

**PROTOTYPE PENGEMBANGAN E-NOSE UNTUK
MENDETEKSI DAN KLASTERISASI JENIS KOPI DENGAN
METODE PEMBELAJARAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
*BACKPROPAGATION***

SKRIPSI

Skripsi Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun oleh:

RINI ASTUTI

210111301008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan permasalahan ilmiah yang diteliti dan dikaji dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik pada suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dikutip secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan mengandung unsur jiplakan, saya bersedia skripsi tersebut dibatalkan dan diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 pasal 25 ayat 2 dan pasal 70) .

Depok, Agustus 2025

Mahasiswa,



Rini Astuti

210111301008

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Rini Astuti

NIM : 210111301008


Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Prototipe Pengembangan E-Nose Untuk Mendeteksi Dan
Klasterisasi Jenis Kopi Dengan Metode Pembelajaran
Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Ariep Daenul, S.Pd., M.Sc.Eng

()

Pembimbing 2 : Ariya Olivia Putri, S.ST., M.IT

()

Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

()

Ditetapkan di :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

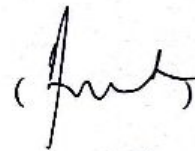
Nama : Rini Astuti
NIM : 210111301008
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototipe Pengembangan E-Nose Untuk Mendeteksi Dan
Klasterisasi Jenis Kopi Dengan Metode Pembelajaran
Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.

DEWAN PENGUJI


Penguji 1 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng



Penguji 2 : Hamzah, S.T., M.T., Ph.D



Penguji 3 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng



04/08

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Arie Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng selaku Dosen Pembimbing I Jurusan Teknik Elektro Kampus Universitas Global Jakarta pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan ini.
3. Miss Arisa Olivia Putri., S.ST.,M.IT selaku Dosen Pembimbing II Jurusan Teknik Elektro Kampus Universitas Global Jakarta pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan ini.
4. Orang tua dan keluarga saya yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi tanpa henti selama proses perkuliahan hingga selesainya penulisan skripsi ini.
5. Teman-teman angkatan 2021 Teknik Elektro Universitas Global Jakarta, yang selalu kebersamai dan memberikan bantuan, semangat, serta kebersamaan yang berharga selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 4 Agustus 2025
Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang sangat luar biasa, memberi penulis kekuatan, membekali penulis dengan ilmu pengetahuan serta memperkenalkan penulis dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang engkau berikan, sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu. Shalawat serta salam selalu tercurah limpahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Superhero dan panutan, ayahanda tercinta Rozali, Meskipun Bapak tidak menyelesaikan pendidikan hingga bangku sekolah dasar, namun ketulusan kasih sayang, kerja keras, dan doa yang Bapak panjatkan setiap hari telah menjadi kekuatan terbesar dalam hidup saya. dengan segala keterbatasan, bapak tetap menjadi guru pertama yang mengajarkan arti perjuangan dan keteguhan hati. karya ini saya persembahkan sebagai wujud cinta dan hormat terdalam kepada bapak yang menjadi alasan saya mampu menyelesaikan pendidikan ini hingga jenjang sarjana.
2. Pintu surgaku, ibunda tercinta Aini, yang selalu menjadi penyemangat penulis dan menjadi sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memeberikan motivasi yang luar biasa. Terimakasih untuk doa- doa yang selalu diberikan untuk penulis, terimakasih selalu berjuang untuk penulis, berkat doa serta dukungannya sehingga penulis bisa berada dititik ini. Sehat selalu dan Panjang umur karena ibu harus selalu ada disetiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.
3. Kepada abang saya tercinta Megi Saputra, Terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan yang telah abang berikan, baik secara moral maupun materil. terima kasih juga atas motivasi, semangat, dan keyakinan yang abang tanamkan dalam diri saya, yang menjadi dorongan kuat bagi saya untuk terus melangkah dan tidak menyerah. berkat doa dan dukungan abang, saya dapat menyelesaikan studi ini hingga meraih gelar sarjana. karya ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur dan hormat.

