

DOI: 10.29303/jrpb.v9i1.237
ISSN 2301-8119, e-ISSN 2443-1354
Tersedia online di <http://jrpb.unram.ac.id/>

TIPE *CHAMBER* DAN POSISI SENSOR *E-NOSE* UNTUK MENDETEKSI AROMA BIJI KOPI ROBUSTA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Chamber Type and E-Nose Sensors Position for Robusta Coffee Bean Aroma Detection using Microcontroller

Mareli Telaumbanua^{*}), Dwi Dian Novita, Sugeng Triyono, Christanty Saragih

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

Email^{*}): marelitelaumbanua@gmail.com atau mareli.telaumbanua@fp.unila.ac.id

Diterima: Desember 2020

Disetujui: Maret 2021

ABSTRACT

The distinctive taste of coffee and odor is influenced by coffee processing. The distinctive taste and odor of coffee is an important parameter used to classify and differentiate various coffees' types and quality. The development of increasingly sophisticated technology is characterized by technology that resembles the human nose's work, namely the Electronic nose (E-nose). E-nose is integrated with a microcontroller to facilitate data acquisition of each sensor voltage. Chamber type and E-nose sensor placement determine the level of stability of the coffee aroma measurement. In order to obtain a stable sensor voltage response pattern, it is necessary to modify the Chamber. Modifications are also applied at the position of the sensor so that the output voltage becomes more stable. Inner Chamber (Chamber A) with the sensor room's location and the sample space that is one. Outer Chamber (Chamber B) with a separate sensor Chamber and sample Chamber. The positioning of the sensor at the top, side, and bottom will determine the stable position. The addition of a mini diaphragm pump can produce a stable voltage pattern output. This study's results indicate that the use of E-nose on samples of Natural Robusta Coffee Beans is more stable using Chamber A. The best position for the sensors in this sample is the side placement. The stable condition of Chamber A, which is characterized by a graphical pattern generated horizontally, will be stable in the 5th minute. The stable condition on the side placement is indicated by the x coefficient in the mathematical model equation, which is closest to 0.

Keywords: *chamber; e-nose; microcontroller; natural robusta*

ABSTRAK

Rasa kopi dan aroma yang khas dipengaruhi oleh pengolahan kopi. Rasa dan aroma yang khas dari kopi merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengklasifikasi dan membedakan jenis serta kualitas beragam kopi. Perkembangan teknologi yang semakin canggih ditandai dengan adanya teknologi yang menyerupai kerja hidung manusia yaitu *Electronic nose (E-nose)*. *E-nose* terintegrasi dengan mikrokontroler untuk mempermudah akuisisi data tegangan setiap sensor. Jenis ruang dan penempatan sensor *E-nose* menentukan

tingkat kestabilan pengukuran aroma kopi. Untuk mendapatkan pola respon tegangan sensor yang stabil perlu dilakukan modifikasi *Chamber*. Modifikasi yang dilakukan juga pada posisi peletakan sensor sehingga keluaran tegangan menjadi lebih stabil. *Chamber* Dalam (*Chamber A*) dengan letak ruang sensor dan ruang sampel yang menjadi satu. *Chamber* Luar (*Chamber B*) dengan letak ruang sensor dan ruang sampel yang terpisah. Posisi peletakan sensor pada bagian atas, samping, bawah akan menentukan posisi stabil. Penambahan pompa mini diafragma dapat menghasilkan keluaran pola tegangan yang stabil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada penggunaan *E-nose* pada sampel Biji kopi Natural Robusta lebih stabil menggunakan *Chamber A*. Posisi peletakan sensor yang terbaik pada sampel ini adalah peletakan samping. Keadaan stabil *Chamber A* yang ditandai dengan pola grafik yang dihasilkan mendatar yang akan stabil pada menit ke 5. Keadaan stabil pada peletakan sisi samping ditunjukkan melalui nilai koefisien x pada persamaan model matematika yang paling mendekati angka 0.

