

## Sistem Deteksi Kandungan Formalin Menggunakan *Electronic Nose*

Aris Wahyu Hidayat<sup>1</sup>, M. Khoirul Hasin<sup>2</sup>, Perwi Darmajanti<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail: ariswahyu@student.ppns.ac.id

### Abstrak

Penggunaan formalin pada makanan yang mudah busuk dan memiliki waktu penyimpanan terbatas kini kian merebak. Formalin tersebut tidak akan hilang meski makanan sudah dicuci, hal ini sangat merugikan konsumen. Diperlukan instrumen untuk mendeteksi formalin agar menciptakan kesehatan pangan. Dengan menggunakan sistem *electronic nose* yang prinsip kerjanya sama seperti hidung manusia diharapkan dapat menjadi alternatif instrumen untuk mendeteksi formalin. Pada tugas akhir ini dikembangkan sistem *electronic nose* yang mampu mendeteksi formalin dengan metode *K-Nearest Neighbor* dengan standarisasi *StandardScaler* dan *Principal Component Analysis*, yang memiliki tiga sensor gas yakni MQ-2, MQ-4, dan MQ-138 yang mampu merekam bau dari sampel makanan dengan Arduino Mega 2560 sesuai dengan konsentrasi gasnya. Data sinyal diproses menggunakan Python melalui library *scikit-learn*, yang akhirnya dilakukan klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dengan standarisasi *StandardScaler* dan *Principal Component Analysis* sebagai penentu bahwa sampel makanan tersebut mengandung formalin atau tidak. *User interface* pada sistem dibangun menggunakan PyQt5 dan menampilkan hasil keputusannya pada LCD yang ditanamkan dialat. Hasil pengujian metode KNN menggunakan standarisasi *StandardScaler* dan PCA didapatkan akurasi sebesar 95,83% untuk K=20. Sampel tahu, bakso, dan mie dengan kadar formalin 0%, 10%, 20% dan 40% sepenuhnya dapat diklasifikasikan dengan tepat menggunakan metode KNN.

**Kata Kunci:** formalin, *electronic nose*, *K-Nearest Neighbor*, *StandardScaler*, *Principal Component Analysis*

### 1. PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan dasar setiap manusia, karena berkaitan dengan kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan perkembangan manusia, termasuk masyarakat Indonesia. Kasus merebaknya penggunaan formalin pada makanan yang kini terjadi membuktikan rendahnya tingkat kesadaran masyarakat untuk menciptakan iklim yang baik bagi keamanan pangan. Pasal 13 dalam Peraturan Bersama Menteri Dalam Negeri dan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2013 dan Nomor 43 tahun 2013. Jika suatu jenis makanan diketahui mengandung salah satu atau lebih bahan berbahaya, yaitu asam borat, boraks, formalin (larutan formaldehid), paraformaldehid (serbuk dan tablet paraformaldehid), pewarna merah Rhodamin B, pewarna merah Amaranth, pewarna kuning Metanil (*Methanil Yellow*), dan pewarna kuning Auramin, maka seharusnya produsen mendapatkan sanksi administrasi yang meliputi: (1) Peringatan tertulis; (2)

Penghentian sementara kegiatan; (3) Rekomendasi pencabutan izin; (4) Pencabutan izin usaha; dan/atau (5) Tindakan lain sesuai dengan peraturan perundangan-undangan.

Tahu, bakso, mie, dan beberapa jenis makanan lain yang sering dikonsumsi oleh masyarakat tidak serta merta aman untuk dikonsumsi. Kandungan air dari beberapa makanan yang cukup tinggi, kemudian membuat daya tahan simpannya hanya berlangsung singkat (Wulandari, 2013). Karena itulah beberapa oknum produsen yang curang sering menambahkan formalin sebagai pengawet makanan. Formalin yang digunakan sebagai bahan pengawet makanan tidak hilang kendati makanan sudah dicuci, hal ini membuat konsumen sangat dirugikan.

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong berbagai penemuan yang dapat menjadi instrumen alternatif untuk mendeteksi formalin pada sampel makanan, salah satunya adalah *electronic nose* (e-nose) yang memiliki sistem dengan cara kerja yang menyerupai hidung manusia. *Electronic nose* dapat

dimanfaatkan dalam berbagai pengaplikasian yang berhubungan dengan bau maupun gas, diantaranya untuk mengukur dan menentukan kualitas makanan, memonitor pencemaran udara, sebagai pendeteksi berbagai macam gas dan racun serta banyak lagi.

