

**SKRIPSI**

**DETEKSI KANDUNGAN *PORCINE* PADA MINYAK GORENG  
BERBASIS *ELECTRONIC NOSE (E-NOSE)* MENGGUNAKAN  
*PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)***



**WIDIYA RINDU NINGTIYAS**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA  
DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2022**

**DETEKSI KANDUNGAN *PORCINE* PADA MINYAK GORENG  
BERBASIS *ELECTRONIC NOSE (E-NOSE)* MENGGUNAKAN  
*PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)***

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**WIDIYA RINDU NINGTIYAS**

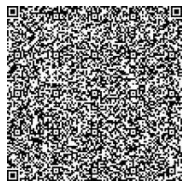
**081811333009**

Tanggal Lulus:

01-09-2022

Disetujui oleh:

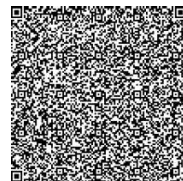
Pembimbing I,



**Winarno, S.Si., M.T.**

**NIP. 198109122015041001**

Pembimbing II,



**Dr. Sri Sumarsih, Dra., M.Si.**

**NIP. 196001101988102001**

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

Judul : Deteksi Kandungan *Porcine* Pada Minyak Goreng Berbasis  
*Electronic Nose (E-Nose)* Menggunakan *Principal  
Component Analysis (PCA)*

Penyusun : WIDIYA RINDU NINGTIYAS

NIM : 081811333009

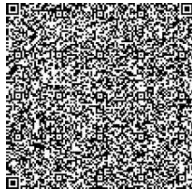
Pembimbing I : WINARNO, S.Si., M.T.

Pembimbing II : Dr. SRI SUMARSIH, Dra. M.Si.

Tanggal Seminar : 01-09-2022 9:00 AM

Disetujui oleh,

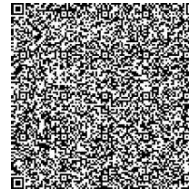
Dosen Pembimbing I



**Winarno, S.Si., M.T.**

**NIP. 198109122015041001**

Dosen Pembimbing II

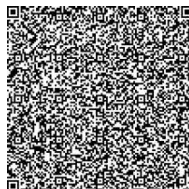


**Dr. Sri Sumarsih, Dra., M.Si.**

**NIP. 196001101988102001**

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga



**Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.**

**NIP. 197712282003121003**

**SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Widiya Rindu Ningtiyas

NIM : 081811333009

Program Studi : S1 Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

**DETEKSI KANDUNGAN *PORCINE* PADA MINYAK GORENG  
BERBASIS *ELECTRONIC NOSE (E-NOSE)* MENGGUNAKAN *PRINCIPAL  
COMPONENT ANALYSIS (PCA)***

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, 5 September 2022

Yang membuat pernyataan,



Widiya Rindu Ningtiyas

NIM. 081811333009

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

**Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga**

**Widiya Rindu Ningtiyas, 2022, Deteksi Kandungan *Porcine* Pada Minyak Goreng Berbasis *Electronic Nose (E-Nose)* Menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)*. Skripsi ini dibawah bimbingan Winarno S.Si.,M.T. dan Dr. Sri Sumarsih, Dra. M.Si., Program Studi S1 Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.**

---

## **ABSTRAK**

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia terutama jenis minyak kelapa sawit. Karena tingginya angka penggunaan minyak kelapa sawit, beberapa produsen minyak goreng justru menambahkan lemak hewani seperti lemak babi (*porcine*) karena ketersediannya sangat banyak. Mayoritas masyarakat Indonesia beragama Islam, maka adanya pencampuran ini perlu dikaji ulang. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mendeteksi adanya kandungan *porcine* pada minyak goreng terutama minyak kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan *e-nose* yang terdiri dari 6 sensor yaitu TGS 2600, TGS 2602, TGS 2611, TGS 2620, TGS 2612, dan TGS 826. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis data keluaran *e-nose* adalah PCA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PCA mampu mendeteksi adanya *porcine* dalam minyak goreng dengan variasi kumulatif sebesar 70,8%. Untuk mendeteksi banyaknya sampel yang benar, digunakan metode *Support Vector Machine (SVM)*. Dari metode SVM dapat dideteksi bahwa dari 350 data terdapat 176 data yang terdeteksi benar dan sebanyak 174 data terdeteksi salah dengan tingkat akurasi sebesar 85,1%.

