

IR- PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**DETEKSI BORAKS PADA BAKSO BERBASIS LARIK SENSOR GAS
MENGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN)**



FAUZIAH

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

2022

IR- PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**DETEKSI BORAKS PADA BAKSO BERBASIS LARIK SENSOR GAS
MENGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN)**



FAUZIAH

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

2022

**DETEKSI BORAKS PADA BAKSO BERBASIS LARIK SENSOR GAS
MENGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN)**

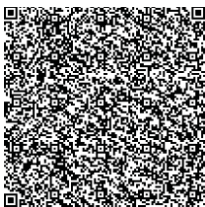
SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Fauziah
081811333039

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Si.
NIP.196908041994122001

Pembimbing II



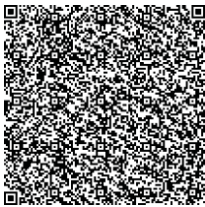
Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si.
NIP.198505192012122002

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Deteksi Boraks Pada Bakso Berbasis Larik Sensor Gas
Menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)*
Penyusun : Fauziah
NIM : 081811333039
Pembimbing I : Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Si.
Pembimbing II : Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si.
Tanggal Seminar : 31-08-2022 1:00 PM

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



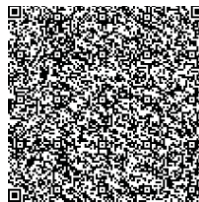
Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Si.
NIP.196908041994122001

Pembimbing II



Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si.
NIP.198505192012122002

Mengetahui,
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, M.Si., Ph.D.
NIP. 197712282003121003

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

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauziah
NIM : 081811333039
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

Deteksi Boraks Pada Bakso Berbasis Larik Sensor Gas Menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN)

Apabila dikemudian hari terbukti melakukan tindak plagiat, maka saya menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 22 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Fauziah

NIM. 081811333039

Fauziah, 2022, Deteksi Boraks pada Bakso berbasis Larik Sensor Gas dengan Menggunakan Artificial Neural Network (ANN). Skripsi ini di bawah Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Si. dan Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si., Program Studi S1 Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang klasifikasi aroma menggunakan larik sensor gas dengan variasi konsentrasi kandungan boraks pada bakso. Sampel yang digunakan terdiri dari bakso tanpa boraks, bakso dengan boraks 0,05%, 0,10%, 0,15%, 0,20% dan 0,25% ($\% \frac{m}{m}$). Larik sensor gas yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 6 sensor gas TGS dengan tahapan baseline 10 detik, sensing 120 detik dan purging 250 detik. Berdasarkan data yang diperoleh diolah menggunakan *machine learning Principal Component Analysis* (PCA) dan ANN, dimana PCA dan ANN berguna dalam pereduksian dimensi data (ekstraksi fitur) serta mengklasifikasi data. Analisis data yang telah dilakukan dibagi menjadi dua model yakni, model 1 menggunakan metode PCA saja, dan model 2 hanya menggunakan metode ANN. Dari kedua model tersebut diperoleh nilai variasi kumulatif dari analisis menggunakan PCA sebesar 90,33% dan nilai akurasi dari analisis menggunakan ANN-MLP sebesar 95%.

Kata Kunci: sensor, gas, bakso, boraks, PCA, ANN-MLP.

Fauziah, 2022, Detection of Borax in Meatballs based on Gas Sensor Arrays Using Artificial Neural Network (ANN). This thesis under guidance Prof. Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si., M.Sc. and Harsasi Setyawati, S.Si., M.Sc., Physics, Physics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Research has been done on odor classification using gas sensor arrays with variations in the concentration of borax in meatballs. The samples used consisted of meatballs without borax, meatballs with borax 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% and 0.25% ($\% \text{ }^m/m$). The gas sensor array used in this study consists of 6 TGS gas sensors with a baseline of 10 seconds, sensing 120 seconds and purging 250 seconds. Based on the data obtained, it is processed using machine learning methods i.e., Principal Component Analysis (PCA) and ANN, where PCA and ANN is useful in reducing data dimensions (feature extraction) and classification. The data analysis that has been carried out is divided into two models, model 1 only use the PCA, and model 2 using the ANN method only. From models 1, the cumulative variation value of PC is 90,33% . In addition, the accuracy values obtained from model 2 with ANN-MLP metode are 95%.

Keywords: sensor, gas, meatballs, borax, PCA, ANN-MLP.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena berkat limpahan rahmat, karunia serta hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Deteksi Boraks Pada Bakso Berbasis Larik Sensor Gas Menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)*”. Dalam proses pengerjaan skripsi ini, penyusun menyadari bahwa banyak sekali kekurangan serta banyak kritik yang membangun agar hasil skripsi ini lebih baik. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam seluruh proses 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 dosen pembimbing I yang telah memberikan ide topik dan membimbing penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing II yang sudah membimbing penulis dalam memperbaiki bahasa penulisan dan memberi berbagai masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Retna Apsari M.Si., selaku dosen wali yang senantiasa memberi arahan dan dukungan moral pada penyusun.
6. Bapak Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si., selaku dosen penguji I yang telah memberi masukan serta arahan dalam pengolahan data.
7. Ibu Dr. Riries Rulaningtyas, M.T., selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan yang sangat membangun dalam pemaparan isi naskah skripsi.
8. Seluruh dosen Fisika Universitas Airlangga yang membimbing dan mengajarkan dari awal perkuliahan hingga saat ini.
9. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, masukan, serta dukungan selama mengerjakan skripsi.

