

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kopi sebagai produk yang populer dan bernilai tinggi di pasar global (Konieczka et al., 2020), mendominasi 52% penjualan di segmen minuman panas pada tahun 2020 dan diperkirakan akan menunjukkan pertumbuhan sebesar 3,61% di tahun 2021 (Gonzalez Viejo et al., 2021). Varietas Arabika dan Robusta, beserta perpaduannya, menjadi sumber utama kopi komersial, dengan Arabika sering kali memperoleh nilai jual 20-25% lebih tinggi daripada Robusta yang menunjukkan pentingnya karakteristik botani, kimia, dan sensorik dalam menentukan kualitas. Fakta ini menegaskan perlunya identifikasi varietas kopi dengan akurat sebagai langkah strategis untuk mengatasi dan mencegah pencampuran bubuk kopi murni dengan bubuk kopi yang lebih murah, yang dapat terjadi karena fluktuasi harga jual yang signifikan.

Jaminan keaslian makanan telah menjadi isu penting dalam kontrol kualitas dan keamanan makanan, dengan tujuan untuk memenuhi permintaan dan ekspektasi konsumen (Buratti et al., 2015). Oleh karena itu, metode yang tepat diperlukan untuk membedakan antara dua spesies kopi dan mendeteksi kemungkinan pemalsuan biji kopi berkualitas tinggi dengan jenis yang lebih murah, sehingga menjamin keaslian kopi. Aroma merupakan salah satu karakteristik pembeda pada sebuah kopi. Pendekatan menggunakan aroma adalah metode yang lumrah dan sangat efektif untuk membedakan kopi Arabika dan Robusta. Namun terdapat kekurangan pada kemampuan sensorik manusia mencakup subjektivitas, reproduktivitas yang rendah (misalnya, hasil yang bervariasi tergantung waktu, kesehatan penguji, dan kelelahan), biaya tenaga kerja yang tinggi, dan adaptasi (sensitivitas yang berkurang ketika terpapar pada aroma dalam waktu lama) (Aghdamifar et al., 2023).

Sebelumnya sudah terdapat beberapa penelitian yang bertujuan untuk mengklasifikasikan produk-produk kopi dengan menggunakan *Electronic Nose* (E-Nose). E-Nose adalah perangkat yang dirancang untuk meniru indera

penciuman manusia dengan mendeteksi bau dengan berbagai jenis sensor yang dapat menyimulasikan bagaimana sistem penciuman manusia bekerja (Aghdamifar et al., 2023). Pada konteks kopi, perangkat ini telah memainkan peran penting dalam penilaian kualitas terutama dalam mengenali aroma kopi yang merupakan campuran kompleks senyawa volatil (Selvanarayanan et al., 2023).

Beberapa peneliti telah mengeksplorasi penggunaan E-Nose untuk melakukan klasifikasi pada varietas kopi. Penelitian oleh Sofi'i et al., (2022) merancang E-Nose dengan sensor MQ-2, MQ-3, MQ-5, MQ-9, dan MQ-135 yang kemudian diintegrasikan dengan Arduino UNO, E-Nose ini nantinya digunakan untuk melakukan klasifikasi pada tiga buah sampel bubuk kopi dari tiga buah merek yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan 240 data dengan 180 data untuk training dan 60 data untuk validasi, sampel data yang digunakan pada penelitian ini merupakan respon tegangan pada masing-masing sensor namun responnya bukan merupakan rekaman timeseries. Dengan menggunakan data tersebut klasifikasi menggunakan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) pada 50 ribu iterasi dapat memberikan nilai akurasi klasifikasi sebesar 67.78%.

Novita et al., (2021) melakukan penelitian untuk mengklasifikasikan jenis bubuk kopi Arabika dan Robusta dengan jenis sampel berupa biji kopi natural robusta Lampung, robusta natural, robusta semiwash, natural arabika, dan arabika fullwash. Sensor gas TGS8826, MQ136, TGS8813, dan TGS2602 digunakan lalu diintegrasikan dengan mikrokontroler untuk membuat instrumen E-Nose. Dengan menggunakan ANN dan algoritma pembelajaran backpropagation model dapat melakukan klasifikasi dengan akurasi mencapai 100% untuk semua sampel kopi kecuali pada sampel kopi robusta semiwash yaitu 72%.