4. Kepada adik tercinta Jason Fetra Ramesya, Terima kasih atas semangat dan dukunganmu yang sering hadir lewat candaan dan celoteh sederhana. Meski tak selalu diucapkan dengan kata-kata formal, penulis percaya bahwa setiap perhatian dan kehadiranmu adalah bentuk kasih sayang dan motivasi yang nyata. Dukunganmu telah menjadi salah satu kekuatan yang mengiringi langkah penulis hingga menyelesaikan studi ini.
5. Terakhir, terima kasih kepada wanita sederhana yang penuh dengan impian besar, namun sering kali sulit dimengerti isi kepalanya, yaitu penulis sendiri, Rini Astuti. Anak tengah yang kini menginjak usia 22 tahun, keras kepala, penuh ambisi, namun tetap menyimpan sisi polos layaknya anak kecil. Terima kasih telah berusaha keras meyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu mampu menyelesaikan studi ini sampai akhir. Teruslah bahagia dengan dirimu sendiri, rayakan kehadiranmu sebagai berkah di mana pun kamu berada. Jangan sia-siakan setiap langkah, keringat, dan doa yang telah kamu panjatkan. Yakinlah bahwa Allah telah menyiapkan porsi terbaik dalam hidupmu. Semoga setiap langkahmu selalu dalam lindungan dan ridha-Nya. Aamiin.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

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

Nama : Rini Astuti
NIM : 210111301008
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Prototipe Pengembangan E-Nose Untuk Mendeteksi Dan Klasterisasi Jenis Kopi Dengan Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan
Backpropagation

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 04 Agustus 2025

Yang menyatakan



Rini Astuti

210111301008

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia dengan berbagai jenis, seperti Arabika, Robusta, dan Liberika, yang memiliki karakteristik aroma yang serupa sehingga sulit dibedakan secara manual. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem otomatis berbasis teknologi untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis kopi berdasarkan aroma. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem *Electronic Nose* (E-Nose) berbasis sensor gas dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan algoritma *Backpropagation*. Sistem ini menggunakan lima sensor gas (MQ-7, MQ-136, MQ-137, MQ-138, dan TGS-822) yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 dan mengirimkan data aroma secara *real-time* ke *Firebase*. Data diperoleh dari tiga jenis kopi, yaitu Arabika Aceh Gayo, Robusta Bali, dan Liberika Jambi. Setelah melalui proses pelatihan dan pengujian, performa model dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi sebesar 86,7%, dengan performa klasifikasi terbaik pada kelas Arabika Aceh Gayo (presisi 90,9%, *recall* 100%, dan *F1-score* 95,3%). Sementara itu, kelas Robusta Bali memperoleh *F1-score* sebesar 82,4%, dan Liberika Jambi sebesar 81,8%. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem berbasis JST mampu mengklasifikasikan jenis kopi secara cukup akurat berdasarkan data sensor, serta berpotensi menjadi solusi alternatif dalam proses identifikasi kopi secara otomatis dan objektif.

Kata kunci: E-Nose, Klasifikasi Kopi, Jaringan Syaraf Tiruan, *Backpropagation*, Sensor Gas, MSE, ESP32

ABSTRACT

Coffee is one of Indonesia's leading commodities, with various types such as Arabica, Robusta, and Liberica, each possessing similar aromatic characteristics that make them difficult to distinguish manually. Therefore, a technology-based automatic system is needed to detect and classify coffee types based on aroma. This study aims to design and develop a prototype of an Electronic Nose (E-Nose) system using gas sensors and an Artificial Neural Network (ANN) with the Backpropagation algorithm. The system employs five gas sensors (MQ-7, MQ-136, MQ-137, MQ-138, and TGS-822) connected to an ESP32 microcontroller, which transmits aroma data in real-time to Firebase. The data were collected from three types of coffee: Arabica Aceh Gayo, Robusta Bali, and Liberica Jambi. After training and testing, the model's performance was evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The evaluation results showed that the model achieved an accuracy of 86.7%, with the best classification performance for the Arabica Aceh Gayo class (precision of 90.9%, recall of 100%, and F1-score of 95.3%). Meanwhile, the Robusta Bali class achieved an F1-score of 82.4%, and Liberica Jambi achieved 81.8%. These findings indicate that the ANN-based system can classify coffee types with a relatively high degree of accuracy based on sensor data and has the potential to serve as an alternative solution for automatic and objective coffee identification.