Untuk mempermudah identifikasi, deteksi serta pengenalan kandungan formalin pada makanan, maka dirancanglah pendeteksi kandungan formalin yang memanfaatkan teknologi electronic nose dengan metode K-Nearest Neighbor (KNN) untuk menganalisa datanya. K-Nearest Neighbor atau yang sering disingkat dengan KNN adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan dari data *training* yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Tujuan dari algoritma KNN adalah mengklasifikasikan objek baru berdasarkan atribut dan sampel-sampel dari data *training* (Ismail, 2018). Sehingga pada tugas akhir ini peneliti mengambil judul “Sistem Deteksi Kandungan Formalin Menggunakan Electronic Nose”.

### 1.1 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

4. Bagaimana cara mendapatkan data dari bau sampel makanan menggunakan electronic nose?
5. Bagaimana cara mendeteksi kandungan formalin pada sampel makanan berdasarkan data dari electronic nose?
6. Bagaimana cara menyajikan data kandungan formalin dari alat yang dibangun?

### 1.2 Tujuan Penelitian

Dari latar belakang diatas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

4. Membuat alat menggunakan electronic nose untuk mendapatkan data dari bau sampel makanan.
5. Melakukan deteksi kandungan formalin dari sampel makanan berdasarkan data dari electronic nose.
6. Mampu menyajikan data kandungan formalin dari alat yang dibangun.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Sensor Gas Elektrokimia

Sistem *electronic nose* dirancang menggunakan beberapa sensor gas elektrokimia untuk mengambil informasi dari bau sampel makanan. Sensor-sensor ini mendeteksi gas sesuai selektivitasnya dengan menghasilkan arus kecil yang diakibatkan dari

reaksi antara sensor dengan gas.

**Tabel 2.1** Sensor Gas yang Digunakan

Tipe Sensor	Kepekaan
<b>MQ-2</b>	H <sub>2</sub> , LPG, CH <sub>4</sub> , CO, Alkohol, dan Asap atau Propane.
<b>MQ-4</b>	Methane dan Natural Gas
<b>MQ-138</b>	n-Hexane, Benzene, NH <sub>3</sub> , alcohol, Aldhyde dan CO

Sensor MQ-2 adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan *output* membaca sebagai tegangan analog. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Gas yang dapat dideteksi diantaranya : LPG, i-butane, propane, methane, alcohol, hydrogen, smoke (andalanelektro.id, 2018).



**Gambar 2.1** Sensor MQ-2

Sensor MQ-4 memiliki sensitivitas terhadap Metana dan gas alam.



**Gambar 2.2** Sensor MQ-4

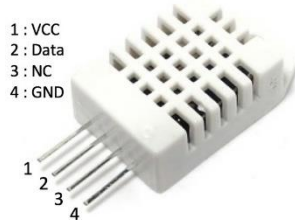
Sensor MQ-138 merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas organik di udara serta mampu juga mendeteksi asap dan *output* membaca sebagai tegangan analog. Sensor MQ-138 memiliki sensitivitas terhadap n-Hexane, Benzene, NH<sub>3</sub>, alcohol, Aldhyde dan CO.



**Gambar 2.3** Sensor MQ-138

## 2.2 Sensor DHT22

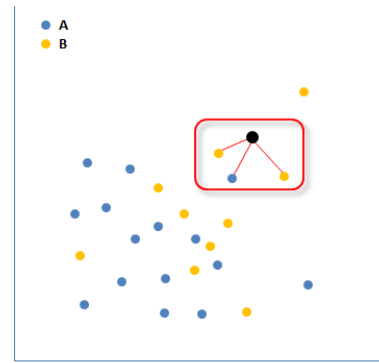
Sensor DHT22 merupakan sebuah sensor suhu dan kelembaban buatan Thinlink. Produk ini menggunakan sensor kelembaban kapasitif dan thermistor untuk mengukur udara di sekitarnya, dan mengkonversikan hasil pengukuran kedalam sinyal-sinyal digital. Hasil pengukuran sensor dapat langsung dibaca oleh mikrokontroler melalui antarmuka 1-wire. Salah satu jenis mikrokontroler yang memiliki kompatibilitas penuh dengan sensor ini adalah Arduino.



