

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**KLASIFIKASI JENIS MADU BERBASIS E-NOSE
MENGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)**

SKRIPSI



TANIA MEI AGUSTIN

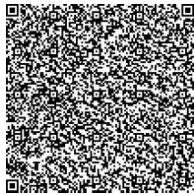
**PROGRAM STUDI S1 FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : KLASIFIKASI JENIS MADU BERBASIS E-NOSE MENGGUNAKAN
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)
Penyusun : Tania Mei Agustin
NIM : 081811333028
Nama Pembimbing I : Dr SOEGianto SOELISTIONO Ir., M.Si.
Nama Pembimbing II : OSMALINA NUR RAHMA S.T., M.Si.
Tanggal Seminar : 23-08-2022 1:00 PM

Disetujui Oleh:

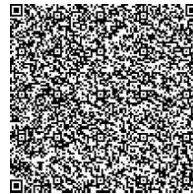
Pembimbing 1



Dr SOEGianto SOELISTIONO Ir., M.Si.

NIP. 197001251993031003

Pembimbing 2



OSMALINA NUR RAHMA S.T., M.Si.

NIP. 199109302019032018

Mengetahui,
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



HERRI TRILAKSANA S.Si., 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:

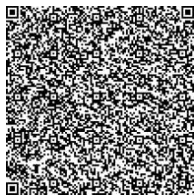
Tania Mei Agustin

081811333028

Tanggal Lulus:
23-08-2022

Disetujui Oleh:

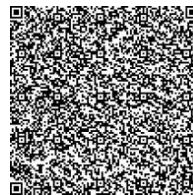
Pembimbing 1



Dr SOEGIANTO SOELISTIONO Ir., M.Si.

NIP. 197001251993031003

Pembimbing 2



OSMALINA NUR RAHMA S.T., M.Si.

NIP. 199109302019032018

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Tania Mei Agustin

NIM 081811333028

Program Studi : S-1 Fisika

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

**Klasifikasi Jenis Madu Berbasis E-Nose
Menggunakan Principal Component Analysis (PCA)**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 15 Agustus 2022

Penyusun



Tania Mei Agustin
081811333028

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan untuk Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Klasifikasi Jenis Madu Berbasis E-Nose Menggunakan Principal Component Analysis (PCA)”** dapat menyelesaikan pengerjaan proposal skripsi dengan baik dan lancar.

Penyusunan ini mempunyai tujuan untuk dapat memenuhi syarat mata kuliah “Skripsi” dan juga merupakan sebuah langkah sebelum mengerjakan skripsi sebagai salah satu syarat kelulusan di program studi S-1 Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Dalam keberhasilan penulisan dan penyusunan skripsi ini penulis menyadari banyak sekali pihak yang membantu baik berupa bimbingan, arahan maupun bantuan. Oleh karena itu penulis dengan segenap rasa hormat dan kerendahan hati mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan juga membantu baik secara langsung maupun tidak langsung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis berikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan, rahmat dan karunia-Nya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, Bapak Mohamad Toha, Ibu Saemah Dwi Cahyani, saudara kandung serta keluarga besar penulis yang selalu mendoakan, memberi semangat dan mendukung dalam setiap kondisi.
3. Herri Trilaksana, S.Si, M. Si. Ph.D. selaku ketua departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
4. Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si. selaku dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu dan dukungan kepada kami.
5. Osmalina Nur Rahma, S. T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi masukan dan arahan kepada kami.

6. Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti M.Si. selaku pemilik project E-Nose yang telah banyak memberikan ilmu dan nasehat moral kepada kami.
7. Bapak Drs. Pujiyanto, M.S. selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberi arahan dan motivasi.
8. Kepada teman-teman saya diantaranya Ika Pibria, Herlina Anwar, Erinka Nur, Alvina dan seluruh rekan Fisika angkatan 2018, serta kakak-kakak tingkat atas segala bentuk *support* yang sangat luar dan juga pengalaman yang luar biasa pada penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari banyak memiliki kekurangan, sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat umum, maupun secara khusus kalangan mahasiswa Fisika.