Keywords: E-Nose, Coffee Classification, Artificial Neural Network, Backpropagation, Gas Sensors, MSE, ESP32

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
Motto	viii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	ix
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang.....	1
1. 2 Rumusan Masalah.....	4
1. 3 Tujuan Penelitian	4
1. 4 Manfaat Penelitian	5
1. 5 Batasan Masalah	5
1. 6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2. 1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Jenis-Jenis Kopi	9
2.3 Jaringan syaraf tiruan (JST).....	12
2.3.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	13
2.3.2 Perancangan Proses Algoritma <i>Backpropagation</i>	14
2.4 <i>Electronic Nose</i>	16
2.4.1 <i>Input</i>	17

2.4.2 Sensor Gas	17
2.4.3 Sensor yang digunakan	17
2.4.4 Proses	20
2.4.5 <i>Output</i>	22
2.5 Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Diagram Alir Penelitian	33
3.2 Lokasi dan Obyek Penelitian	34
3.2.1 Lokasi Penelitian.....	34
3.2.2 Obyek Penelitian.....	35
3.3 Metode Pengembangan.....	35
3.3.1 Identifikasi Masalah.....	35
3.3.2 Studi Literatur	35
3.3.3 Perumusan Tujuan dan Spesifikasi	35
3.3.4 Perancangan Sistem	36
3.3.5 Bahan-Bahan Penelitian.....	38
3.4 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Sistem	41
3.5 Variabel yang diteliti	44
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.7 Pengujian dan Validasi	45
3.7.1 Konversi Nilai Analog ke PPM	45
3.7.2 Pengambilan Data <i>Training</i> dari Tiga Jenis Kopi	45
3.7.3 Pengambilan Data <i>testing</i> untuk Pelatihan JST	46
3.7.4 Pelatihan Model dengan JST <i>Backpropagation</i>	46
3.7.5 Validasi Hasil Klasifikasi	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Perancangan Prototype	47

4.1.1 Perancangan Hardware	47
4.1.2 Perancangan <i>Software</i>	49
4.2 Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	50
4.2.1 Arsitektur Jaringan.....	51
4.2.2 Pengumpulan dan Persiapan Data.....	53
4.2.3 Pelatihan JST Backpropagation.....	60
4.2.4 Grafik Konvergensi dan Optimasi MSE.....	68
4.3 Evaluasi Kinerja Model	70
BAB V	74
PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	79

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Kopi merupakan komoditas perkebunan bernilai ekonomi tinggi yang telah lama dibudidayakan, dengan produksi global mencapai 170 juta kantong per 60 kg pada 2022/2023. Indonesia menjadi produsen kopi terbesar ketiga dunia dengan total produksi 11,85 juta kantong, terdiri atas 1,3 juta kantong kopi arabika dan 10,5 juta kantong kopi robusta. Berdasarkan Statistik Indonesia 2023 dari BPS, produksi kopi nasional pada 2022 mencapai 794,8 ribu ton, meningkat 1,1% dari tahun sebelumnya, dengan puncak produksi terjadi pada 2021 sebesar 786,2 ribu ton. Dalam lima tahun terakhir, produksi kopi menunjukkan tren meningkat, meski sempat terendah pada 2017 dengan 716,1 ribu ton. Di tingkat global, konsumsi kopi didominasi oleh arabika (70%), sementara robusta menyumbang 26% (Sembiring, Anita C & Tampubolon, J & Purnasari, 2023).