**Gambar 2.4** Sensor DHT22

## 2.3 Algoritma KNN

Algoritma *K-Nearest Neighbors* atau KNN adalah algoritma yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi suatu data berdasarkan data pembelajaran (*train data sets*), yang diambil dari k-tetangga terdekatnya (*nearest neighbors*). Dengan k merupakan banyaknya tetangga terdekat (advernesia.com, 2020). KNN merupakan metode klasifikasi dengan hasil dari instansi baru yang diklasifikasikan berdasarkan mayoritas banyaknya tetangga yang terdekat dari suatu kelas. Algoritma KNN didasarkan dari banyaknya voting terhadap sampel pelatihan untuk mendapatkan kelas prediksi dari data baru. Teknik ini sangat sederhana dan mudah diimplementasikan. Mirip dengan teknik clustering, yaitu mengelompokkan suatu data baru berdasarkan jarak data baru itu ke beberapa data/tetangga terdekat. Pertama sebelum mencari jarak data ke tetangga adalah menentukan nilai K tetangga (*neighbor*) (Daiva, 2018).



**Gambar 2.5** Ilustrasi KNN

## 2.4 Standard Scaler

StandardScaler menghilangkan mean (terpusat pada 0) dan menskalakan ke variansi (deviasi standar = 1), dengan asumsi data terdistribusi normal (gauss) untuk semua fitur. Formulanya adalah  $z = (x - u) / s$ , dengan u sebagai mean dari data *training* dan s adalah standar deviasi dari data *training*. Pemusatan dan *scaling* terjadi secara independen pada setiap fitur dengan menghitung statistik yang relevan pada sampel dalam dataset hasil *training*. Rata-rata dan standar deviasi kemudian disimpan untuk digunakan pada data selanjutnya menggunakan transformasi.

## 2.5 Principal Component Analysis

Analisis komponen utama merupakan teknik statistik yang dapat digunakan untuk menjelaskan struktur ragam-peragam dari sekumpulan variabel melalui beberapa variabel baru dimana variabel baru ini saling bebas, dan merupakan kombinasi linier dari variabel asalnya. Variabel baru tersebut dinamakan komponen utama (principal component). Secara umum tujuan dari analisis komponen utama adalah mereduksi dimensi data yang besar dan saling berkorelasi menjadi dimensi data yang kecil dan tidak saling berkorelasi (Mariana, 2013).

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Sistem Electronic Nose

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk melihat apakah sistem electronic nose yang dirancang berhasil dilakukan atau tidak. Adapun pengujian sistem electronic nose yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari dua hal yaitu pengujian setiap sensor yang digunakan dan pengujian alat secara keseluruhan dalam melakukan klasifikasi adanya formalin atau tidak dalam makanan.

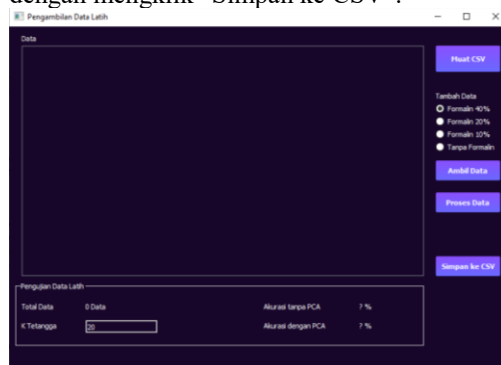
COM5

```
21:05:39.751 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:375
21:05:39.799 -> MQ2:315,MQ4:113,MQ138:374
21:05:39.799 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:375
21:05:39.846 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:374
21:05:39.846 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:375
21:05:39.893 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:374
21:05:39.941 -> MQ2:315,MQ4:113,MQ138:374
21:05:39.941 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:374
21:05:39.989 -> MQ2:315,MQ4:113,MQ138:374
21:05:39.989 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:375
21:05:40.036 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:374
21:05:40.083 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:375
21:05:40.130 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:374
21:05:40.130 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:375
21:05:40.177 -> MQ2:315,MQ4:114,MQ138:374
21:05:40.225 -> MQ2:315,MQ4:113,MQ138:375
21:05:40.225 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:374
21:05:40.272 -> MQ2:315,MQ4:114,MQ138:374
21:05:40.272 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:375
21:05:40.319 -> MQ2:316,MQ4:113,MQ138:374
21:05:40.367 -> MQ2:316,MQ4:114,MQ138:374
```

