



Perancangan IoT Sederhana Untuk Sistem Pendeteksi Kemurnian Kopi Bubuk

Dike Bayu Magfira^{1*}, Firman Yudianto², Tri Deviasari Wulan³, Teguh Herlambang⁴, Rizqi Putri Nourma Budiarti⁵, Anas Tifa Rahma Siswanti⁶

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ekonomi Bisnis dan Teknologi Digital,
Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: dikebayum@unusa.ac.id¹, firman_yudianto@unusa.ac.id², tridevi@unusa.ac.id³, teguh@unusa.ac.id⁴, rizqi.putri.nb@unusa.ac.id⁵, 3130021010@student.unusa.ac.id⁶

Abstrak

Kopi adalah salah satu komoditas ekspor utama Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Kemurnian kopi bubuk sangat penting untuk memastikan kualitas dan rasa yang konsisten. Proses pengujian kemurnian kopi yang dilakukan secara manual seringkali memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi kemurnian kopi bubuk menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor-sensor canggih yang terhubung ke perangkat IoT untuk mengukur berbagai parameter terkait kemurnian kopi. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini dikirimkan melalui jaringan nirkabel ke *platform* pengolah data di *cloud* untuk dianalisis lebih lanjut. Dengan menggunakan teknologi IoT, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menentukan kemurnian kopi bubuk, sehingga dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk kopi.

Kata Kunci: Kopi; Kemurnian; *Internet of Things* (IoT); Sensor; Kualitas

ABSTRACT

Coffee is one of Indonesia's main export commodities with high economic value. The purity of ground coffee is crucial to ensure consistent quality and flavor. Manual coffee purity testing processes are often time-consuming and prone to human error. This research develops a ground coffee purity detection system using Internet of Things (IoT) technology. The system utilizes advanced sensors connected to IoT devices to measure various parameters related to coffee purity. The data collected by these sensors is transmitted wirelessly to a cloud data processing platform for further analysis. By using IoT technology, this system can enhance the efficiency and accuracy of determining the purity of ground coffee, thereby reducing production costs and improving coffee product quality.

Keywords: Coffee; Purity; *Internet of Things* (IoT); Sensors; Quality

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi dan kopi menjadi komoditas ekspor hasil perkebunan yang paling diminati di dunia. Pada tahun 2022 ekspor kopi Indonesia ke mancanegara mencapai 1,15 miliar USD. Kopi sendiri merupakan tanaman dengan menghasilkan buah yang dapat diolah menjadi berbagai jenis produk, salah satu produk olahan kopi yang sangat populer dikalangan masyarakat adalah minuman. Agar bisa dikonsumsi, biji kopi yang diperoleh dari buah kopi harus melalui serangkaian proses pengolahan terlebih dahulu. Proses pengolahan kopi ini dimulai dengan pengeringan biji kopi setelah dipanen, biasanya dilakukan di bawah sinar matahari atau menggunakan mesin pengering. Setelah biji kopi kering, lapisan kulitnya yang disebut *pergamant* akan dihilangkan melalui proses pengupasan. Selanjutnya, biji kopi akan mengalami proses *fermentasi* untuk menghilangkan lendir yang menempel. Setelah itu, biji kopi dikeringkan kembali untuk mengurangi kadar airnya. Setelah proses pengeringan selesai, biji kopi kemudian dipanggang untuk menghasilkan cita rasa dan aroma khas kopi (Sirappa et al., 2024).

Proses pemanggangan ini sangat mempengaruhi karakteristik akhir dari kopi yang dihasilkan (Arumsari et al., 2021). Setelah dipanggang, biji kopi kemudian dihancurkan menjadi bubuk menggunakan mesin penggiling kopi. Inilah yang kemudian kita kenal sebagai kopi bubuk. Dengan tingginya permintaan pasar dan banyaknya masyarakat yang mulai mengkonsumsi kopi tak jarang kopi yang beredar di pasar merupakan kopi campuran, hal ini banyak dilakukan penjual untuk mendapatkan keuntungan lebih. Maka dari hal tersebut dapat dilakukan penelitian yang dapat menjadi tolak ukur dalam mengetahui kemurnian kopi yang ada dipasar melalui alat deteksi yang dapat mengetahui tingkat kemurnian kopi bubuk yang ada, dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan alat deteksi kemurnian kopi bubuk.