Kata kunci: *chamber*; *e-nose*; mikrokontroler; natural robusta

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lampung merupakan salah satu produsen kopi robusta di Indonesia. Kopi robusta merupakan dapat tumbuh subur dengan di dataran rendah hingga ketinggian 800 m (Prastowo, *et al.*, 2010). Kopi robusta banyak diperdagangkan dalam bentuk bubuk, sangrai, instan, dan biji (Rohmah, 2010). Beberapa jenis pengolahan kopi robusta diantaranya adalah kopi natural robusta. Kopi natural robusta merupakan biji kopi robusta yang diolah dengan cara menggunakan sinar matahari. Bentuk biji kopi robusta yang menyerupai buah ceri diolah lengkap dengan keseluruhan lapisan-lapisan biji kopi. Pengolahan kopi robusta secara natural ini termasuk dalam pengolahan biji kopi kering.

Syarat mutu khusus untuk kopi robusta pengolahan kering berdasarkan SNI biji kopi nomor 01-2907-2008 terdapat pada Tabel 1. Mutu biji kopi robusta dapat dilihat dari penampakan luar, tekstur, cita rasa, dan aroma (Sudarmaji & Ediati, 2011). Menurut Guarrasi, *et al.* (2014), aroma merupakan parameter yang paling utama dalam menentukan kualitas bahan makanan termasuk kopi.

Pada umumnya, pengujian kualitas kopi menggunakan metode organoleptik. Penerapan metode organoleptik biasanya menggunakan indra penciuman untuk

mendapatkan aroma kopi. Hasil analisis indra penciuman manusia tidaklah akurat. Keadaan ini disebabkan kurangnya tingkat kesensitivitasan dan konsistensi indra penciuman (Harun, *et al.*, 2011). Setiap orang memiliki kemampuan indra penciuman yang berbeda yang dapat berubah oleh pengaruh kesehatan. Melalui pertimbangan ini, pengukuran kualitas kopi menggunakan indra penciuman, tidak selalu dapat dijadikan acuan presisi. Untuk itu diperlukan suatu teknologi yang dapat mendeteksi tingkat aroma kopi dengan sistem kerja yang menyerupai hidung manusia. Teknologi yang menyerupai hidung manusia yaitu *Electronic Nose (E-nose)*.

Tabel 1. Syarat mutu khusus kopi robusta pengolahan kering

Ukuran	Kriteria	Satuan	Persyaratan
Besar	Tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (Sieve No. 16)	%Fraksi massa	Maks lolos 5
Kecil	Lolos ayakan diameter 6,5 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 3,5 mm (Sieve No.9)	%Fraksi massa	Maks lolos 5

E-nose merupakan sensor kimia elektronik dengan spesifisitas parsial dan

sistem pengenalan pola yang tepat, yang mampu mengenali aroma sederhana atau kompleks (Gardner & Bartlett, 1994). Mekanisme kerja *E-nose* dimulai dari penciuman aroma yang ditangkap masuk ke arah larik sensor dan diproses. Pra pemrosesan berlangsung dan dilanjutkan dengan pengenalan pola yang berupa tegangan listrik. Tahapan kerja *E-nose* sangat mirip dengan proses pengenalan dan penciuman pada manusia (Arshak, *et al.*, 2004). Menurut Lintang, *et al.*, (2016), sensor *e-nose* terdiri dari ruang sampel, ruang sensor, mikrokontroler, dan komputer.