Gambar 3.1 Output Sistem Electronic nose

### 3.2 Pengambilan Data Latih

Pengambilan Data dapat dilakukan dengan memuat file .csv diperlukan adanya pengambilan data *training* sebanyak beberapa kali sampai batas waktu dan jumlah tertentu, semakin banyak data *training* yang diambil maka kemungkinan besar data uji dan akurasi KNN akan lebih akurat. Penggunaan *interface* ini diawali dengan mengklik tombol “Muat CSV” yang nanti akan memuat file .csv tujuan dari penyimpanan data *training*, *radio button* dibagi menjadi 4 kelas yang dipilih sesuai dengan sampel yang dimasukkan. Kemudian “Proses Data” akan memroses data *training* dan memisahkannya dengan data uji untuk menghasilkan akurasi tanpa PCA dan dengan PCA. Ketika data yang diinginkan dirasa cukup makan simpan data *training* ke dalam file .csv dengan mengklik “Simpan ke CSV”.



Gambar 3.2 Interface Pengambilan Data

The screenshot shows the 'Pengambilan Data Latih' window with a table of data. The table has columns: 'Suksu', 'Kolemban', 'MQ2', 'MQ4', 'MQ138', and 'Klasifikasi'. The data is for 'Non Formalin'. The 'Total Data' is 120 Data. The 'Akurasi tanpa PCA' is 7 % and 'Akurasi dengan PCA' is 7 %.

Suksu	Kolemban	MQ2	MQ4	MQ138	Klasifikasi
27.1	74.8	204.0	118.0	410.0	Nonformalin
27.3	73.4	188.0	100.0	410.0	Nonformalin
27.3	73.3	181.0	96.0	409.0	Nonformalin
27.2	73.2	180.0	93.0	409.0	Nonformalin
27.2	73.1	191.0	96.0	410.0	Nonformalin
27.2	73.3	182.0	97.0	409.0	Nonformalin
27.2	73.2	185.0	94.0	409.0	Nonformalin
27.1	73.2	173.0	90.0	409.0	Nonformalin
27.1	73.3	181.0	91.0	409.0	Nonformalin
27.1	73.3	174.0	88.0	408.0	Nonformalin
27.1	73.3	182.0	95.0	409.0	Nonformalin

Gambar 3.3 Pengambilan Data Non Formalin

The screenshot shows the 'Pengambilan Data Latih' window with a table of data. The table has columns: 'Suksu', 'Kolemban', 'MQ2', 'MQ4', 'MQ138', and 'Klasifikasi'. The data is for 'Formalin10'. The 'Total Data' is 120 Data. The 'Akurasi tanpa PCA' is 7 % and 'Akurasi dengan PCA' is 7 %.

Suksu	Kolemban	MQ2	MQ4	MQ138	Klasifikasi
26.8	74.6	213.0	106.0	409.0	Formalin10
26.9	74.4	202.0	105.0	409.0	Formalin10
26.8	74.2	200.0	103.0	409.0	Formalin10
26.8	74.2	201.0	103.0	409.0	Formalin10
26.9	74.3	205.0	107.0	409.0	Formalin10
26.8	74.2	200.0	104.0	409.0	Formalin10
26.8	74.2	200.0	102.0	408.0	Formalin10
26.8	74.2	197.0	102.0	409.0	Formalin10
26.8	74.2	195.0	100.0	409.0	Formalin10
26.8	74.2	196.0	100.0	409.0	Formalin10
26.8	74.4	196.0	101.0	409.0	Formalin10

Gambar 3.4 Pengambilan Data Formalin 10%

The screenshot shows the 'Pengambilan Data Latih' window with a table of data. The table has columns: 'Suksu', 'Kolemban', 'MQ2', 'MQ4', 'MQ138', and 'Klasifikasi'. The data is for 'Formalin20'. The 'Total Data' is 120 Data. The 'Akurasi tanpa PCA' is 7 % and 'Akurasi dengan PCA' is 7 %.

Suksu	Kolemban	MQ2	MQ4	MQ138	Klasifikasi
26.6	74.8	223.0	115.0	409.0	Formalin20
26.7	74.8	219.0	114.0	409.0	Formalin20
26.7	74.7	222.0	116.0	409.0	Formalin20
26.7	74.7	213.0	111.0	409.0	Formalin20
26.6	74.6	217.0	112.0	409.0	Formalin20
26.6	74.7	223.0	117.0	409.0	Formalin20
26.6	74.7	216.0	113.0	409.0	Formalin20
26.6	74.7	209.0	110.0	409.0	Formalin20
26.6	74.8	203.0	107.0	409.0	Formalin20
26.6	74.8	203.0	106.0	409.0	Formalin20
26.6	74.8	202.0	106.0	409.0	Formalin20

