

**KLASIFIKASI *PROFILE ROASTING* BIJI KOPI BERDASARKAN AROMA
BERBASIS *E-NOSE* DENGAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT
ANALYSIS-SUPPORT VECTOR MACHINE (PCA-SVM)***



RAFIE IHSAN WICAKSONO

PROGRAM STUDI S1 FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

2022

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : KLASIFIKASI *PROFILE ROASTING* BIJI KOPI
BERDASARKAN AROMA BERBASIS *E-NOSE*
DENGAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT*
ANALYSIS-SUPPORT VECTOR MACHINE (PCA-SVM)

Penyusun : Rafie Ihsan Wicaksono

NIM : 081811333086

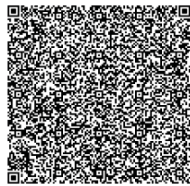
Pembimbing I : Prof. Dr. SURYANI DYAH ASTUTI, S.Si., M.Si.

Pembimbing II : Dr. SOEGianto SOELISTIONO, Ir., M.Si.

Tanggal Seminar : 08-08-2022 11:00 AM

Disetujui oleh :

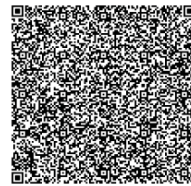
Pembimbing I



Prof. Dr. SURYANI DYAH ASTUTI, S.Si., M.Si.

NIP.196908041994122001

Pembimbing II



Dr. SOEGianto SOELISTIONO, Ir., M.Si.

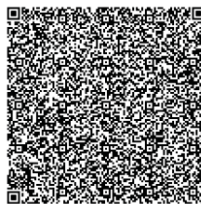
NIP.197001251993031003

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga



HERRI TRILAKSANA, M.Si., Ph.D.

NIP.197712282003121003

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang S1 FISIKA Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas
Airlangga

Oleh :

Rafie Ihsan Wicaksono

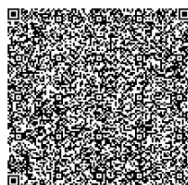
081811333086

Tanggal Lulus :

08-08-2022

Disetujui Oleh :

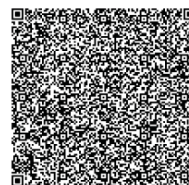
Pembimbing I



Prof. Dr. SURYANI DYAH ASTUTI, S.Si., M.Si.

NIP.196908041994122001

Pembimbing II



Dr. SOEGIANTO SOELISTIONO, Ir., M.Si.

NIP.197001251993031003

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Rafie Ihsan Wicaksono

NIM : 081811333086

Program Studi : S1 Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan Tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**KLASIFIKASI *PROFILE ROASTING* BIJI KOPI BERDASARKAN AROMA
BERBASIS *E-NOSE* DENGAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT
ANALYSIS-SUPPORT VECTOR MACHINE (PCA-SVM)***

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan Tindakan plagiasi, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Rafie Ihsan Wicaksono

081811333086

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Klasifikasi *Profile Roasting* Biji Kopi Berdasarkan Aroma Berbasis *E-Nose* Dengan Metode *Principal Component Analysis-Support Vector Machine* (PCA-SVM)”. Sholawat dan salam tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarga serta seluruh sahabatnya. Skripsi ini disusun demi memenuhi syarat untuk mengambil mata kuliah skripsi. Dalam penulisan skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I skripsi.
2. Bapak Dr. Soegianto Soelistiono, Ir., M.Si. selaku dosen pembimbing II skripsi.
3. Bapak Herri Trilaksana, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
4. Seluruh dosen Fisika Universitas Airlangga yang sudah membimbing dan mengajari selama perkuliahan.
5. Keluarga penulis yang memberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan proposal skripsi.
6. Seluruh teman serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka atas kritik dan saran positif bagi Bapak/Ibu sekalian. Dan penulis berharap supaya skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan Bapak/Ibu sekalian. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, 18 Agustus 2022