Dalam proses pembuatan minuman kopi, kemurnian kopi bubuk sangatlah penting. Kemurnian yang baik akan memastikan cita rasa kopi yang optimal dan konsisten dalam setiap sajian. Saat ini, proses pengujian kemurnian kopi masih banyak dilakukan secara manual, yaitu dengan memanfaatkan tenaga operator manusia yang rentan terhadap kesalahan manusia dan memakan waktu. Dengan adanya alat bantu untuk pemantauan kemurnian kopi bubuk, hal ini dapat membantu para konsumen kopi dalam menentukan pilihan kopi bubuk dengan kadar kemurnian yang baik atau 100% kopi asli tanpa campuran. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mempermudah dalam penentuan kemurnian kopi bubuk adalah dengan pendekatan teknologi IoT.

Pada penelitian ini, akan dilakukan perancangan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi kemurnian dari kopi, dan untuk jenis kopi yang akan di deteksi yaitu kopi bubuk, sehingga penelitian ini tertarik untuk melakukan penelitian terhadap pengembangan sistem pendeteksi kemurnian kopi bubuk menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) guna meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam industri kopi. *Internet of Things* (IoT) merupakan jaringan perangkat yang terhubung secara nirkabel dan mampu saling berkomunikasi (Artono & Putra, 2019), baik antar perangkat maupun dengan platform pengolahan data di *cloud*. Dalam sistem pendeteksi kemurnian kopi bubuk yang menggunakan IoT, produsen kopi dapat memanfaatkan sensor-sensor canggih yang tersambung ke perangkat IoT untuk mengukur berbagai parameter penting terkait kemurnian kopi. Sensor-sensor ini dapat mengirimkan data hasil pengukurannya melalui jaringan nirkabel ke perangkat IoT, yang kemudian dapat diteruskan ke *platform* pengolahan data di *cloud* untuk dianalisis lebih lanjut.

2. METODE

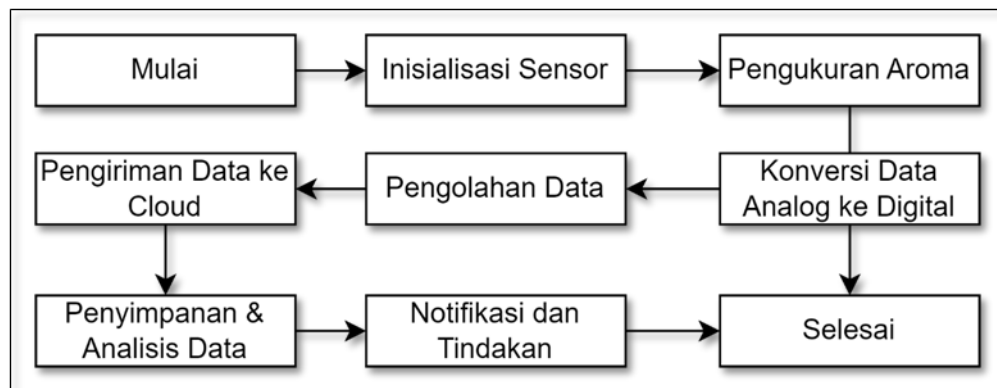
2.1 Prinsip Dasar Teknologi IoT

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggambarkan jaringan perangkat yang saling terhubung ke internet, yang mampu mengumpulkan, membagikan, dan menganalisis data secara real-time (Utomo Budiyanto et al., 2021). Dalam konteks pendeteksian kemurnian kopi, IoT dapat diimplementasikan dengan menggunakan sensor yang ditempatkan di lingkungan produksi kopi. Sensor-sensor ini bertugas mengumpulkan data mengenai kualitas kopi, yang kemudian dikirimkan ke server untuk dianalisis lebih lanjut guna mendeteksi keberadaan zat-zat yang dapat mempengaruhi kualitas produk kopi.