10. Seluruh teman serta kerabat yang bersedia meluangkan waktu untuk memberi berbagi ilmu serta semangat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penyusun banyak mengucapkan terimakasih dan berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan. Tiada manusia yang sempurna begitupun dengan penulisan kripsi ini, mohon maaf atas segala kekurangan. Semoga berkah Allah Subhanahu Wa Ta'ala tetap tercurahkan kepada kita semua. Amin.

Terima Kasih

Surabaya, 22 Agustus 2022

Penyusun,

Fauziah

081811333039

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Larik Sensor Gas.....	6
2.1.1 Sensor Gas.....	7
2.1.2 Sensor TGS.....	9
2.2 Bakso.....	11
2.2.1 Daging.....	12
2.2.2 Kandungan Protein Pada Daging.....	13
2.2.3 Denaturasi Protein.....	14
2.3 Bahan Pengawet.....	17
2.3.1 Boraks.....	20
2.3.1.1 Karakteristik Boraks.....	21
2.3.1.2 Kegunaan Boraks.....	22
2.3.1.3 Bahaya Boraks.....	23

2.4 <i>Principle Component Analysis</i> (PCA)	24
2.5 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	26
2.5.1 <i>Multi Layer Perceptron</i> (MLP)	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.1.1 Tempat Penelitian	30
3.1.2 Waktu Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.2.1 Alat Penelitian	31
3.2.2 Bahan Penelitian	31
3.3 Variabel Penelitian	31
3.3.1 Definisi operasional variabel	31
3.4 Rancangan Penelitian	32
3.5 Prosedur Penelitian	33
3.5.1 Tahap Penelitian	33
3.6 Prosedur Operasional	35
3.6.1 Persiapan Sampel Bakso	35
3.6.2 Uji Respon Sensor	35
3.6.3 Uji Validitas Data	35
3.6.4 Uji Validitas Model	35
3.6.5 Pengambilan data uji	35
3.7 Analisis Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Penelitian	38
4.1.1 Hasil Uji Respon Sensor Terhadap Larutan Boraks	38
4.1.2 Hasil Uji Respon Sensor Terhadap Sampel Bakso	39
4.1.3 Hasil Validasi Sensor	42
4.1.4 Hasil <i>Principal Component Analisis</i> (PCA)	43
4.1.5 Hasil <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	45
4.2 Pembahasan	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Sensor TGS yang Digunakan Pada <i>Prototype</i> Larik Sensor Gas.....	10
Tabel 2.2 Perbandingan Kandungan Protein pada Daging	13
Tabel 2.3 Bahan Tambahan Makanan yang diizinkan	19
Tabel 4.1 Hasil Uji Repitabilitas Tiap Sensor Gas TGS.....	43
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>Eigen Value</i>	44
Tabel 4.3 Model Analisis ANN-MLP.....	45
Tabel 4.4 Hasil Tes Model ANN-MLP.....	48
Tabel 4.5 Penelitian Terkait Larik Sensor Gas.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Analogi Sistem Biologis dan Larik Sensor Gas	6
Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Larik Sensor Gas	7
Gambar 2.3 Interaksi Sensor Ketika Dikenai Gas	8
Gambar 2.4 Respon Sensor Gas Dalam Interaksi dengan Gas Volatil	9
Gambar 2.5 Respon Sensor TGS dalam Mendeteksi Madu Liar pada Suhu 35°C	11
Gambar 2.6 Denaturasi Protein	14
Gambar 2.7 Struktur Kimia Boraks	22
Gambar 2.8 Plot Data PCA 2 Dimensi	25
Gambar 2.9 Jaringan Layer Tunggal (<i>Single Layer Network</i>)	27
Gambar 2.10 Jaringan Layer Jamak (<i>Multi Layer Network</i>)	28
Gambar 3.1 Diagram Rancangan Penelitian	33
Gambar 3.2 Prosedur Penelitian	34
Gambar 3.3 Sistematika Pengambilan Data	35
Gambar 4.1 Grafik Respon Sensor Terhadap Larutan Boraks	38
Gambar 4.2 Grafik <i>Preheating</i> Sensor TGS	39
Gambar 4.3 Grafik Sensing	41
Gambar 4.4 Grafik <i>Score Plot</i> PCA	44
Gambar 4.5 Model ANN-MLP dengan 7 node <i>input</i>	46
Gambar 4.6 Plot Proses <i>Training Model</i>	46
Gambar 4.7 <i>Confusion Matrix</i> ANN-MLP	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Konsentrasi Boraks

Lampiran 2. Alat dan Bahan

Lampiran 3. Listing Coding