Penulis,

Rafie Ihsan Wicaksono

081811333086

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang berjudul *Klasifikasi Profile Roasting Biji Kopi Berdasarkan Aroma Berbasis E-Nose Dengan Metode Principal Component Analysis-Support Vector Machine PCA-SVM*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Electronic Nose (E-Nose)* dalam mendeteksi variasi aroma *profile roasting* kopi dengan berbagai temperatur, untuk mengetahui kemampuan PCA dalam mengekstraksi fitur dari nilai tegangan sensor pada berbagai temperatur *roasting* biji kopi, dan untuk mengetahui kemampuan SVM dalam mengklasifikasi bau dari *roasting* biji kopi pada berbagai temperatur. Hasil sensitivitas tiap sensor gas TGS menunjukkan bahwa *E-Nose* dengan 6 sensor TGS 2600, TGS 2602, TGS 2611, TGS 2612, TGS 2620, TGS 826 dapat mendeteksi aroma variasi *profile roasting* biji kopi. Hasil analisis komputasi dengan metode PCA mampu mengekstraksi fitur menjadi 2 variabel data yang awalnya memiliki 6 variabel data. Nilai variasi kumulatif didapat sebesar 96 % dengan rincian 82,7 % untuk *Principal Component* 1 dan 13,3 % untuk *Principal Component* 2. Sementara, hasil analisis komputasi dengan metode SVM dapat mengklasifikasi variasi sampel dengan tingkat akurasi dari metode SVM didapat sebesar 70,1 %.

Kata Kunci : *E-Nose*, *roasting* biji kopi, sensor gas TGS.

ABSTRACT

A research entitled Classification of Coffee Bean Roasting Profile Based on Odor Based on E-Nose with Principal Component Analysis-Support Vector Machine (PCA-SVM) has been carried out. This study aims to determine the ability of the Electronic Nose (E-Nose) in detecting variations in the coffee roasting aroma profile with various temperatures, to determine the ability of PCA in extracting features from sensor voltage values at various roasting temperatures of coffee beans, and to determine the ability of SVM in classifying odors of roasting coffee beans at various temperatures. The sensitivity results of each TGS gas sensor show that the E-Nose with 6 sensors TGS 2600, TGS 2602, TGS 2611, TGS 2612, TGS 2620, TGS 826 can detect the aroma of coffee bean roasting profile variations. The results of the computational analysis using the PCA method were able to extract features into 2 data variables which initially had 6 data variables. The cumulative variation value obtained is 96% with details of 82,7% for Principal Component 1 and 13,3% for Principal Component 2. Meanwhile, the results of computational analysis using the SVM method can classify sample variations with an accuracy rate of 70,1 % from the SVM method.

Keywords : E-Nose, Coffee Bean Roasting, TGS gas sensor.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	17
1.3 Tujuan Penelitian.....	17
1.4 Batasan Masalah.....	17
1.5 Manfaat Penelitian.....	18
BAB II.....	19
2.1 <i>Electronic Nose (E-Nose)</i>	19
2.2 Bau (Odor).....	21
2.3 Larik Sensor Gas	22
2.3.1 Sensor Gas TGS	22
2.3.2 Prinsip Kerja Sensor Gas TGS	23
2.3.3 Karakteristik Sensor Gas TGS	25
2.4 Sistem Instrumentasi	26
2.4.1 Arduino Uno	28
2.5 Analisis Komputasi	27
2.5.1 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	29
2.5.2 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	33
2.6 Kopi	35