Indonesia dikenal memiliki berbagai jenis kopi unggulan seperti Arabika, Robusta, dan Liberika yang masing-masing memiliki cita rasa dan aroma khas. Namun, perbedaan aroma antar jenis kopi tersebut sering kali sulit dikenali secara manual karena kemiripan karakteristik aromanya (Wakhid et al., 2020). Hal ini menyebabkan proses klasifikasi kopi menjadi kurang akurat, lambat, dan tidak konsisten, terutama jika hanya mengandalkan indra penciuman manusia yang bersifat subjektif dan rentan terhadap kelelahan atau bias. Selain itu, maraknya praktik pemalsuan kopi di pasaran, seperti pencampuran biji kopi dengan bahan lain seperti sekam, jagung, atau kedelai, turut memperparah permasalahan dalam menjaga kualitas dan keaslian kopi. Perbedaan aroma akibat pemalsuan ini sering kali tidak dapat dideteksi secara visual maupun manual, sehingga diperlukan sebuah sistem deteksi yang bersifat otomatis, objektif, dan presisi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, saat ini telah dikembangkan inovasi berupa *Electronic Nose* (E-Nose), yaitu sistem berbasis sensor gas yang mampu meniru kemampuan penciuman manusia dalam mendeteksi aroma secara objektif dan otomatis. E-Nose memanfaatkan beberapa jenis sensor gas, seperti MQ-7, MQ-136, MQ-137, MQ-138, dan TGS-822, yang masing-masing mampu mendeteksi

senyawa volatil (*volatile organic compounds/VOCs*) yang terkandung dalam aroma kopi. Dengan bantuan kecerdasan buatan seperti Jaringan Syaraf Tiruan (JST), sistem ini dapat menganalisis data sensor untuk mengklasifikasikan jenis kopi secara lebih cepat, akurat, dan konsisten. Inovasi ini menjadi solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam proses deteksi jenis kopi (Novita et al., 2021).

Dari penelitian sebelumnya (Novita et al., 2021) telah membuat dan mengembangkan *electronic nose* untuk identifikasi jenis kopi biji. Sistem yang dikembangkan adalah *Electronic Nose (E-Nose)* dengan empat sensor gas, yaitu sensor TGS826, MQ136, TGS813, dan TGS2602. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma *Backpropagation*. Berdasarkan hasil analisis data, integrasi data yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa klasifikasi jenis kopi menggunakan sensor *E-Nose* dengan metode Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* berhasil mengidentifikasi lima jenis kopi dengan persentase keberhasilan sebagai berikut: kopi natural robusta Lampung 100%, kopi natural robusta 100%, kopi robusta *semi-wash* 72%, kopi arabika natural 100%, dan kopi arabika *full-wash* 100%. Berdasarkan saran dari penelitian sebelumnya, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan guna mengidentifikasi jenis kopi menggunakan sensor lain yang lebih peka terhadap kandungan gas yang dihasilkan oleh biji kopi, sehingga dapat diperoleh perbandingan nilai prediksi JST dengan sensor yang berbeda.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Wakhid et al., 2020) berhasil merancang dan mengembangkan “Deteksi dan Klasifikasi Kopi Luwak dan Non-Luwak Indonesia Berdasarkan Analisis Statistik Komparatif Menggunakan *E-Nose*”. Sistem yang dikembangkan adalah *Electronic Nose (E-Nose)* yang dilengkapi dengan lima sensor gas, yaitu lima sensor (MQ-135, MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-7). Penelitian ini berfokus pada peningkatan akurasi klasifikasi aroma kopi luwak dan *non-luwak* menggunakan perangkat *E-Nose*. Hal ini bertujuan untuk membantu mendeteksi pemalsuan kopi luwak, yang sering dicampur dengan kopi *non-luwak*, dengan menggunakan kombinasi metode klasifikasi dan parameter statistik yang optimal. metode klasifikasi yang digunakan: *Logistic Regression*, *Support Vector Machine (SVM)*, *Decision Tree Classifier (DTC)*, dan *Naïve Bayes*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Untuk klasifikasi 2 kelas, metode *Logistic Regression*, *SVM*, *Naïve Bayes*, dan *DTC* menghasilkan akurasi hingga 100%, Untuk klasifikasi 6 kelas, metode *Decision Tree* menghasilkan akurasi tertinggi (97%), sedangkan *SVM* dan *Naïve Bayes* menghasilkan akurasi terendah (87%).