**Kata kunci :** Minyak goreng, *porcine*, *e-nose*, PCA, SVM

**Widiya Rindu Ningtiyas. 2022. Detection of *Porcine* content in *Electronic Nose (E-Nose)* based Cooking Oil using *Principal Component Analysis (PCA)*. This thesis is under guidance of Winarno S.Si., M.T and Dr. Sri Sumarsih, Dra., M.Si, Physics, Physics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.**

---

## ABSTRACT

Cooking oil is one of the basic needs of the people of Indonesia, especially the type of palm oil. Due to the high use of palm oil, some cooking oil producers add animal fats such as lard (*porcine*) because they are readily available. Most Indonesian people are Muslim, so this mixing needs to be reviewed. Therefore, this study aimed to detect the presence *porcine* in cooking oil, especially palm oil. This study uses an *e-noses* with six sensors : TGS 2600, TGS 2602, TGS 2611, TGS 2620, TGS 2612, and TGS 826. One method that can be used to analyze *e-nose* output data is PCA. The study's results showed that PCA could detect the presence of *porcine* in cooking oil with a cumulative variation of 70,8%. We use *Support Vector Machine (SVM)* to detect correct number of samples. Result show that from 350 data, 176 data were detected correctly and 174 data were detected incorrectly with an accuracy level of 85,1%.

**Keywords:** Cooking oil, *porcine*, *e-nose*, PCA, SVM

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Deteksi Kandungan *Porcine* Pada Minyak Goreng Berbasis *Electronic Nose (E-Nose)* menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)*” dapat terselesaikan dengan baik.

Melalui penulisan naskah skripsi ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi mengenai pemanfaatan *Electronic Nose* untuk mendeteksi kandungan *porcine* pada minyak goreng. Dengan begitu *E-Nose* dapat bermanfaat dan mempermudah bagi kehidupan masyarakat. Naskah skripsi ini dapat selesai atas dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
3. Ibu Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Si selaku pembina KBK Biofisika dan Fisika Medis Universitas Airlangga.
4. Bapak Winarno, S.Si, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan kepada penulis.
5. Ibu Dr. Sri Sumarsih, Dra., M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
6. Bapak Andi Hamim Zaidan, M.Si., Ph.D selaku dosen penguji I yang telah memberi saran kepada penulis.
7. Bapak Herri Trilaksana, M.Si., Ph.D selaku dosen penguji II yang telah memberi arahan kepada penulis.
8. Bapak Samian, S.Si., M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan dukungan kepada penulis.
9. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi, dukungan moral, dan kasih sayang tanpa batas kepada penulis.

10. Achmad Bahrudin yang selalu memberikan waktu dan dukungannya untuk menyelesaikan naskah ini.
11. Teman-teman penulis yaitu Ilmi, Mar'atus, dan Desy yang memberikan motivasi dukungan kepada penulis.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan penyusunan naskah skripsi.

Penulis sepenuhnya sadar bahwa dalam penyusunan naskah skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan karena tidak ada gading yang tak retak dan tidak ada manusia yang tidak mempunyai salah. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan demi penyempurnaan naskah ini. Semoga penelitian ini berguna bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 10 Agustus 2022

