

**KLASIFIKASI MINYAK GORENG MENGGUNAKAN
ELECTRONIC NOSE BERBASIS SENSOR MQ DAN
PEMBELAJARAN MESIN**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Chairunisa Nurul Sadiah
1306621047**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

ABSTRAK

CHAIRUNISA NURUL SADIAH. Klasifikasi Minyak Goreng Menggunakan Electronic Nose Berbasis Sensor MQ dan Pembelajaran Mesin. Dibawah bimbingan Bambang Heru Iswanto dan Fachriza Fathan.

Penurunan kualitas minyak goreng akibat penggunaan berulang berisiko terhadap kesehatan, namun sulit dibedakan secara kasat mata. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan minyak goreng baru dan terpakai menggunakan sistem Electronic Nose (E-Nose) berbasis delapan sensor gas MQ. Sampel terdiri atas minyak baru serta minyak terpakai setelah digunakan 1x, 3x, 5x, dan 7x. Data sensor diolah melalui tahap pra-pemrosesan menggunakan filter Savitzky-Golay, lalu diekstraksi fiturnya (maksimum, rata-rata, dan area bawah kurva). Seleksi fitur dilakukan dengan metode Mutual Information. Selanjutnya, data diklasifikasikan menjadi dua kelas (baru dan terpakai) menggunakan empat algoritma *machine learning* yaitu *Support Vector Machine* (SVM), *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Gradient Boosting*, dan *Random Forest*. Evaluasi model dilakukan menggunakan *Leave-One-Out Cross Validation* (LOOCV) dan *confusion matrix*. Hasil menunjukkan bahwa model Random Forest mencapai akurasi tertinggi hingga 100% dalam pengujian, dengan performa stabil meskipun jumlah fitur dikurangi. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi E-Nose dan machine learning efektif untuk membedakan minyak goreng baru dan terpakai secara cepat dan non-destruktif.

Kata kunci: klasifikasi minyak goreng, E-Nose, sensor MQ, ekstraksi fitur, *machine learning*

ABSTRACT

CHAIRUNISA NURUL SADIAH. Classification of Cooking Oil Using an MQ Sensor-Based Electronic Nose and Machine Learning. Under the supervision of Bambang Heru Iswanto and Fachriza Fathan.

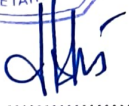
The degradation of cooking oil quality due to repeated use poses health risks, yet it is difficult to distinguish visually. This study aims to classify fresh and used cooking oil using an Electronic Nose (E-Nose) system based on eight MQ gas sensors. The samples consisted of fresh oil and used oil after 1, 3, 5, and 7 frying cycles. Sensor data were preprocessed using the Savitzky-Golay filter, followed by feature extraction (maximum, mean, and area under the curve). Feature selection was performed using the Mutual Information method. The data were then classified into two categories (fresh and used) using four machine learning algorithms: Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), Gradient Boosting, and Random Forest. Model evaluation was carried out using Leave-One-Out Cross Validation (LOOCV) and confusion matrix analysis. The results showed that the Random Forest model achieved the highest testing accuracy of up to 100%, with stable performance even when the number of features was reduced. These findings demonstrate that the combination of E-Nose and machine learning provides an effective, rapid, and non-destructive method for distinguishing between fresh and used cooking oil.

Keywords: cooking oil classification, E-Nose, MQ sensors, feature extraction, machine learning

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KLASIFIKASI MINYAK GORENG MENGGUNAKAN ELECTRONIC NOSE BERBASIS SENSOR MQ DAN PEMBELAJARAN MESIN

Nama : Chairunisa Nurul Sadiah
No. Registrasi : 1306621047

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. NIP. 197909162005011004		13/8 2025
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc. NIP. 197905042009122002		13/8 2025
Ketua	: Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si. NIP. 197705102006042001		31/7 2025
Sekretaris	: Muhammad Nur Farizky, M.Si. NIP. 199408272025061004		31/7 2025
Anggota			
Pembimbing I	: Dr.rer.nat. Bambang Heru Iswanto, M.Si. NIP. 196804011994031002		31/7 2025
Pembimbing II	: Fachriza Fathan, M.Si. NIP. 199203102024061002		31/7 2025
Penguji	: Syafrima Wahyu, S.Si, M.Si. NIP. 199110132023211021		31/07'25