Selanjutnya penelitian (Sumanto et al., 2022) telah mengembangkan seleksi fitur untuk meningkatkan performa kinerja sistem *Electronic Nose* (E-Nose) dalam klasifikasi aroma kopi Gayo. Sistem yang dirancang menggunakan enam sensor gas, yaitu MQ-3, MQ-9, MQ-135, TGS-822, TGS-2600, dan TGS-2611. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Support Vector Machine* (SVM), yang mengklasifikasikan data berdasarkan jumlah galat *Sum of Absolute Errors* (SAE) guna memperoleh kombinasi fitur terbaik untuk mengoptimalkan kinerja sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan lima fitur terbaik berhasil mencapai nilai akurasi, presisi, dan sensitivitas sebesar 93,33%. Sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, metode ini disarankan untuk diterapkan secara lebih luas pada klasifikasi objek dengan jumlah kelas yang lebih banyak serta menambahkan variasi fitur lain dalam penggunaan sistem E-Nose.

Kopi Arabika, Robusta, dan Liberika memiliki cita rasa dan aroma khas yang membedakan satu sama lain. Tiga jenis kopi utama—Arabika, Robusta, dan Liberika—memiliki profil aroma khas yang membedakan satu sama lain. Arabika memiliki aroma floral dan fruity seperti beri serta citrus, dengan rasa asam yang halus. Robusta menonjol dengan aroma earthy yang kuat dan rasa pahit dominan, sementara Liberika dikenal dengan aroma unik seperti buah nangka, fermentasi, dan kayu manis. Aroma-aroma ini berasal dari senyawa volatil seperti karbon monoksida (CO), hidrogen sulfida (H₂S), amonia (NH₃), alkohol, dan senyawa organik volatil (VOC) lainnya yang terbentuk selama proses fermentasi dan pemanggangan. Untuk mendeteksi perbedaan aroma tersebut, digunakan lima sensor gas: MQ-7 untuk CO yang banyak muncul pada aroma roasted Robusta (Desty, 2021), MQ-136 untuk H₂S yang berkaitan dengan aroma fermentasi khas Liberika (hanwei electronics, n.d.), MQ-137 untuk amonia dari proses fermentasi Arabika dan Liberika (Adhwa Alifia Putri et al., 2023), MQ-138 untuk mendeteksi senyawa alkohol dan ester pada aroma fruity Arabika (Winsen, 2015), serta TGS-

822 untuk mendeteksi alkohol dan VOC secara umum yang membantu mengidentifikasi profil aroma masing-masing kopi (Figaro, n.d.).

Penelitian tentang pengembangan *Electronic Nose* (E-Nose) untuk mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi masih memiliki peluang besar untuk dikembangkan. Dalam penelitian berjudul "**Prototipe Pengembangan *Electronic Nose* untuk Mendeteksi dan Mengklasterisasi Jenis Kopi dengan Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation***", dilakukan inovasi dengan merancang alat E-Nose yang menggunakan lima sensor (MQ-7, MQ-136, MQ-137, MQ-138, dan TGS-822) untuk mendeteksi dan mengklasterisasi tiga jenis kopi: Arabika, Robusta, dan Liberika. Dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*, penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe E-Nose yang akurat dan efektif dalam identifikasi jenis kopi.

1. 2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang prototipe E-Nose untuk mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi arabika, robusta, dan liberika berdasarkan aroma?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi?
3. Bagaimana tingkat akurasi keberhasilan alat deteksi dan klasterisasi jenis kopi menggunakan sensor E-Nose dengan metode Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*?

1. 3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dari penelitian tersebut, maka didapatkan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk merancang prototipe E-Nose yang dapat mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi secara otomatis.

2. Untuk mengimplementasikan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation* untuk mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi berdasarkan aroma.
3. Untuk mengetahui tingkat akurasi keberhasilan alat deteksi dan klasterisasi jenis kopi menggunakan sensor *E-Nose* dengan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Backpropagation*.

1. 4. Manfaat Penelitian

Dengan adanya tujuan pembuatan alat ini, maka manfaat yang dapat diperoleh dari alat tersebut adalah:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan dalam pengembangan teknologi berbasis *Electronic Nose* (E-Nose) yang dapat mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi arabika, robusta, dan liberika.
2. Menambah wawasan mengenai implementasi metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation* dalam mendeteksi dan mengklasterisasi jenis kopi berdasarkan aroma.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada pendeteksian dan klasterisasi berbasis sensor aroma serta pemanfaatan metode kecerdasan buatan.