Salah satu alat yang dapat diintegrasikan dengan teknologi IoT untuk keperluan ini adalah rangkaian sensor yang telah di hubungkan dengan Arduino atau yang dikenal dengan *Electronic Nose* (E-Nose). E-Nose adalah instrumen yang didesain untuk mendeteksi aroma atau bau dengan menggunakan kumpulan sensor gas yang dapat meniru fungsi indra penciuman manusia (Sarno et al., 2019). Alat ini bekerja dengan cara menangkap aroma dari kopi yang sedang diuji, mengubahnya menjadi sinyal elektronik, dan menganalisis sinyal tersebut untuk membentuk pola yang merepresentasikan karakteristik aroma spesifik.

Model direct E-Nose memungkinkan pengambilan sampel aroma dengan menempatkan sensor pada jarak yang dekat dengan sumber aroma, meskipun masih terdapat potensi gangguan dari aroma lingkungan sekitarnya. Dalam industri pangan, khususnya pada pengolahan kopi, E-Nose memiliki berbagai aplikasi, termasuk untuk mendeteksi komposisi

serta kualitas kopi, dan membedakan aroma kopi murni dengan kopi campuran. Teknologi ini dianggap sebagai solusi yang praktis, serbaguna, dan efisien biaya dalam industri kopi. Rangkaian E-Nose dan Iot dapat di gambarkan dalam *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Pendeteksian Aroma dan IoT

Gambar 1 menggambarkan proses dari awal pendeteksian aroma oleh sensor hingga tindakan yang diambil oleh sistem IoT, seperti notifikasi atau intervensi otomatis. Proses dimulai dengan rangkaian sistem sensor dan IoT siap untuk melakukan pendeteksian. Rangkaian sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi aroma diaktifkan. Sensor melakukan kalibrasi dan inisialisasi untuk memastikan data yang diperoleh akurat. Sensor mendeteksi komponen kimia di udara yang berhubungan dengan aroma tertentu. Data berupa sinyal analog atau digital dikirimkan dari sensor ke mikrokontroler atau modul IoT. Jika sinyal yang diterima analog, konversi ke sinyal digital dilakukan melalui ADC (*Analog-to-Digital Converter*) pada mikrokontroler. Data yang diperoleh dari sensor diolah menggunakan algoritma yang dirancang untuk mengidentifikasi pola atau karakteristik aroma. Algoritma dapat menggunakan machine learning atau pengenalan pola untuk menganalisis jenis aroma tertentu. Hasil pengolahan dikirim ke server atau *platform cloud* IoT melalui protokol komunikasi (misalnya Wi-Fi, MQTT, atau HTTP). Data ini bisa berupa jenis aroma yang terdeteksi atau nilai dari setiap komponen aroma. Data disimpan di *cloud* untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis lebih mendalam dilakukan menggunakan big data atau AI untuk menemukan pola tertentu atau untuk keperluan monitoring waktu nyata. Jika aroma yang terdeteksi memenuhi kriteria tertentu (misalnya adanya gas berbahaya), sistem IoT dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui aplikasi, email, atau perangkat lain. Sistem juga dapat mengaktifkan tindakan tertentu, seperti menghidupkan kipas atau alarm.

2.2 Sensor MQ

Sensor adalah transduser yang berfungsi mengubah variasi gerak, panas, cahaya, sinar, magnetis, dan bahan kimia menjadi tegangan atau arus listrik. Sensor merupakan komponen penting dalam berbagai perangkat, berperan dalam mendeteksi dan mengukur besaran fisik tertentu. Kata *transduser* berasal dari bahasa latin *traducere*, yang berarti mengubah, dan mengacu pada kemampuan suatu alat untuk mengkonversi energi dari satu bentuk ke bentuk lain. Konversi energi ini bertujuan untuk mendukung kinerja perangkat yang menggunakan sensor tersebut (Dr. Muhammad Yusro & Dr. Aodah Diamah, 2019).