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 28 Juli 2025.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Klasifikasi Minyak Goreng Menggunakan Electronic Nose Berbasis Sensor MQ dan Pembelajaran Mesin” yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing. Segala sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 17 Juli 2025



Chairunisa Nurul Sadiah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Chairunisa Nurul Sadiah
NIM : 1306621047
Fakultas/Prodi : FMIPA/Fisika
Alamat email : chairunisans3700@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

KLASIFIKASI MINYAK GORENG MENGGUNAKAN ELECTRONIC NOSE BERBASIS
SENSOR MQ DAN PEMBELAJARAN MESIN

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta 14 Agustus 2025

Penulis

(Chairunisa Nurul Sadiah)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat kelulusan program Sarjana di Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta dengan judul **“Klasifikasi Minyak Goreng Menggunakan Electronic Nose Berbasis Sensor MQ dan Pembelajaran Mesin”**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang Fisika. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.rer.nat. Bambang Heru Iswanto, M.Si, selaku dosen pembimbing I, yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dari awal hingga akhir penulisan skripsi.
2. Bapak Fachriza Fathan, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan serta masukan dalam kegiatan penelitian maupun penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Teguh Budi Prayitno, M. Si. selaku Koordinator Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta atas bimbingan dan arahan selama masa studi.
4. Seluruh Dosen serta Staff Laboratorium Instrument Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu selama masa studi serta mendampingi penulis selama kegiatan penelitian.
5. Ayah dan Ibu yang senantiasa mendoakan kelancaran penelitian dan penulisan skripsi penulis serta senantiasa selalu memberikan dukungan lahir dan batin.
6. Laboratorium Fisika Instrumen Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta yang telah menyediakan fasilitas selama kegiatan penelitian.

7. Muhammad Rosyid Suseno dan Achmad Nurnaafi yang telah sangat berjasa dalam membantu penulis dalam mengerjakan dan menyusun penelitian serta penulisan skripsi ini.
8. Teman-teman penelitian Lab. Instrumentasi serta para laboran yang telah banyak membantu dalam proses penelitian serta penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman Prodi Fisika 2021 Kelas B yang telah banyak membantu dalam memotivasi untuk proses penelitian serta penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang penulis tulis masih banyak kekurangan, Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas hal tersebut dan dengan senang hati menerima kritik serta saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik dalam ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang fisika.

Jakarta, 17 Juli 2025

Penulis,



Chairunisa Nurul Sadiah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Electronic Nose (E-Nose)	7
1. Prinsip Kerja E-Nose	8
2. Jenis Sensor dalam E-Nose	9
3. Struktur E-Nose	13
B. Minyak Goreng	14
1. Komposisi dan Karakteristik Minyak Goreng	15
2. Kerusakan dan Penurunan Kualitas Minyak Goreng	17
C. Ubi Jalar Merah (<i>Ipomoea batatas</i>) sebagai Bahan Penggorengan	17
1. Karakteristik dan Komposisi Kimia Ubi Jalar Merah	18
2. Peran Komponen Ubi Jalar dalam Proses Penggorengan	19
D. Klasifikasi dengan <i>Machine Learning</i>	19
1. <i>Support Vector Machines</i> (SVM)	21
2. <i>Gradient Boosting</i>	23
3. <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	26
4. <i>Random Forest</i>	27
5. Optimasi Model dengan <i>Grid Search</i>	28
6. <i>Leave-One-Out Cross Validation</i> (LOOCV)	29
7. Filter Savitzky-Golay	29