Aroma yang masuk ke larik sensor, sangat bergantung pada kondisi *Chamber* dan penempatan sensor. Kondisi *Chamber* dan penempatan sensor yang kurang baik akan menghasilkan tegangan yang tidak stabil atau stabil dalam waktu yang lama. Keadaan ruang sensor (*Sensor Chamber*) dan ruang sampel (*Sample Chamber*) yang menjadi kesatuan dapat menyatakan waktu stabil sensor pada menit ke 30 (Lapanporo, 2010). Keadaan ruang sensor (*Sensor Chamber*) dan ruang sampel (*Sample Chamber*) yang terpisah tidak menjelaskan waktu stabil sensor (Lelono dan Chairiawan, 2013). Kondisi seperti ini menyebabkan dilakukannya kajian tentang penggunaan rancangan *Chamber* yang tepat sehingga menghasilkan waktu stabil sensor yang cepat. Perancangan *Chamber* yang memiliki ruang sensor dan ruang sampel menjadi satu kesatuan serta dengan penambahan pompa disebut *Chamber* Dalam. Perancangan *Chamber* yang memiliki ruang sensor dan ruang sampel yang terpisah serta diikuti dengan penambahan pompa disebut *Chamber* luar.

Hal yang dapat mempengaruhi kinerja dari sistem *E-nose* salah satunya adalah peletakkan sensor-sensor kimia dan gas yang berada di dalam *Chamber sensor*. Posisi sensor-sensor kimia dan gas mempengaruhi keluaran pola-pola respon tegangan. Peletakan atau posisi sensor dapat mempengaruhi respon tegangan. Hal Hal ini disebabkan sifat gas yang mudah mengalir

(berpindah) dari tekanan yang tinggi menuju tekanan yang rendah ataupun pengaruh disebabkan hembusan. Bentuk sensor juga mempengaruhi pola stabilitas terhadap aliran gas (aroma) yang dikeluarkan oleh kopi. Untuk itu, perlu dilakukan kajian tentang posisi peletakan dan menghasilkan respon tegangan sensor yang stabil. Peletakan sensor dilakukan pada bagian atas, samping, dan bawah *Chamber*.

Data tegangan listrik sensor gas diakuisisi oleh mikrokontroler dan disimpan dalam kartu penyimpanan digital. Posisi pemilihan *Chamber*, peletakan sensor, pompa, ruang sampel yang tepat, sangat penting untuk menghasilkan pengukuran yang tingkat presisi yang tinggi dan stabil.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan rekomendasi tipe *Chamber* dan posisi peletakan sensor *e-nose* untuk rancangan pendeteksi cepat aroma kopi. Pola tegangan listrik dikonversi ke dalam nilai analog digital *converter* mikrokontroler dari berbagai jenis sensor *e-nose* yang diletakkan pada *Chamber* (ruang) sirkulasi aroma kopi. Hasil penelitian ini menjadi dasar untuk posisi peletakan sensor untuk perancangan pendeteksi aroma kopi berbasis *e-nose* agar menghasilkan tingkat presisi dan kestabilan pengukuran yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