2.6.1	Kandungan Kimia Kopi	36
2.6.2	Jenis-jenis Kopi.....	38
2.6.3	Kopi Robusta.....	38
2.6.4	Kopi Arabika.....	39
2.7	Penyangraian (<i>Roasting</i>)	39
2.7.1	Light Roast (Coklat Muda)	40
2.7.2	Medium Roast (Setengah Gelap)	40
2.7.3	Dark Roast (Gelap)	40
2.8	Pengaruh <i>Roasting</i> terhadap Biji Kopi	41
2.8.1	Kafein.....	41
BAB III		42
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	42
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	42
3.3	Rancangan Penelitian	42
3.4	Variabel Penelitian	44
3.5	Definisi Operasional Variabel	44
3.6	Prosedur Penelitian.....	45
3.7	Tahapan Penelitian	46
3.7.1	Tahapan Persiapan Sampel	46
3.7.2	Tahap Persiapan Alat	46
3.7.3	Uji Respon Sensor.....	46
3.7.4	Uji Validitas Data.....	47
3.7.5	Uji Validitas Model.....	47
3.7.6	Pengambilan Data Uji	47
3.7.7	Analisis Data	47
BAB IV		49
4.1	Hasil Penelitian.....	49
4.1.1	Hasil <i>Roasting</i> Biji Kopi	469
4.1.2	Hasil Periode <i>Pre-Heating</i> Sensor	52
4.1.3	Hasil Respon Sensor <i>Electronic Nose</i> terhadap Sampel	53
4.1.4	Hasil Sensitivitas Sensor Gas TGS	56

4.1.5	Hasil Validasi Sensor	59
4.1.6	Hasil <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	61
4.1.7	Hasil <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	62
4.2	Pembahasan	63
BAB V		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Senyawa Volatil dan Cita Rasa dalam Kopi Sangrai

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Biji Kopi Arabika dan Robusta (% bobot kering)

Tabel 4.1 Uji Organoleptik

Tabel 4.2 Hasil Uji Repitabilitas Tiap Sensor Gas TGS

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan *Eigenvalue*

Tabel 4.4 Penelitian Terkait *Electronic Nose*

Tabel 4.5 Akurasi Klasifikasi SVM Pada Variasi Sampel *Roasting* Biji Kopi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok *E-Nose*

Gambar 2.2 Perangkat *E-Nose* Meniru Sistem Penciuman Manusia

Gambar 2.3 Struktur Sensor Gas TGS

Gambar 2.4 Elemen Sensing Sensor Gas TGS

Gambar 2.5 Sirkuit Pengukuran Dasar Sensor TGS

Gambar 2.6 Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2620

Gambar 2.7 Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2611

Gambar 2.8 Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2602

Gambar 2.9 Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2600

Gambar 2.10 Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2612

Gambar 2.11 Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas TGS 826

Gambar 2.12 Papan Mikrokontroler Arduino Uno

Gambar 2.13 Hasil Transformasi PCA

Gambar 2.14 *Hyperplane* yang Memisahkan Kedua *Class* Positif dan Negatif

Gambar 3.1 Rancangan Desain Penelitian

Gambar 3.2 Diagram Prosedur Penelitian

Gambar 4.1 Grafik *Pre-Heating* Sensor

Gambar 4.2 Grafik Respon Larik Sensor Gas terhadap Variasi Suhu 185°C

Gambar 4.3 Grafik Respon Larik Sensor Gas terhadap Variasi Suhu 195°C

Gambar 4.4 Grafik Respon Larik Sensor Gas terhadap Variasi Suhu 205°C

Gambar 4.5 Grafik Respon Larik Sensor Gas terhadap Variasi Suhu 215°C

Gambar 4.6 Grafik Respon Larik Sensor Gas terhadap Variasi Suhu 225°C

Gambar 4.7 Grafik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2600

Gambar 4.8 Grafik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2602

Gambar 4.9 Grafik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2611

Gambar 4.10 Grafik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2620

Gambar 4.11 Grafik Sensitivitas Sensor Gas TGS 2612

Gambar 4.12 Grafik Sensitivitas Sensor Gas TGS 826

Gambar 4.13 Grafik *Score Plot* PCA

Gambar 4.14 Confusion Matrix SVM

Gambar 4.15 Ilustrasi Mekanisme Penelitian