Salah satu jenis sensor yang sering digunakan adalah sensor MQ, yaitu serangkaian sensor gas yang efektif dan ekonomis dalam mendeteksi berbagai jenis gas. Setiap tipe sensor MQ dirancang untuk mendeteksi gas atau bahan kimia tertentu, yang dapat memberikan indikasi terkait kualitas atau kontaminasi dalam suatu produk, seperti kopi. Beberapa senyawa volatil yang dihasilkan oleh kopi yang tidak murni atau tercemar dapat dideteksi oleh sensor MQ, sehingga memudahkan identifikasi kontaminasi.

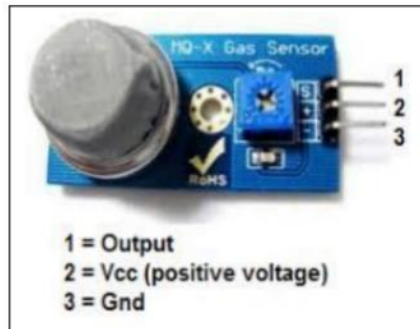
Dalam penelitian ini, digunakan lima sensor MQ dengan sensitivitas yang berbeda-beda. Tabel 1 menampilkan sensitivitas masing-masing sensor yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor-sensor tersebut memainkan peran penting dalam proses pendeteksian dan pengukuran, serta berkontribusi dalam analisis kualitas produk berdasarkan deteksi senyawa volatil.

Tabel 1 Jenis-jenis Sensor yang Digunakan

Sensor	Sensitivity to
MQ 2	LPG, i-butane, propane, methane, alcohol, H ₂ , smoke
MQ 3	Alkohol, Metana, Benzine, Heksana, LPG, Karbon Monoksida
MQ 4	Methane (CH ₄) Natural gas
MQ 7	CO (Carbon Monoxyde)
MQ 135	Carbon Dioxide (CO ₂)

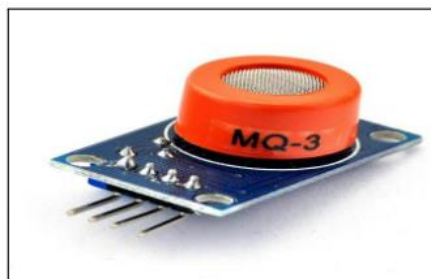
Sensor MQ 2 digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas mudah terbakar dan asap di udara dengan keluaran tegangan analog. Sensitivitasnya dapat disesuaikan melalui trimpot dan digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas seperti LPG, isobutane, propane, methane, alkohol, hidrogen, dan asap (Sari & Waliyuddin, 2021). Sensor ini mengukur konsentrasi gas dalam rentang 300 hingga 10.000 ppm, beroperasi pada suhu -20°C hingga 50°C, dan

mengonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V. Sensor menghasilkan tegangan 0-5V sesuai intensitas gas yang terdeteksi, yang kemudian diubah oleh ADC pada Arduino menjadi data digital 0-1023 dan dibaca pada serial monitor. Gambar 2 menunjukkan tampilan sensor MQ2.



Gambar 2. Sensor MQ2

Sensor MQ-3 terdiri dari lapisan kristal metaloksida (SnO_2) dengan konduktivitas rendah alam udara bersih. Resistansi sensor berubah saat mendeteksi gas alkohol (etanol) (Ismail et al., 2021), menurun dengan peningkatan konsentrasi etanol, sehingga tegangan keluaran meningkat. Interaksi permukaan SnO_2 dengan oksigen di udara pada suhu kamar menghambat aliran muatan di daerah sambungan kristal. Saat konsentrasi gas menurun, oksidasi mengurangi penyerapan oksigen, menurunkan resistansi sensor. Gambar 3 menunjukkan tampilan sensor MQ3.