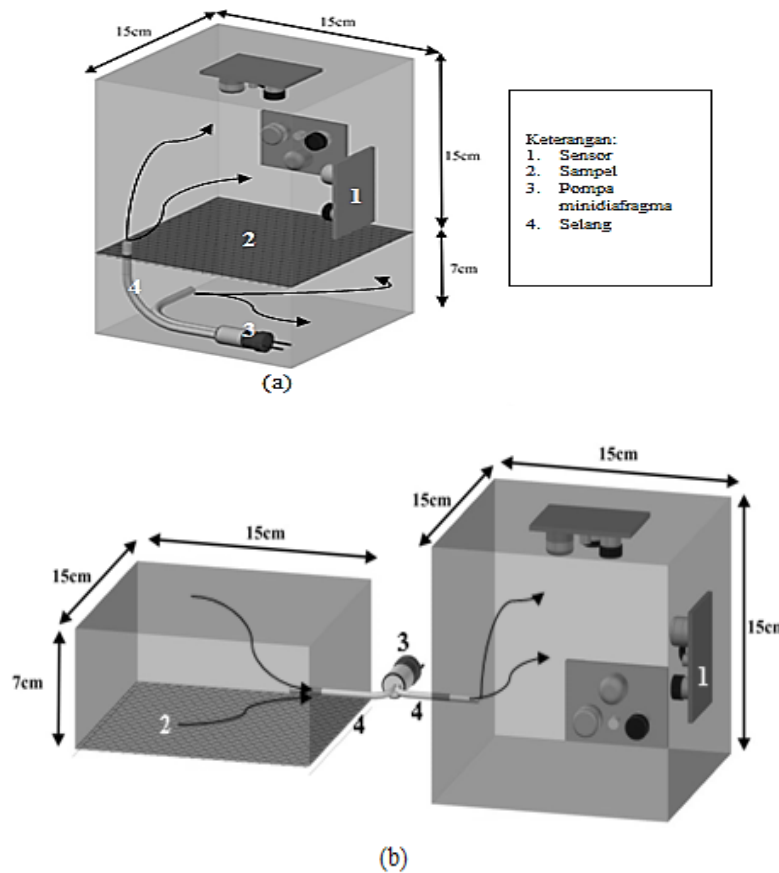
Alat yang digunakan yaitu sensor yang terdiri dari sensor MQ 136 (Sensor 1) yang mendeteksi H₂S, TGS 2602 (Sensor 2) yang mendeteksi ethanol, amonia, H₂S dan VOCs, TGS 822 (Sensor 3) yang mendeteksi *ethanol* dan *solvent vapors*, dan TGS 826 (Sensor 4) yang mendeteksi hidrogen, butana, amonia, dan *ethanol*. Peralatan yang digunakan selain sensor adalah mikrokontroler ATmega 2560, *Chamber* berbahan kaca (*Chamber* dalam dan *Chamber* luar) dengan tebal 3 mm, pompa mini diafragma 12 vdc, oksigen cair

kaleng, selang pompa, *power supply* 12v, dan LCD (16x2). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopi berjenis Natural Robusta dari Temanggung.

Metode

Sensor *E-Nose* bekerja mendeteksi perubahan konduktansi udara akibat pengaruh gas yang ada berada di antara probe sensor. Sifat gas yang mudah berpindah, menyebabkan aroma kopi harus dikumpulkan di dalam *Chamber* agar mudah diukur. Untuk mendapatkan aroma kopi yang kuat, diperlukan sirkulasi yang melintasi permukaan kopi. Sejauh ini, terdapat 2 tipe sirkulasi udara untuk mengeluarkan aroma kopi, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Sirkulasi langsung yaitu kopi dan sensor pada satu ruang disebut *Chamber Dalam*. Sirkulasi aroma kopi tidak langsung terdiri dari ruang kopi dan ruang sensor yang terpisah. Sirkulasi deteksi aroma kopi tidak langsung

disebut *Chamber Luar*. Perbedaan *Chamber Dalam* dan *Chamber Luar* adalah letak ruang sensor dan ruang sampel. Peletakan pompa mini diafragma pada *Chamber Dalam* terletak di dalam *Chamber* sedangkan pada *Chamber Luar* terletak di luar *Chamber* (Gambar 1). Pemisahan *Chamber* ini digunakan untuk mencegah kejenuhan sensor mendeteksi perubahan secara cepat dan stabil untuk penggunaan jangka waktu panjang. Atas pertimbangan tersebut *Chamber* yang digunakan adalah *Chamber Dalam* dan *Chamber Luar*. Sebanyak 4 Sensor *E-Nose* yang digunakan dalam penelitian melekat (menempel) tegak lurus pada *circuit board* sensor. Variasi penempatan sensor *E-Nose* di dalam variasi *Chamber* ada tiga, yaitu penempatan Atas, penempatan Samping, dan penempatan Bawah. Keadaan suhu di dalam *Chamber* adalah sekitar 25°C. Pengamatan dilakukan setelah keadaan alat sudah dirangkai dan siap untuk mengambil data.