Surabaya, 15 Agustus 2022
Penulis,



Tania Mei Agustin
081811333028

Tania Mei Agustin. 2022. **Klasifikasi Jenis Madu Berbasis *E-Nose* Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA)**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si. dan Osmalina Nur Rahma, S. T., M.Sc. Program Studi Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Masyarakat saat ini lebih tertarik untuk mengonsumsi obat-obatan atau produk-produk herbal. Produk herbal ini memiliki banyak sekali jenis, salah satu produk herbal yang sering dikonsumsi oleh masyarakat yaitu madu. Madu memiliki beberapa macam atau tipe, dimana tipe ini bergantung pada bunga vegetatif secara alami yang berbunga pada waktu yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi terhadap Jenis madu kelengkeng, madu rambutan dan juga madu randu dengan variasi volume yaitu 10 ml dan 20 ml. Untuk alat yang digunakan yaitu berupa alat E-Nose dengan 6 sensor yaitu TGS2600, TGS826, TGS2611, TGS2620, TGS2612, TGS2602. Sedangkan untuk analisa digunakan metode *Principle Component Analysis* (PCA) untuk mengklasifikasikan setiap jenismadu. Dari hasil output yang dikeluarkan oleh setiap sensor, dibuktikan bahwa E- Nose ini mampu membedakan karakteristik dari setiap jenis madu. Dari analisa menggunakan PCA dapat membedakan jenis madu dari hasil tegangan keluaran dari setiap sensor yang dapat ditunjukkan pada grafik *scatter plot* dari analisis tersebut. *E-Nose* mampu membedakan jenis madu berdasarkan karakteristik yang dapat dilihat ketika pengklasifikasian dengan menggunakan tambahan metode *XGBoost* sehingga didapatkan nilai *accuracy* 86% dan juga metode *XGBoost* non PCA didapatkan nilai *accuracy* 93% menunjukkan bahwa sistem dapat memisahkan dengan sangat baik dari setiap jenis sampel.

Kata kunci :*Madu, Sensor larik gas, E-Nose, PCA, XGBoost.*

Tania Mei Agustin. 2022. **Klasifikasi Jenis Madu Berbasis *E-Nose* Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA)**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si. dan Osmalina Nur Rahma, S. T., M.Sc. Program Studi Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRACT

Today's society is more interested in consuming medicines or herbal products. This herbal product has many types, one of the herbal products that is often consumed by the public is honey. Honey has several types or types, where this type depends on naturally vegetative flowers that flower at different times. In this study, classification of types of longan honey, rambutan honey and randu honey was carried out with volume variations of 10 ml and 20 ml. The tool used is an E-Nose with 6 sensors, namely TGS2600, TGS826, TGS2611, TGS2620, TGS2612, TGS2602. As for the analysis used machine learning that is Principle Component Analysis (PCA) to classify each type of honey. From the analysis using PCA can distinguish the type of honey from the output voltage of each sensor which can be shown in the scatter plot graph of the analysis. E-Nose is able to distinguish types of honey based on the characteristics that can be seen when classifying by using the additional XGBoost method so that an 86% accuracy value is obtained and also the XGBoost non PCA method obtained an accuracy value of 93% indicating that the system can separate very well from each type of sample.

Kata kunci : *Honey, Gas array sensor, E-Nose, PCA, XGBoost.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Masalah.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1. Manfaat Teoritis	5
1.4.2. Manfaat Praktis.....	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Madu	6
2.1.1. Definisi Madu	6
2.1.2. Manfaat Madu	7
2.1.3. Proses Pembuatan Madu.....	8
2.1.4. Komposisi Madu.....	9
2.1.5. Jenis-jenis Madu	12
2.1.6. Jenis-Jenis madu yang digunakan	12
2.2 Sensor Larik Gas.....	14
2.2.1. Pengertian dan Fungsi Sensor Larik Gas.....	14
2.2.2. Prinsip Kerja Sensor Larik Gas	15
2.2.3. Jenis-jenis Sensor	18
2.3 E-Nose.....	20
2.4 PCA.....	23