Gambar 3.5 Pengambilan Data Formalin 20%

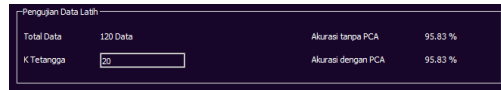
The screenshot shows the 'Pengambilan Data Latih' window with a table of data. The table has columns: 'Suksu', 'Kolemban', 'MQ2', 'MQ4', 'MQ138', and 'Klasifikasi'. The data is for 'Formalin40'. The 'Total Data' is 120 Data. The 'Akurasi tanpa PCA' is 7 % and 'Akurasi dengan PCA' is 7 %.

Suksu	Kolemban	MQ2	MQ4	MQ138	Klasifikasi
26.5	75.2	235.0	118.0	410.0	Formalin40
26.5	75.5	234.0	121.0	409.0	Formalin40
26.4	75.4	244.0	133.0	409.0	Formalin40
26.4	75.6	238.0	126.0	409.0	Formalin40
26.4	75.6	238.0	125.0	409.0	Formalin40
26.4	75.6	231.0	121.0	409.0	Formalin40
26.4	75.6	238.0	123.0	410.0	Formalin40
26.4	75.7	240.0	126.0	409.0	Formalin40
26.4	75.8	232.0	121.0	409.0	Formalin40
26.3	75.6	224.0	117.0	409.0	Formalin40
26.3	75.6	226.0	117.0	409.0	Formalin40

Gambar 3.6 Pengambilan Data Formalin 40%

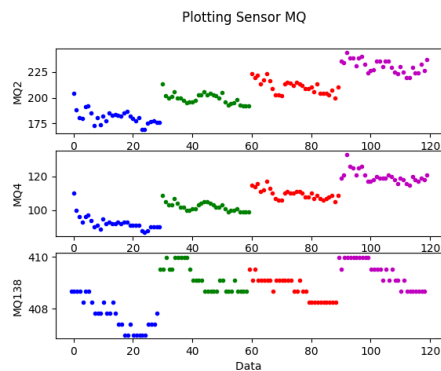
Penelitian ini memutuskan untuk menggunakan nilai K sebesar 20.

Setelah dilakukan *trial and error* diantaranya didapatkan akurasi sebesar 95,83% untuk K=20; 83,33% untuk K=30; dan 87,50% untuk K=40, yang diambil dari 24 data uji dan 120 data latih.



**Gambar 3.7** Akurasi KNN

### 3.3 Pola Klasifikasi



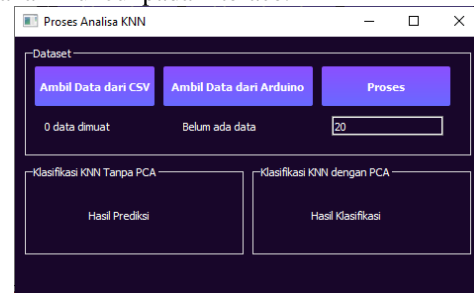
**Gambar 3.8** Plotting Sensor MQ

Ilustrasi pola klasifikasi pada **Gambar 3.8** dengan warna biru untuk data non formalin, hijau untuk formalin 10%, merah untuk formalin 20% dan ungu untuk formalin 40%, dapat dilihat bahwa data dari masing-masing kelas berkumpul dan ada sedikit yang agak berjauhan, bisa dikarenakan pada saat pengambilan data *training* ada bau sampel sebelumnya yang tertinggal pada *chamber* uji sehingga sedikit mengganggu penciuman sensor untuk sampel berikutnya. Dari dataset yang telah didapat kemudian dapat diambil pola data yang digunakan untuk menganalisa sampel uji sebagai tahapan klasifikasi KNN pada pengujian formalin.

### 3.4 Pengujian Sampel

Penggunaan Interface Pengujian Data Sampel ialah pertama dengan mengambil data dari file .csv sebagai acuan karena merupakan data hasil *training*. Kemudian mengambil data dari Arduino, ketika mengklik tombol “Ambil Data dari Arduino maka otomatis interface akan menyampaikan perintah ke Arduino untuk mengambil data uji dari sampel yang dimasukkan ke *chamber*. Ketika notifikasi “Data telah diambil” muncul maka proses KNN tanpa PCA dan KNN dengan PCA bisa

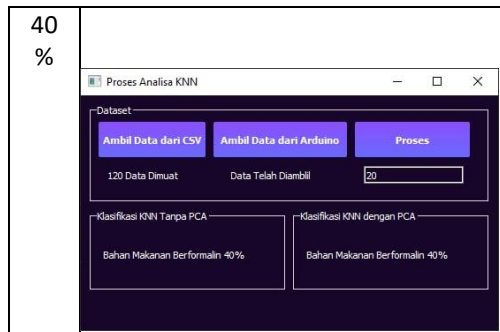
dijalankan dan keputusan kandungan formalin akan muncul pada interface.