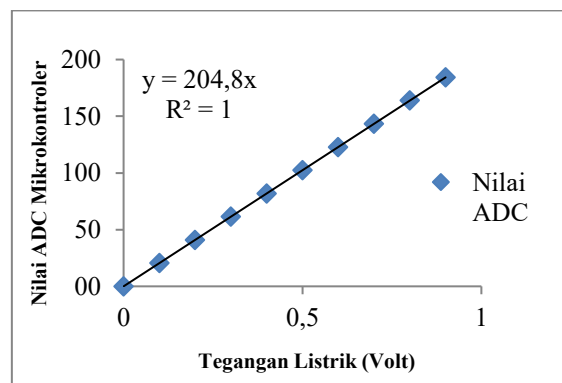
Gambar 1. (a) *Chamber Dalam (Chamber A)* dan (b) *Chamber Luar (Chamber B)*

Rancangan *Chamber* memiliki sifat yang kedap udara. Keadaan ini diharuskan untuk mencegah udara luar masuk ke dalam *sample Chamber* atau *sensor Chamber*. *Chamber* berbahan kaca sangat cocok digunakan sebagai bahan pembuatan *Chamber* (Pearce, *et al.*, 2003). Letak keempat sensor tersebut menjadi satu atau di dalam satu papan sensor. Perbedaan *Chamber* Dalam dan *Chamber* Luar terletak pada penempatan *sample Chamber* dan *sensor Chamber* (Gambar 1). Letak *sample Chamber* dan *sensor Chamber* pada *Chamber* Dalam menjadi satu kesatuan sedangkan letak *sample Chamber* dan *sensor Chamber* pada *Chamber* Luar terpisah. Variasi peletakan sensor yang digunakan adalah pada bagian atas, samping, dan bawah. Pengamatan yang dilakukan pada *Chamber* Dalam pada variasi peletakan atas, samping, bawah. Pengamatan yang dilakukan pada *Chamber* Luar pada variasi peletakan atas, samping, bawah. Sensor yang digunakan yaitu MQ 136, TGS 2602, TGS 822, dan TGS 826. Sensor MQ 136 mendeteksi aroma H₂S. TGS 2602 adalah sensor yang memiliki sensitivitas yang tinggi pada aroma amonia dan H₂S (Putra, *et al.*, 2016). TGS 822 adalah sensor yang memiliki sensitivitas terhadap etanol. TGS 826 adalah sensor yang memiliki sensitivitas sensor terhadap aroma Amonia (Figaro, 2004). Penambahan pompa mini diafragma diharapkan udara yang dihantarkan lebih stabil.

Prosedur pengambilan data dimulai dengan mempersiapkan alat dan Kopi Natural Robusta. Sampel kopi sebanyak 50 gram disusun acak dan merata pada tempat sampel. Pengamatan dilakukan selama 60 menit pada satu kali pengukuran ulangan. Pengukuran ulangan diambil sebanyak 3 kali. Jeda pengambilan data pada pengukuran ulangan pertama dan pengukuran ulangan kedua dilakukan pemberian oksigen. Pemberian oksigen dilakukan selama 2 menit. Jarak pemberian oksigen ke arah sensor sejauh 0,3 cm. Tekanan pada oksigen yang digunakan adalah sebesar 3 NL/min °C in O₂.

Tujuannya adalah untuk menetralkan kondisi sensor yang sebelumnya sudah digunakan. Data pengamatan yang didapatkan diinput ke dalam *Ms. Excel*.

Jenis sensor MQ 136 (Sensor 1), TGS 2602 (Sensor 2), TGS 822 (Sensor 3), dan TGS 826 (Sensor 4) menghasilkan tegangan listrik yang dikonversikan oleh mikrokontroler dalam bentuk nilai ADC (Gambar 2). Nilai tegangan listrik yang dihasilkan pada *Chamber* Dalam dan *Chamber* Luar pada masing-masing varian peletakan, diinput ke dalam *Ms. Excel*.



