.2	Kinerja Model pada Data Pengujian	82
4.7.3	Analisis Matriks Konfusi	85
4.7.4	Analisis Kesalahan Prediksi Model	86
4. 8.	Analisis Perbandingan Kinerja Model	86

4.9.1	Analisis Keunggulan Arsitektur Hibrida ViT+XGBoost.....	88
4.9.2	Analisis Keterbatasan Model CNN <i>Baseline</i>	88
4.9.3	Kesesuaian Implementasi dengan Rancangan Sistem	89
4. 10.	Implementasi Modul Perhitungan Estimasi Kalori.....	89
4. 11.	Implementasi Model Deteksi Objek YOLOv8n	90
4.11.1	Dataset dan Pelatihan	91
4.11.2	Evaluasi Kinerja.....	93
4. 12.	Implementasi Antarmuka Pengguna	95
4. 13.	Pengujian Reliabilitas Sistem	101
BAB V		106
PENUTUP		106
5. 1.	Kesimpulan	106
5. 2.	Saran	107
Daftar Pustaka.....		108

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	32
Tabel 2. 2 Parameter Bahan Pangan	37
Tabel 3. 1 Daftar objek yang digunakan pada penelitian.....	42
Tabel 3. 2 Pembagian Dataset Training, Validation, dan Test	44
Tabel 3. 3 Spesifikasi Vision Transformer	57
Tabel 3. 4 Nilai Kalori Bahan Pangan Berdasarkan TKPI	60
Tabel 3. 5 Contoh Format Tabel Confusion matrix	66
Tabel 3. 6 Contoh Tabel Performa Model	67
Tabel 4. 1 Spesifikasi Lingkungan Pengembangan	69
Tabel 4. 2 Sumber Dataset per Kelas Bahan Pangan.....	70
Tabel 4. 3 Distribusi Dataset per Kelas Setelah Validasi	72
Tabel 4. 4 Distribusi Data Setelah Pembagian.....	74
Tabel 4. 5 Spesifikasi Model ViT-Base/16.....	76
Tabel 4. 6 Hasil Ekstraksi <i>Embedding</i> ViT-Base/16	77
Tabel 4. 7 Ruang Pencarian <i>Hyperparameter</i> XGBoost	78
Tabel 4. 8 Hasil Evaluasi Model ViT+XGBoost pada Data Validasi	81
Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Evaluasi ViT+XGBoost dan Simple CNN pada Data Test	82
Tabel 4. 10 Perbandingan Nilai F1-score per Kelas antara Model ViT+XGBoost & Simple CNN	83
Tabel 4. 11 Nilai Kalori Bahan Pangan Berdasarkan TKPI 2020	89
Tabel 4. 12 Hasil Evaluasi Model YOLOv8n pada Data Test.....	93
Tabel 4. 13 Struktur Halaman Antarmuka Sistem.....	95
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Reliabilitas Sistem	101
Tabel 4. 15 Perbandingan Parameter Visual Citra.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Model Pengembangan Iteratif	40
Gambar 3. 2 Implementasi Fungsi Citra	49
Gambar 3. 3 Implementasi Fungsi Citra	50
Gambar 3. 4 Arsitektur Sistem.....	50
Gambar 3. 5 Flowchart Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan.....	54
Gambar 3. 6 Halaman Beranda	61
Gambar 3. 7 Halaman Identifikasi Bahan Pangan	62
Gambar 3. 8 Input Berat dan Perhitungan Estimasi Kalori	63
Gambar 3. 9 Halaman Hasil Estimasi	64
Gambar 3. 10 Halaman Riwayat Estimasi	65
Gambar 4. 1 Hasil Augmentasi Data Pelatihan	75
Gambar 4. 2 <i>Confusion matrix</i> Model ViT+XGBoost pada Data Validasi	82
Gambar 4. 3 Perbandingan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-score</i> per Kelas (ViT+XGBoost, Data Test)	84
Gambar 4. 4 <i>Confusion matrix</i> Model ViT+XGBoost pada Data Test	85
Gambar 4. 5 <i>Confusion matrix</i> Simple CNN.....	87
Gambar 4. 6 Perbandingan <i>Accuracy</i> dan F1 antara ViT+XGBoost dan <i>Simple CNN</i>	87
Gambar 4. 7 Distribusi Kelas dan Anotasi Bounding box.....	92
Gambar 4. 8 Kurva Metrik Pelatihan Model YOLOv8n selama 100 Epoch	92
Gambar 4. 9 Kurva F1-Confidence Model YOLOv8n	94
Gambar 4. 10 Kurva Precision-Recall Model YOLOv8n per Kelas Bahan Pangan.....	94
Gambar 4. 11 Tampilan Halaman <i>Dashboard</i> Sistem Estimasi Kalori Bahan Pangan	96
Gambar 4. 12 Tampilan Halaman Identifikasi Bahan Pangan.....	97
Gambar 4. 13 Tampilan Halaman Identifikasi Setelah Proses Deteksi Objek	97
Gambar 4. 14 Tampilan Hasil Identifikasi dan Estimasi Kalori Bahan Pangan.....	98
Gambar 4. 15 Tampilan Informasi Detail Bawang Putih Segar	98
Gambar 4. 16 Tampilan Informasi Detail Telur Ayam Ras Segar	99
Gambar 4. 17 Tampilan Halaman Riwayat Identifikasi	100
Gambar 4. 18 Tampilan Pesan Peringatan pada Penanganan Objek Non-Target	100
Gambar 4. 19 Citra Bahan Pangan Terdeteksi	104
Gambar 4. 20 Citra Bahan Pangan Tidak Terdeteksi	104