Penulis,

Widiya Rindu Ningtiyas

## DAFTAR ISI

|                                            |          |
|--------------------------------------------|----------|
| LEMBAR JUDUL.....                          | i        |
| LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....      | iii      |
| SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS..... | iv       |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....            | v        |
| ABSTRAK.....                               | vi       |
| ABSTRACT.....                              | vii      |
| KATA PENGANTAR .....                       | viii     |
| DAFTAR ISI.....                            | x        |
| DAFTAR SINGKATAN .....                     | xii      |
| DAFTAR TABEL .....                         | xiii     |
| DAFTAR GAMBAR.....                         | xiv      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>              | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang .....                   | 1        |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                  | 4        |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                 | 5        |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                | 5        |
| 1.5 Batasan Masalah.....                   | 5        |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>       | <b>6</b> |
| 2.1 Minyak Goreng .....                    | 6        |
| 2.2 Minyak Kelapa Sawit .....              | 10       |
| 2.3 Minyak Kelapa .....                    | 12       |
| 2.4 Minyak Jagung .....                    | 15       |
| 2.5 <i>Porcine</i> .....                   | 17       |
| 2.6 Larik Sensor Gas .....                 | 18       |
| 2.6.1 Sensor TGS.....                      | 22       |
| 2.6.2 Prinsip Kerja Sensor Gas TGS .....   | 23       |
| 2.6.3 Karakteristik Sensor Gas TGS.....    | 23       |
| 2.7 <i>Electronic Nose (E-Nose)</i> .....  | 26       |

|                                          |                                                                 |           |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.8                                      | <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> .....                 | 29        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>   |                                                                 | <b>34</b> |
| 3.1                                      | Waktu dan Tempat Penelitian .....                               | 34        |
| 3.2                                      | Alat dan Bahan Penelitian.....                                  | 34        |
| 3.3                                      | Variabel Penelitian .....                                       | 34        |
| 3.4                                      | Rancangan Penelitian .....                                      | 34        |
| 3.5                                      | Prosedur Penelitian.....                                        | 36        |
| 3.5.1                                    | Tahap Preparasi Sampel.....                                     | 37        |
| 3.5.2                                    | Tahap Pengambilan Data.....                                     | 38        |
| 3.5.3                                    | Tahap Analisis Data .....                                       | 38        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |                                                                 | <b>40</b> |
| 4.1                                      | Hasil Penelitian .....                                          | 40        |
| 4.1.1                                    | Hasil Uji Respon Sistem Sensor Larik Gas.....                   | 40        |
| 4.1.2                                    | Hasil Respon Sensor <i>Electronic Nose</i> Terhadap Sampel..... | 41        |
| 4.1.3                                    | Hasil Validasi Sensor.....                                      | 45        |
| 4.1.4                                    | Hasil <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> .....           | 46        |
| 4.1.5                                    | Hasil <i>Support Vector Machine (SVM)</i> .....                 | 48        |
| 4.2                                      | Pembahasan.....                                                 | 52        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>   |                                                                 | <b>61</b> |
| 5.1                                      | Kesimpulan .....                                                | 61        |
| 5.2                                      | Saran .....                                                     | 61        |
| DAFTAR PUSTAKA.....                      |                                                                 | 62        |
| LAMPIRAN.....                            |                                                                 | 67        |

## DAFTAR SINGKATAN

| Singkatan        | Definisi                                                     |
|------------------|--------------------------------------------------------------|
| ADC              | Analog Digital Converter                                     |
| AUC              | Area Under Curve                                             |
| BSN              | Badan Standarisasi Nasional                                  |
| CCl <sub>4</sub> | Karbon Tetraklorida                                          |
| CPO              | Crude Palm Oil                                               |
| FMIPA            | Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam                |
| FTIR             | Fourier Transform Infra Red                                  |
| ICA              | Independent Component Analysis                               |
| IJEIS            | Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation System |
| IU               | International Units                                          |
| KBK              | Kelompok Bidang Keahlian                                     |
| KOH              | Kalium Hidroksida                                            |
| LCMS             | Liquid Chromatography-Mass Spectrometer                      |
| LPG              | Liquid Petroleum Gas                                         |
| MCFA             | Medium Chain Fatty Acid                                      |
| ND               | No Detection                                                 |
| NH <sub>3</sub>  | Amonia                                                       |
| PC               | Principal Component                                          |
| PCA              | Principal Component Analysis                                 |
| PKO              | Palm Kernel Oil                                              |
| RPO              | Red Palm Oil                                                 |
| RSD              | Relative Standard Deviation                                  |
| SNI              | Standar Nasional Indonesia                                   |
| SSRN             | Social Science Research Network                              |
| SVM              | Support Vector Machine                                       |
| TGS              | Taguchi Gas Sensor                                           |
| VCO              | Virgin Coconut Oil                                           |
| VOCs             | Volatile Organic Compounds                                   |