Gambar 3. Sensor MQ3

Sensor MQ 4 memiliki material sensitif yang terdiri dari semikonduktor SnO_2 yang memiliki konduktivitas rendah dalam udara bersih. Saat gas target (metan) terdeteksi, konduktivitas sensor meningkat seiring dengan konsentrasi gas polutan. Gambar 4 menunjukkan tampilan sensor MQ4.



Gambar 4. Sensor MQ4

Sensor MQ-7 memiliki kepekaan tinggi terhadap gas CO (karbon monoksida), stabilitas kalibrasi yang baik, dan umur panjang (Ghina Muqita & Marpaung, 2024). Sensor ini digunakan untuk mendeteksi CO dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil. Fitur utamanya termasuk sensitivitas tinggi terhadap CO, stabilitas yang baik, dan umur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya heater 5V AC/DC dan catu daya rangkaian 5VDC, dengan jangkauan pengukuran 20 - 2000 ppm untuk mendeteksi karbon monoksida. Gambar 5 menunjukkan tampilan sensor MQ7.



Gambar 5. Sensor MQ7

Sensor MQ-135 mendeteksi berbagai gas seperti amonia (NH_3), nitrogen dioksida (NO_x), alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), benzena (C_6H_6), karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulfida (H_2S), dan asap. Sensor ini menghasilkan perubahan resistensi analog pada pin keluarannya, yang dapat dihubungkan ke pin ADC pada mikrokontroler atau pin input analog Arduino dengan satu resistor sebagai pembagi tegangan. Gambar 6 menunjukkan tampilan sensor MQ135.



Gambar 6. Sensor MQ135

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem IoT yang dirancang untuk mendeteksi kemurnian kopi menggunakan beberapa rangkaian sensor MQ yang dihubungkan ke mikrokontroler seperti Arduino. Setiap sensor berfungsi mengukur konsentrasi gas tertentu yang mungkin hadir di sekitar sampel kopi. Mikrokontroler ini terhubung ke internet melalui Wi-Fi atau modul komunikasi lainnya, memungkinkan data yang dikumpulkan untuk dikirim ke server atau *cloud* guna analisis lebih lanjut. Berikut gambaran rancangan arsitektur Sistem IoT yang akan diterapkan:

1. Sensor Array : Beberapa sensor MQ ditempatkan dalam sistem untuk mendeteksi berbagai jenis gas yang dapat mengindikasikan kemurnian atau adanya kontaminasi dalam kopi.
2. Mikrokontroler : Sensor-sensor tersebut terhubung ke mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi, yang bertindak sebagai pengendali utama sistem. Mikrokontroler membaca data dari sensor dan melakukan pemrosesan awal.
3. *Cloud Server* : Data yang dikumpulkan oleh mikrokontroler dikirimkan ke *cloud* untuk diproses lebih lanjut. Di *cloud*, algoritma atau perangkat lunak analisis data digunakan untuk membandingkan hasil deteksi sensor dengan standar kualitas kopi yang telah ditetapkan.
4. Aplikasi Pemantauan : Data yang sudah diproses kemudian disajikan kepada pengguna melalui aplikasi berbasis web atau seluler. Pengguna dapat memantau kualitas kopi secara real-time dan menerima peringatan jika terdeteksi adanya kontaminasi.