Gambar 2. Hubungan Nilai ADC Mikrokontroler dengan Tegangan Listrik

Pengambilan data selama 60 menit pada satu kali pengukuran ulangan. Pengambilan data selama 60 menit menghasilkan data sebanyak 13 data, yaitu pada menit ke 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, dan 60. Ulangan pengukuran sebanyak 3 kali direrata dan diolah dalam bentuk grafik. Sebelum diolah keseluruhan data dilakukan uji homogenitas. Uji ini dilakukan untuk melihat seberapa homogennya tingkat data yang dihasilkan pada ulangan pengukuran. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji-t. Uji-t terdapat di dalam *Ms. Excel* dan menghasilkan nilai t stat dan t critical. Jika $t\text{-stat} < t\text{-critical}$, ulangan tersebut dikatakan tidak beda nyata (homogen). Nilai alpha yang digunakan adalah 10%. Grafik yang diolah menghasilkan grafik linear yang memiliki nilai koefisien x dan R². Nilai koefisien x yang mendekati 0, menunjukkan bahwa grafik tersebut menuju ke dalam keadaan stabil, tetapi peningkatan atau

penurunan kestabilan menyebabkan nilai koefisien x menjauhi nilai 0. Nilai koefisien x yang mendekati 0, menyebabkan nilai R^2 mendekati 0. Pada grafik linear 2 dimensi, nilai tegangan sensor yang tidak mengalami kenaikan atau penurunan menunjukkan koefisien 0 (pola horizontal).

Analisis data yang digunakan adalah uji-t, persamaan regresi, dan koefisien determinasi (R^2). Uji-t digunakan untuk menguji tingkat homogenitas pada masing-masing ulangan pengukuran. Persamaan regresi dan koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk melihat keadaan grafik yang stabil. Keadaan ini ditandai dengan nilai koefisien x yang mendekati 0.

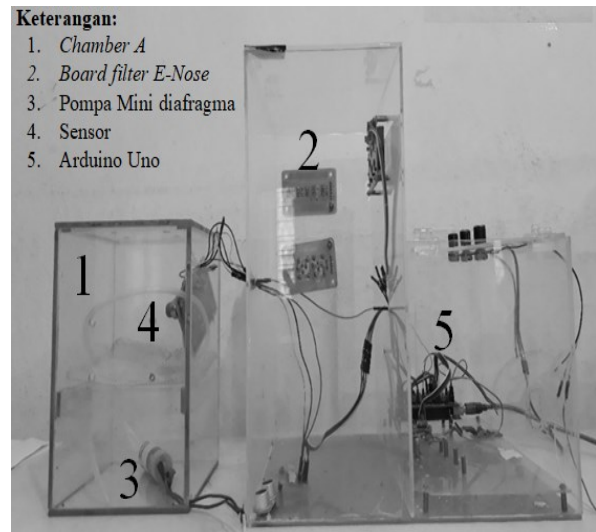
HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi Chamber Kopi

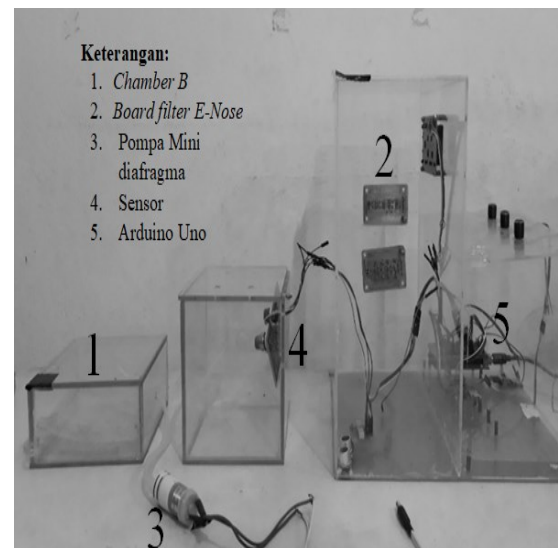
Modifikasi *Chamber* (ruang sirkulasi aroma kopi) pada penelitian ini bertujuan untuk mengubah bentuk dan ukuran *Chamber* kopi, tanpa menghilangkan fungsi utamanya. Modifikasi tersebut adalah peletakan posisi sensor gas *E-nose* pada berbagai lokasi di *Chamber* kopi yang tersedia. Seluruh sensor gas *E-nose* melekat tegak lurus pada *circuit board* sensor. Posisi peletakan sensor gas *E-nose* pada *Chamber* diharapkan dapat meningkatkan kestabilan tegangan listrik yang dihasilkan yang direkam oleh mikrokontroler.