## DAFTAR TABEL

| Tabel | Judul                                     | Halaman |
|-------|-------------------------------------------|---------|
| 2.1   | Standar Mutu Minyak Goreng                | 10      |
| 2.2   | Komposisi Asam Lemak Dalam Minyak Sawit   | 11      |
| 2.3   | Syarat Mutu Minyak Kelapa Sawit           | 12      |
| 2.4   | Komposisi Asam Lemak Dalam Minyak Kelapa  | 13      |
| 2.5   | Syarat Mutu Minyak Kelapa                 | 14      |
| 2.6   | Komposisi Asam Lemak Dalam Minyak Jagung  | 15      |
| 2.7   | Syarat Mutu Minyak Jagung                 | 16      |
| 2.8   | Komposisi Asam Lemak Dalam <i>Porcine</i> | 17      |
| 2.9   | Sensor TGS yang digunakan                 | 22      |
| 4.1   | Hasil Uji Repitabilitas Sensor            | 45      |
| 4.2   | Perhitungan Nilai PCA                     | 46      |
| 4.3   | Hasil Model SVM                           | 49      |
| 4.4   | Hasil <i>Confussion Matrix</i> dari SVM   | 50      |
| 4.5   | Penelitian terkait <i>Electronic nose</i> | 58      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Judul                                                                                     | Halaman |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1    | Linearitas pada sensor                                                                    | 19      |
| 2.2    | Tanggapan waktu pada sensor                                                               | 20      |
| 2.3    | Penyerapan O <sub>2</sub> oleh sensor Gas (Iis Setiawati, 2017)                           | 21      |
| 2.4    | Komponen sensor gas TGS                                                                   | 23      |
| 2.5    | Karakteristik sensor gas TGS 2600 (Figaro, 2019)                                          | 24      |
| 2.6    | Karakteristik sensor gas TGS 2602 (Figaro, 2019)                                          | 24      |
| 2.7    | Karakteristik sensor gas TGS 2611 (Figaro, 2019)                                          | 25      |
| 2.8    | Karakteristik sensor gas TGS 2620 (Figaro, 2019)                                          | 25      |
| 2.9    | Karakteristik sensor gas TGS 2612 (Figaro, 2019)                                          | 26      |
| 2.10   | Karakteristik sensor gas TGS 826 (Figaro, 2019)                                           | 26      |
| 2.11   | Analogi <i>Electronic Nose</i> Terhadap Sistem Penciuman Manusia (Rodriguez et al., 2016) | 27      |
| 2.12   | Diagram blok <i>Electronic nose</i> (Tan&Halim, 2012)                                     | 27      |
| 2.13   | Transformasi Matrik Eigen                                                                 | 31      |
| 2.14   | Nilai Eigen                                                                               | 32      |
| 2.15   | Visualisasi kerja PCA (Tamimi, 2019)                                                      | 33      |
| 3.1    | Proses <i>pre-heating</i> sensor                                                          | 35      |
| 3.2    | Diagram blok <i>electronic nose</i>                                                       | 36      |
| 3.3    | Prosedur Penelitian                                                                       | 37      |
| 4.1    | <i>Pre-heating</i> Sensor                                                                 | 40      |
| 4.2    | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian Minyak Sawit                          | 42      |
| 4.3    | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian Minyak Kelapa                         | 42      |
| 4.4    | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian Minyak Jagung                         | 43      |

|      |                                                                                         |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5  | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian<br><i>Porcine</i>                   | 43 |
| 4.6  | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian<br>Minyak Sawit+ <i>Porcine</i> 1%  | 43 |
| 4.7  | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian<br>Minyak Sawit+ <i>Porcine</i> 10% | 44 |
| 4.8  | Pola Grafik Radar Data <i>E-Nose</i> Pada Pengujian<br>Minyak Sawit+ <i>Porcine</i> 25% | 44 |
| 4.9  | <i>Loading</i> Plot PCA                                                                 | 47 |
| 4.10 | <i>Scatter</i> Plot PCA                                                                 | 48 |