1. 5. Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan akhir ini, penulis membatasi ruang lingkup penelitian agar sesuai dengan kemampuan, kondisi, anggaran, dan waktu yang tersedia, sehingga tujuan penelitian dapat dicapai secara optimal tanpa melebihi batasan yang ada. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan lima parameter sensor gas, yaitu: MQ-7, MQ-136, MQ-137, MQ-138, dan TGS-822.
2. Penelitian ini hanya menggunakan tiga jenis kopi, yaitu Arabika Aceh Gayo Natural, Robusta Bali, dan Liberika Jambi, dalam biji.

3. Klasifikasi jenis kopi dilakukan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan algoritma *Backpropagation*, tanpa membandingkannya dengan metode *machine learning* lainnya.
4. Pelatihan model dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python*.

1. 6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan peneliti dalam menulis penelitian ini sebagai panduan untuk memastikan semua aspek penting pada penelitian dan juga hal-hal yang harus disampaikan dapat tersaji dengan benar, berikut sistematika penulisan yang dipakai:

1. Bab I Pendahuluan:

Dalam bab I dengan judul pendahuluan ini berisi penjelasan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan yang digunakan.

2. Bab II Kajian Pustaka:

Kemudian dalam bab II penelitian ini menjelaskan tentang landasan teori, yaitu dasar pemikiran dan juga memberikan penjelasan mengenai semua hal yang berhubungan dengan penelitian dan tinjauan yang ada pada penelitian yang sudah lebih dulu dilakukan sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini.

3. Bab III Metode Penelitian:

Selanjutnya pada bab ini membahas mengenai metode penelitian dimulai dari diagram alir kemudian lokasi dan objek penelitian diikuti metodologi pengembangan serta variabel yang diteliti diikuti dengan teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhwa Alifia Putri, Syifaul Fuada, & Endah Setyowati. (2023). Sistem Pendeteksi Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis Internet of Things Dengan Aplikasi Blynk di Android. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 285–304. <https://doi.org/10.31358/techne.v22i2.390>
- Aghdamifar, E., Sharabiani, V. R., Taghinezhad, E., Szymanek, M., & Dziwulska-Hunek, A. (2023). E-nose as a non-destructive and fast method for identification and classification of coffee beans based on soft computing models. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 393(June), 134229. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.134229>
- Agustin, S., Putri, S. A., & Santoso, G. B. (2024). *Aplikasi Upload Dan Download File Berbasis Web Menggunakan Python* (Issue 5). <https://publikasi.kocenin.com/index.php/huma/article/download/594/487>
- Andriani, L., Devita, R., Awal, H., & Masril, M. (2024). *Optimalisasi Pemanfaatan Android pada Sistem Peringatan dan Monitoring Keamanan Perlintasan Kereta Api*. 2(1).
- Angga Mei Indrawan, A. P. K. 2. (2022). *Analisis Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Dalam Mendeteksi Keahlian Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Balitar Angga*. 5(1), 1–5. <https://media.neliti.com/media/publications/473242-analisis-algoritma-jaringan-syaraf-tirua-cd5ebf8f.pdf>
- Bustarino, D. (2024). *MSI Transaction on Education Sistem Pengontrolan FAN DC dan Monitoring Tegangan serta Arus DC Menggunakan Bluetooth HC-05 Berbasis Mikrokontroler MSI Transaction on Education*. 5(4), 197–206.
- Desty, M. (2021). *MQ7 Carbon Monoxide Sensor*. Aksesoris Komputer Lampung. <https://www.aksesoriskomputerlampung.com/2021/07/mq7-carbon-monoxide-sensor.html>
- hanwei electronics. (n.d.). *MQ-136 Gas Sensor Datasheet* (Vol. 1). https://www.google.com/acik?sa=l&ai=dchssewj5w__mrueoaxwdiksfhynsaqayaciccaeaboc2y&co=1&ase=2&gclid=cjwkcajwqkzebhaneiwaeqapvzpxo5de89o5p_4ecvhpc713pstq84s4mqcmuxrcpvz_k6oqak45jhoc7v8qav

d_bwe&cce=2&category=acrcp_v1_32&sig=aod64_2ddeuqrjtkfqmlgrp2l
kcepaisxa&q&nis=4&adurl&ved=2ahukewi2rvrmrueoaxvd4jgghtcyc0uq0
qx6bagueae