Perbedaan *Chamber* dalam (*Chamber A*) dan *Chamber* luar (*Chamber B*) adalah tempat peletakan ruang sensor dan ruang sampel. Selain itu, perbedaan lainnya adalah ukuran *Chamber*. Hal ini diakibatkan penempatan *circuit board* sensor gas *E-nose* dan pada ruang sampel yang berbeda. Namun, volume kedua *Chamber* ini tetap sama. Peletakan *circuit board* sensor pada *Chamber* Dalam menjadi satu, sehingga ukurannya adalah 15 cm x 15 cm x 22 cm. Besar volume *Chamber* Dalam adalah 4950 cm³. *Chamber* Dalam dapat ditampilkan pada Gambar 3. Peletakan ruang sensor dan ruang sampel pada *Chamber* Luar berbeda, sehingga ukuran masing-masing ruangnya adalah 15 cm x 15 cm x 15 cm

dan 15 cm x 15 cm x 7 cm. Besar volume *Chamber* Luar adalah 4950 cm³. *Chamber* Luar ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3. E-nose dengan penggunaan Chamber Dalam (*Chamber A*)



Gambar 4. E-nose dengan penggunaan Chamber Luar (*Chamber B*)

Uji Homogenitas

Uji homogenitas penelitian ini menggunakan uji-t. Uji dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara pengulangan pengukuran kesatu (1), kedua (2), dan ketiga (3). Uji-t dilakukan antara ulangan pengukuran 1 dan 2 (UP1 dan UP2), 1 dan 3 (UP1 dan UP3), serta 2 dan 3 (UP2 dan UP3). Jika $t\text{-stat} < t\text{-critical}$, maka tidak terdapat perbedaan signifikan antara ulangan pengukuran tersebut atau homogen

Tabel 2. Hasil pengolahan uji homogenitas pada *Chamber A*

Peletakan	Sensor	UP1 dan UP2		UP1 dan UP3		UP2 dan UP3	
		<i>t-stat</i>	<i>t-crit</i>	<i>t-stat</i>	<i>t-crit</i>	<i>t-stat</i>	<i>t-crit</i>
Atas	MQ 136	-68,829	1,782	-49,713	1,782	5,791	1,782
	TGS 2602	-58,175	1,782	-36,61	1,782	-0,523	1,782
	TGS 822	-84,904	1,782	-133,279	1,782	-9,450	1,782
	TGS 826	-65,729	1,782	-91,656	1,782	-7,348	1,782
Samping	MQ 136	3,488	1,782	15,297	1,782	8,684	1,782
	TGS 2602	-7,447	1,782	0	1,782	9,535	1,782
	TGS 822	0,561	1,782	1,477	1,782	0,561	1,782
	TGS 826	3,810	1,782	-4,381	1,782	-11,195	1,782
Bawah	MQ 136	-5,070	1,782	-9,144	1,782	2,451	1,782
	TGS 2602	-5,057	1,782	-9,550	1,782	2,335	1,782
	TGS 822	-4,601	1,782	-8,100	1,782	2,540	1,782
	TGS 826	-4,098	1,782	-7,081	1,782	2,629	1,782

(Widiyanto, 2013). Uji-t yang dihasilkan dari pengolahan *paired two sample of means* yang terdapat pada menu data analisis *Ms. Excel*. *Alpha* yang digunakan adalah 10% atau 0,1.