**Gambar 3.9** Interface Pengujian Sampel

**Tabel 3.1** Hasil Pengujian pada Interface

N	Hasil Klasifikasi Sistem
0%	
10%	
20%	

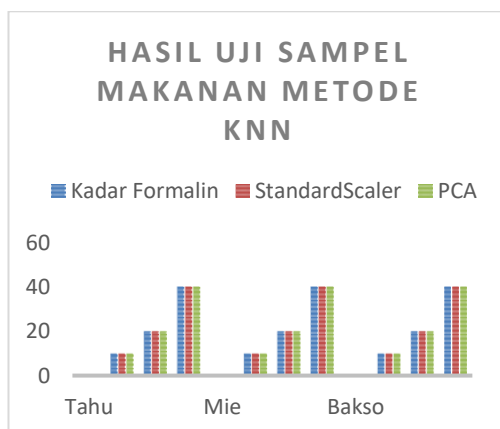


Nb: N = Kadar Formalin

**Tabel 3.2** Hasil Pengujian pada LCD

N	Tampilan LCD
0%	
10%	
20%	
40%	

Nb: N = Kadar Formalin



**Gambar 3.10** Hasil Pengujian Sampel

Pada penelitian kali ini tidak ada perbedaan keputusan antara KNN dengan standarisasi StandardScaler dan PCA sehingga keduanya dianggap sama-sama andal untuk

digunakan pada proses klasifikasi KNN.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian metode KNN menggunakan standarisasi StandardScaler dan PCA didapatkan akurasi sebesar 95,83% untuk K=20; 83,33% untuk K=30; dan 87,50% untuk K=40, yang diambil dari 24 data uji dan 120 data latih.
2. Sampel tahu, bakso, dan mie dengan kadar formalin 0%, 10%, 20% dan 40% sepenuhnya dapat diklasifikasikan dengan tepat menggunakan metode KNN.
3. Pada penelitian kali ini tidak ada perbedaan keputusan antara KNN dengan standarisasi StandardScaler dan PCA sehingga keduanya dianggap sama-sama andal untuk digunakan pada proses klasifikasi KNN.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Agung, M. B. (2014). *Arduino for Beginners* 17. 119.
- Baskara, S., Lelono, D., & Widodo, T. W. (2016). Pengembangan Hidung Elektronik untuk Klasifikasi Mutu Minyak Goreng dengan Metode Principal Component Analysis. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 6(2), 221. <https://doi.org/10.22146/ijeis.15347>
- Daiva, A. F. (2018). *Klasifikasi Kemurnian Daging Sapi Berbasis Electronic Nose*.
- Electronics, H. (2015). Technical Mq-4 Gas Sensor. *Technical Data*, 3–4.
- Ismail, A. M. (2018). Cara Kerja Algoritma k-Nearest Neighbor (k-NN). *Https://Medium.Com, February*, 0–5. <https://medium.com/bee-solution-partners/cara-kerja-algoritma-k-nearest-neighbor-k-nn-389297de543e>
- Mariana. (2013). Analisis Komponen Utama. *Jurnal Matematika Dan Pembelajarannya*, 2(2), 99–114.
- Nasir, M. (2016). Monitoring Perkembangan Bau Tahu Berformalin Dan Tanpa Formalin Berbasis E-Nose Menggunakan Metode Principal Component Analysis (Pca ). *Skripsi, I*.

- Ulfa, M., Haryanto, H., & Wibisono, K. A. (2019). Desain Sistem Pengenalan Dan Klasifikasi Kopi Bubuk Bermerek Dengan Menggunakan Electronic Nose Berbasis Artifical Neural Network (ANN). *Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Informatika, Sistem Kontrol (J-Eltrik)*, 1(2), 51–60. <https://doi.org/10.30649/j-eltrik.v1i2.15>
- Wulandari, S. (2013). Analisis Kinerja Instrumen Uji Formalin pada Tahu Berbasis Elektronik Nose. *Jnteti*, 2(4), 268–273.