E. Penelitian Relevan	30
F. Kerangka Berpikir	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
B. Metode Penelitian	34
1. Alat dan Bahan	34
2. Prosedur Penelitian.....	36
C. Teknik Pengumpulan dan Analisa Data	44
1. Teknik Pengumpulan	44
2. Teknik Analisa Data.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil	47
1. Sistem Electronic Nose	47
2. Akuisisi Data.....	49
a. Deskripsi Data.....	50
b. Pra-premrosesan Data	51
3. Ekstraksi Fitur	55
4. Seleksi Fitur	58
5. Klasifikasi	60
a. Pelatihan Model SVM.....	60
b. Evaluasi Model SVM.....	61
c. Pelatihan Model Gradient Boosting.....	63
d. Evaluasi Model Gradient Boosting.....	63
e. Pelatihan Model KNN.....	65
f. Evaluasi Model KNN.....	65
g. Pelatihan Model Random Forest.....	67
h. Evaluasi Model Random Forest.....	68
B. Pembahasan	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
A. Kesimpulan.....	74
B. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	85
---------------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan Sistem Penciuman Biologi dan E-Nose	8
Gambar 2.2 Struktur E-Nose.....	13
Gambar 2.3 Data linear	22
Gambar 2.4 Data non-linear.....	22
Gambar 2.5 Prinsip <i>Gradient Boosting</i>	24
Gambar 2.6 Langkah Kerja Random Forest	28
Gambar 2.7 Visualisasi <i>Leave-One-Out Cross Validation</i> (LOOCV).....	29
Gambar 2.8. Diagram Kerangka Berpikir	33
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3.2 Persiapan Sampel	38
Gambar 3.3. Proses Pelatihan Model	43
Gambar 4.1 Instrumen E-Nose.....	47
Gambar 4.2 GUI E-Nose.....	48
Gambar 4.3 Data Raw Sebelum Pra-premrosesan	51
Gambar 4.4 Data Raw Setelah Pra-premrosesan	52
Gambar 4.5 Pola Respons Minyak Baru.....	52
Gambar 4.6 Pola Respons Minyak Terpakai.....	52
Gambar 4.7 Boxplot Fitur Respons Maksimum	55
Gambar 4.8 Boxplot Fitur Respons Rata-rata.....	56
Gambar 4.9 Boxplot Fitur Respons Area Bawah Kurva.....	57
Gambar 4.10 Plot PCA.....	58
Gambar 4.11 Plot Seleksi Fitur Menggunakan Mutual Information.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter SVM RBF	23
Tabel 2.2 Parameter Gradient Boosting	26
Tabel 2.3 Parameter KNN	27
Tabel 2.4 Parameter Random Forest	28
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	34
Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop	35
Tabel 3.3 Sensor yang digunakan pada E-Nose beserta gas target	35
Tabel 3.4 Komponen alat dan bahan penelitian	35
Tabel 3.5 Jumlah Sampel Minyak	38
Tabel 3.6 Konfigurasi Pengambilan Data	39
Tabel 3.7 Parameter Filter SavGol	40
Tabel 3.8 <i>Hyperparameter</i> Model SVM	43
Tabel 3.9 <i>Hyperparameter</i> Model Gradient Boosting	43
Tabel 3.10 <i>Hyperparameter</i> Model KNN	43
Tabel 3.11 <i>Hyperparameter</i> Model Random Forest	43
Tabel 3.12 <i>Confusion Matrix</i>	45
Tabel 3.13 Keterangan Variabel <i>Confusion Matrix</i>	46
Tabel 3.14 Hasil Klasifikasi	46
Tabel 4.1. Hasil Pelatihan SVM	61
Tabel 4.2 <i>Confusion Matrix</i> Model SVM	62
Tabel 4.3 Metrik Evaluasi Testing Model SVM	62
Tabel 4.4. Hasil Pelatihan Gradient Boosting	63
Tabel 4.5 <i>Confusion Matrix</i> Model Gradient Boosting	64
Tabel 4.6 Metrik Evaluasi Testing Model Gradient Boosting	64
Tabel 4.7. Hasil Pelatihan KNN	65
Tabel 4.8 <i>Confusion Matrix</i> Model KNN	66
Tabel 4.9 Metrik Evaluasi Testing Model KNN	66
Tabel 4.10. Hasil Pelatihan Random Forest	67
Tabel 4.11 <i>Confusion Matrix</i> Model Random Forest	68
Tabel 4.12 Metrik Evaluasi Testing Model Random Forest	68
Tabel 4.13 Perbandingan Performa Tiap Model	70
Tabel 4.14. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	73

DAFTAR SINGKATAN

E-Nose	: Electronic Nose
VOC	: Volatile Organic Compound
PCA	: Principal Component Analysis
KNN	: K-Nearest Neighbor
MI	: Mutual Information
SVM	: Support Vector Machine
AUC	: Area Under Curve
GUI	: Graphical User Interface
RBF	: Radial Basis Function
LDA	: Linear Discriminant Analysis
ADC	: Analog Digital Converter