- Heriana, Sukainah, A., & Wijaya, M. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Penyangraian Terhadap Kadar Kafein dan Mutu Sensori Kopi Liberika (*Coffea liberica*) Bantaeng. *PATANI (Pengembangan Teknologi Pertanian Dan Informatika)*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.47767/patani.v6i1.442>
- Kusuma, H. (2022). *Rancang Bangun Sensor Untuk Mendeteksi Gas Karbon Monoksida Menggunakan Mq-7 Pada Kendaraan Bermotor*. 15. <https://eprints.uad.ac.id/65169/>
- Muharam, F., & Sriwidodo. (2022). Review : Potensi Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Dari Berbagai Aktivitas Farmakologi & Bentuk Sediaan Farmasi. *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 7(3), 395–406. <https://doi.org/10.37874/ms.v7i3.349>
- Nandika, R., Pudih, A., & Gunoto, P. (2023). Perancangan Robot Beroda Pemadam Api Dengan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Flame Sensor 5 Channel Berbasis Arduino Uno. *Sigma Teknika*, 6(2), 389–398. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i2.5643>
- Novita, D. D., Sesunan, A. B., Telaumbanua, M., Triyono, S., & Saputra, T. W. (2021). Identifikasi Jenis Kopi Menggunakan Sensor E-Nose Dengan Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 9(2), 205–217. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i2.241>
- Permadani, C. M., Nirmala, I., & Hidayati, R. (2024). Sistem Otomatisasi Lampu Ruangan berdasarkan Kebiasaan Pengguna menggunakan Algoritma Backpropagation. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 12(2), 352. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v12i2.352>
- Pilot, D. (2023). Connecting ESP32-3248S035 board with GPS MatekSys ublox SAM-M8Q. In *Esp32.com*. <https://esp32.com/viewtopic.php?t=33260>
- Putri, M. K., & Dellima, B. R. E. M. (2022). Analisis Kadar Kafein dalam Green Bean dan Roasted Bean Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Temanggung

- Menggunakan Spektrofotometer UV. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 4(6), 577–584. <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i6.1253>
- Raihan, D. A., Syauqi, D., & Prasetyo, B. H. (2022). Klasifikasi Kualitas Beras berdasarkan Nilai Data Larik Sensor Gas MQ menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(6), 8. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11249>
- Sembiring, Anita C & Tampubolon, J & Purnasari, N. (2023). Peningkatan Pengetahuan Petani Kopi Karo dalam Pengolahan Pasca Panen Buah Kopi di Desa Buluhnaman Sumatera Utara. Sembiring, Anita C & Tampubolon, J & Purnasari, N. (2023). *Jurnal Mitra Prima*, 5(2). http://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/mitra_prima/article/view/4270
- Studi, P., Elektro, T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2024). *Monitoring Gas Berbahaya di Area Pembuangan atau Pengolahan Sampah Monitoring Gas Berbahaya di Area Pembuangan atau Pengolahan Sampah*. 20524009, 105. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/51365>
- Sumanto, B., Java, D. R., Wijaya, W., & Hendry, J. (2022). Seleksi Fitur Terhadap Performa Kinerja Sistem E-Nose untuk Klasifikasi Aroma Kopi Gayo. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 21(2), 429–438. <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i2.1495>
- Tahmooreesi, H., Heydarnoori, A., & Aghamohammadi, A. (2020). *An Analysis of Python's Topics, Trends, and Technologies Through Mining Stack Overflow Discussions*. <http://arxiv.org/abs/2004.06280>
- Viejo, C. G., Tongson, E., & Fuentes, S. (2021). *Integrating a Low-Cost Electronic Nose and Machine Learning Modelling to Assess Coffee Aroma Profile and Intensity*. 15. <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/6/2016>
- Wakhid, S., Sarno, R., Sabilla, S. I., & Maghfira, D. B. (2020). Detection and classification of Indonesian civet and non-civet coffee based on statistical analysis comparison using E-Nose. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(4), 56–65. <https://doi.org/10.22266/IJIES2020.0831.06>