Penelitian yang dilakukan Sumanto et al., (2022) mencoba menggunakan E-Nose untuk melakukan klasifikasi pada bubuk kopi arabika dan robusta menggunakan model *Support Vector Machine* (SVM). Penelitian ini dilakukan dengan 60 data training dan 30 data testing dengan menarik sepuluh fitur dari data yaitu rata-rata, *skewness*, kurtosis, varians, nilai maksimum, daya sinyal, dan daya frekuensi ke 1 sampai 4 dengan menggunakan sensor gas MQ3, MQ9, MQ135,

TGS822, TGS2600, dan TGS2611. Selanjutnya data fitur yang telah diekstraksi dari masing-masing sensor dilakukan kombinasi dari 5-8 fitur yang selanjutnya data dari kombinasi fitur tersebut dimasukan ke dalam model SVM. Hasil dari percobaan tersebut menemukan bahwa fitur Mean, Skewness, Kurtosis, dan Daya frtkuensi spektrum ke-satu dapat menghasilkan model dapat mengklasifikasikan Bubuk Kopi Gayo Natural dan Gayo Wine dengan akurasi serta presisi 93.33% dan yang paling baik dibandingkan kombinasi fitur lainnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain E-Nose yang dapat mengklasifikasikan bubuk kopi robusta dan arabika dengan sensor yang terjangkau namun memberikan hasil akurasi klasifikasi yang tinggi. Untuk mencapai tujuan ini, akan digunakan sensor MOS seri MQ yang dijual dipasaran yaitu sensor MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-5, MQ-6, MQ-7, MQ-9, dan MQ-135. Data dari sensor-sensor ini akan direkam untuk setiap sampel kopi dan kemudian dilakukan pengestrasian fitur dari data yang didapatkan fitur yang diekstraksi diantaranya adalah nilai maksimum, rata-rata, dan *Area Under Curve* (AUC). Hasil fitur-fitur ini akan dianalisis untuk membuat model klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* dan *Artificial Neural Network*. Model-model ini akan dilakukan optimasi *hyperparameter* tuning dengan metode *Grid Search* hingga ditemukan model dan fitur yang memberikan nilai klasifikasi yang tinggi. Selanjutnya, dilakukan rekayasa fitur untuk mengidentifikasi kombinasi sensor dan fitur yang paling optimal untuk mencapai akurasi yang mendekati hasil akurasi klasifikasi dari E-Nose dengan sepuluh sensor gas.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas maka masalah dalam penelitian ini dapat diumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain instrumen E-Nose yang sesuai untuk melakukan klasifikasi bubuk kopi arabika dan robusta?
2. Bagaimana mengekstraksi fitur dari data E-Nose pada bubuk kopi arabika dan robusta?

3. Fitur apakah yang paling efektif untuk menghasilkan tingkat akurasi tertinggi untuk klasifikasi bubuk kopi arabika dan robusta?
4. Model klasifikasi apakah yang paling efektif untuk melakukan klasifikasi bubuk kopi arabika dan robusta?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian yang akan dilaksanakan adalah untuk merancang dan membangun instrumen E-Nose menggunakan sensor gas MQ yang akan digunakan untuk melakukan klasifikasi bubuk kopi robusta dan arabika, dengan rincian tujuan khusus sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun instrumen E-Nose menggunakan sensor MQ.
2. Melakukan ekstraksi fitur dari data yang didapat dari instrument E-Nose.
3. Memilih fitur yang paling efektif untuk menghasilkan tingkat akurasi tertinggi pada klasifikasi bubuk kopi robusta dan arabika.
4. Memilih model pembelajaran mesin yang dapat melakukan klasifikasi bubuk kopi robusta dan arabika dengan akurasi paling tinggi.

D. Pembatasan masalah

Untuk menghindari adanya pelebaran pokok masalah, maka berdasarkan rumusan masalah di atas terdapat beberapa pembatasan masalah yaitu:

1. Sampel bubuk kopi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah bubuk kopi arabika dan robusta Indonesia.
2. E-Nose tidak menggunakan pemanas dan kontrol pemanas.
3. Sensor gas MQ yang dipakai meliputi sensor MQ2, MQ3, MQ4, MQ5, MQ6, MQ7, MQ9, dan MQ135.
4. Model klasifikasi machine learning yang akan digunakan meliputi model Support Vector Machine dan Artificial Neural Network.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi dan dapat memberikan manfaat teoritis dan praktis sebagai berikut:

1. Manfaat praktis

Penelitian ini menggunakan teknologi E-Nose dengan memanfaatkan sensor MQ untuk melakukan klasifikasi kopi arabika dan robusta. Hal ini dapat membuka peluang untuk pembaruan dan peningkatan teknologi E-Nose secara keseluruhan. Penelitian ini juga diharapkan dapat menghasilkan variasi fitur, sensor gas MQ dan model terbaik pada model klasifikasi yang dapat digunakan sebagai landasan untuk pengembangan model klasifikasi E-Nose di masa depan. Hasil dari penelitian ini diharapkan berkontribusi pada bidang keilmuan fisika komputasi sebagai referensi dalam pengembangan E-Nose serta penerapan model *machine learning*.

2. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi pedagang dan industri kopi. Dengan hasil identifikasi dan verifikasi varietas. Industri kopi juga dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk memastikan jenis produk kopi di pasar.