2.4.1.	Definisi PCA.....	23
2.4.2.	Langkah-Langkah Membuat PCA.....	24
2.5	XGBoost	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.2	Alat dan Bahan.....	29
3.2.1.	Alat Penelitian	29
3.2.2.	Bahan Penelitian	29
3.3	Variabel Penelitian.....	29
3.4	Definisi Operasional Variabel.....	29
3.5	Prosedur Penelitian	30
3.6	Tahapan Penelitian.....	31
3.6.1.	Tahap Persiapan.....	31
3.6.2.	Pengujian Sampel	32
3.6.3.	Validasi Sensor	33
3.6.4.	Pengolahan Data Menggunakan PCA	33
3.6.5.	Klasifikasi Menggunakan XGBoost.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Persiapan Sampel.....	41
4.2	Pengujian Sampel	43
4.3	Hasil Validasi Sensor Terhadap Sampel.....	46
4.4	Hasil Principle Component Analysis (PCA)	47
4.5	Klasifikasi dengan XGBoost	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Organ Belalai yang Digunakan untuk Menghisap Nektar	9
Gambar 2.2	Susunan Fruktosa	10
Gambar 2.3	Susunan Glukosa	10
Gambar 2.4	Susunan Sukrosa	11
Gambar 2.5	Susunan Prolin.....	11
Gambar 2.6	Gambar Penyerapan O ₂ oleh Sensor Gas	16
Gambar 2.7	Susunan Bagian Sensor Gas.....	17
Gambar 2.8	Gambar penghalang saat gas terduksi bereaksi.....	18
Gambar 2.9	(a) Gambaran Model Pita Energi saat Oksigen Terserap di Lapisan.... Logam Oksida. (b) Gambaran Model Pita Energi saat Gas Reduksi Terserap di Lapisan Logam Oksida	19
Gambar 2.10	Ilustrasi Sistem Penciuman <i>E-Nose</i> terhadap Penciuman Manusia	22
Gambar 2.11	Ilustrasi untuk susunan diagram E-Nose	23
Gambar 2.12	Gambaran Contoh Transformasi data PCA.....	25
Gambar 2.13	Ilustrasi Langkah-Langkah <i>Principal Component Analysis</i>	26
Gambar 2.14	Struktur pada XG Boost.....	28
Gambar 3.1	Diagram Prosedur Penelitian.....	29
Gambar 3.2	Proses Preheating Sensor	30
Gambar 3.3	Ilustrasi Grafik Hasil Tegangan Uji Respon Sensor	31
Gambar 3.4	Ilustrasi Proses Pengambilan Hasil Sensing.....	32
Gambar 3.5	Ilustrasi Respon Sensor Terhadap Sampel	32
Gambar 3.6	Algoritma pada PCA	34
Gambar 3.7	Algoritma pada XGBoost.....	38
Gambar 4.1	Sampel Madu Kelengkeng 10 ml.....	39
Gambar 4.2	Sampel Madu Kelengkeng 20 ml.....	39
Gambar 4.3	Sampel Madu Rambutan 10 ml.....	40
Gambar 4.4	Sampel Madu Rambutan 20 ml.....	40
Gambar 4.5	Sampel Madu Randu 10 ml.....	40
Gambar 4.6	Sampel Madu Randu 20 ml.....	40

Gambar 4.7	Proses Pre-heating sensor.....	43
Gambar 4.8	Mekanisme Sistem Sensor E-Nose	44
Gambar 4.9	Grafik Tampilan PC1 dan PC2 pada PCA	49
Gambar 4.10	Hasil matriks XGBoost untuk 6 dimensi menggunakan PCA	50
Gambar 4.11	Hasil klasifikasi dengan menggunakan XGBoost menggunakan PCA.	51
Gambar 4.12	Hasil matriks XGBoost untuk 6 dimensi non PCA.....	52
Gambar 4.13	Hasil klasifikasi dengan menggunakan XGBoost non PCA	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan dalam Madu.....	12
Tabel 2.2	Jenis-Jenis Sensor	19
Tabel 3.1	Perhitungan Nilai PC	36
Tabel 3.2	Fungsi dari Parameter	37
Tabel 3.3	Nilai Prediksi	39
Tabel 4.1	Hasil Uji Ripitabilitas pada Sensor.....	47
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan dari Setiap Sensor.....	48