Pada penelitian ini dapat digambarkan sistem kerja dari rangkaian sensor, perangkat pendeteksi aroma kopi dihidupkan, yang terdiri dari modul IoT, mikrokontroler, dan sensor aroma. Sistem ini dirancang untuk memantau aroma kopi secara otomatis dalam lingkungan tertentu. Sensor aroma, seperti sensor gas MQ-3 atau MQ-135, diaktifkan untuk mendeteksi senyawa kimia volatil dalam aroma kopi. Proses ini melibatkan kalibrasi awal sensor untuk memastikan sensitivitas dan akurasi mereka dalam mendeteksi komponen aroma tertentu, seperti keton, fenol, dan senyawa volatil lainnya yang ada dalam kopi. Untuk memastikan bahwa perubahan aroma dapat ditangkap dengan baik, sensor mendeteksi aroma kopi di sekitarnya dan menghasilkan sinyal analog yang menunjukkan konsentrasi berbagai komponen kimia dalam udara. Sinyal analog yang dihasilkan sensor dapat diubah menjadi sinyal digital melalui pengubah analog ke digital yang terintegrasi dalam mikrokontroler. Data digital ini digunakan sebagai input untuk proses berikutnya. Algoritma yang dibuat untuk mengenali aroma kopi mengolah data yang telah dikonversi.

Dengan menggunakan metode mesin pembelajaran atau pengenalan pola, algoritma ini dapat membandingkan database aroma kopi yang telah diuji sebelumnya. Setelah pengolahan, data dikirim ke server atau platform *cloud* menggunakan modul komunikasi *Internet of Things* (IoT) seperti Wi-Fi atau LTE. Protokol komunikasi seperti MQTT atau HTTP digunakan untuk mengirimkan data dengan cepat dan aman. Jenis aroma yang terdeteksi, konsentrasi senyawa tertentu, dan waktu pendeteksian dapat menjadi bagian dari data yang dikirim. Data yang dikirim ke *cloud* disimpan untuk analisis.

Penyimpanan ini memungkinkan pemantauan waktu nyata (dalam waktu nyata) atau analisis historis terkait perubahan aroma kopi dalam jangka waktu tertentu. Analisis ini dapat mencakup pengenalan pola, klasifikasi aroma kopi, atau evaluasi kualitas berdasarkan parameter aroma yang terdeteksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan notifikasi kepada pengguna melalui dashboard IoT, aplikasi mobile, email, atau email. Sebagai contoh, jika aroma kopi tertentu diidentifikasi, notifikasi dapat dikirim untuk memberi tahu bahwa kopi sudah diseduh atau bahwa kopi harus diganti jika aroma tidak memenuhi standar kualitas. Jika aroma tertentu ditemukan, tindakan otomatis seperti mengaktifkan kipas ventilasi atau menghidupkan mesin brewing otomatis juga dapat dilakukan. Sistem kembali ke mode monitoring aroma untuk memantau kondisi aroma kopi setelah notifikasi atau tindakan dilakukan. Setiap siklus pendeteksian, proses ini dilakukan berulang.

4. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Sistem IoT untuk mendeteksi kemurnian kopi yang menggunakan sensor gas MQ, mikrokontroler, dan *cloud server* terbukti sebagai solusi yang inovatif dan efektif dalam memantau kualitas serta keamanan kopi. Sistem ini memungkinkan deteksi real-time terhadap senyawa volatil yang mengindikasikan adanya kontaminasi atau perubahan aroma, serta memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna. Dengan kemampuan analisis historis, pengusaha kopi dapat lebih mudah menjaga standar kualitas produk mereka. Penggunaan teknologi ini juga mendukung upaya menjaga keamanan produk sesuai standar yang telah ditetapkan. Saran untuk pengembangan lebih lanjut, penting untuk meningkatkan akurasi sistem dengan memperbaiki algoritma pembelajaran mesin serta memperluas basis data aroma kopi. Dengan lebih banyak data untuk dilatih, sistem dapat mengenali pola-pola aroma yang

lebih kompleks dan mendeteksi anomali dengan lebih baik, sehingga meningkatkan ketepatan dalam menjaga kualitas kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimurti, Y., Triyana, K., & Anggrahini, S. (2018). Portable Electronic Nose Sebagai Instrumen Untuk Diskriminasi Aroma Kopi Robusta Jawa Dan Robusta Sumatera Yang Terkorelasi Dengan Gas Chromatography Mass Spectrometry. *Jurnal Ilmu Fisika*, 10(2), 113-124.
- Artono, B., & Putra, R. G. (2019). Penerapan Internet Of Things (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.73>
- Arumsari, G. A., Surya, R., Irmasuryani, S., & Sapitri, W. (2021). Analisis Proses Roasting pada Kopi. *Jurnal Beta Kimia*, 1(2), 98–101. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jbkHalaman%7C98>
- Daiva, A. F. (2018). Klasifikasi Daging Sapi Berbasis Electronic Nose (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Daniel, Lazro Eko Putra, Ali Mahmudin, and Karina Auliasari. 2020. “Penerapan Iot (Internet Of Thing) Terhadap Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah Pada Lahan Perkebunan.” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 4(2):207–13. doi: 10.36040/jati.v4i2.2678.
- Dr. Muhammad Yusro, M. ., & Dr. Aodah Diamah, M. E. (2019). Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi. In Universitas Negeri Jakarta.
- Ghina Muqita, S., & Marpaung, A. (2024). Fa-87 Monitoring Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (Co) Dan Sulfur Dioksida (So 2). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, XII, 87–92.
- Ismail, Munaf, Arief Marwanto, and Muhamad Haddin. 2021. “Deteksi Kadar Alkohol Menggunakan Sensor MQ3 Berbasis Website.” *Infotekmesin* 12(1):88–92. doi: 10.35970/infotekmesin.v12i1.490.
- Magfira, D. B., & Sarno, R. (2018, March). Classification of Arabica and Robusta coffee using electronic nose. In 2018 *International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)* (pp. 645-650). IEEE.
- Muthmainnah, Muthmainnah, Imam Tazi, Suyono Suyono, Avin Ainur, Fajrul Falah, and Arum Sinda Santika. 2020. “Analisis Kandungan Minyak Babi Pada Minyak Kanola Melalui Klasifikasi Pola Hidung Elektronik (E-Nose) Berbasis Linear Diskriminan Analysis(LDA).” *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat* 17(1):14. doi: 10.20527/flux.v17i1.5132.
- Noviardi, Arif Budiman, Michael Franata. 2024. “Perancangan Prototype Pemantauan Polusi Udara Dalam Ruang Berbasis IoT Design.” 3(2):96–110.

- Ongo, E., Falasconi, M., Sberveglieri, G., Antonelli, A., Montevecchi, G., Sberveglieri, V., ... & Sevilla III, F. (2012). Chemometric discrimination of Philippine civet coffee using electronic nose and gas chromatography mass spectrometry. *Procedia Engineering*, 47, 977-980.
- Pranatha, A. A. (2012). Analisis Perbandingan Lima Metode Klasifikasi Pada Dataset Sensus Penduduk. *Jurnal Sistem Informasi*, 4(2), 127-134.
- Sari, I. P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A. K., Ramadhani, F., & Satria, A. (2024). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), 337-343.
- Sari, Y., & Waliyuddin, A. (2021). Alat Deteksi Polusi Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet of Things (Iot). *Tekinfor: Jurnal Bidang Teknik Industri Dan Teknik Informatika*, 22(2), 120–134. <https://doi.org/10.37817/tekinfor.v22i2.1768>
- Sirappa, M. P., Heryanto, R., & Silitonga, Y. R. (2024). Standardisasi Pengolahan Biji Kopi Berkualitas. *Warta BSIP Perkebunan*, 2(1), 18–25.
- Toci, A. T., & Boldrin, M. V. (2018). Coffee beverages and their aroma compounds. *In Natural and artificial flavoring agents and food dyes* (pp. 397-425). Academic Press.
- Utomo Budiyanto, Titin Fatimah, & Pipin Farida Ariyani. (2021). Pengenalan Internet of Things (IoT) sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Pegawai Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *KRESNA: Jurnal Riset Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 82–86.
- 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 & Systems*, 13(4).
- Yazid, H. (2021). Alat Uji Karbon Dioksida Pada Kopi Sebagai Indikator Kelayakan Untuk Dikonsumsi. *Prosiding SISFOTEK*, 5(1), 191-195.