Chamber Dalam (Chamber A)

Tegangan sensor yang dianalisis adalah data tegangan keseluruhan pada *Chamber* Dalam. Tingkat homogenitas ulangan data pengukuran posisi sensor pengukuran tinggi saat keseluruhan ulangan pengukuran yang dianalisis menunjukkan hasil homogen. Hasil analisis pengolahan uji

homogenitas dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Data yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi pada peletakan atas adalah TGS 2602 (Sensor 2), TGS 822 (Sensor 3), dan TGS 826 (Sensor 4). Pada peletakan samping yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi adalah hanya pada Sensor TGS 822 (Sensor 3). Pada peletakan bawah tidak ada sensor yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi. Kesimpulan dari uji homogenitas ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kesimpulan uji homogenitas pada *Chamber A*

Peletakan	Sensor	Pengukuran	Hasil Homogenitas
Atas	Sensor 1	1 dan 2 ; 1 dan 3	Homogen
	Sensor 2	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 3	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 4	1, 2, 3	Homogen
Samping	Sensor 1	-	Tidak Homogen
	Sensor 2	1 dan 2; 1 dan 3	Homogen
	Sensor 3	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 4	2 dan 3; 1 dan 3	Homogen
Bawah	Sensor 1	1 dan 2; 1 dan 3	Homogen
	Sensor 2	1 dan 2; 1 dan 3	Homogen
	Sensor 3	1 dan 2; 1 dan 3	Homogen
	Sensor 4	1 dan 2; 1 dan 3	Homogen

Chamber Luar (Chamber B)

Tingkat homogenitas ulangan data hasil pengukuran posisi sensor menjadi tinggi saat keseluruhan ulangan pengukuran yang dianalisis menunjukkan hasil homogen. Hasil analisis pengolahan uji homogenitas pada Chamber luar ditunjukkan pada Tabel 4.

Data dari pengukuran Chamber B lebih banyak yang homogen atau yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi. Sensor yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi pada peletakan atas adalah pada

Sensor TGS 2602 (Sensor 2), TGS 822 (Sensor 3), dan TGS 826 (Sensor 4). Sensor yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi pada peletakan samping adalah Sensor MQ 136 (Sensor 1) dan TGS 2602 (Sensor 2). Sensor yang memiliki tingkat homogenitas yang tinggi pada peletakan bawah adalah pada Sensor MQ 136 (Sensor 1), TGS 2602 (Sensor 2), TGS 822 (Sensor 3), dan TGS 826 (Sensor 4). Kesimpulan uji homogenitas pada Chamber B ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil pengolahan uji homogenitas pada Chamber B

Peletakan	Sensor	UP1 dan UP2		UP1 dan UP3		UP2 dan UP3	
		<i>t-stat</i>	<i>t-crit</i>	<i>t-stat</i>	<i>t-crit</i>	<i>t-stat</i>	<i>t-crit</i>
Atas	MQ 136	3,356	1,782	1,674	1,782	-3,506	1,782
	TGS 2602	-1,477	1,782	-5,035	1,782	-2,992	1,782
	TGS 822	-3,811	1,782	-6,04	1,782	-1,759	1,782
	TGS 826	0	1,782	0,577	1,782	1,046	1,782
Samping	MQ 136	0,647	1,782	-7,981	1,782	-14,751	1,782
	TGS 2602	-0,331	1,782	-0,935	1,782	-0,898	1,782
	TGS 822	-1,477	1,782	41,279	1,782	41,860	1,782
	TGS 826	-5,515	1,782	76,485	1,782	56,999	1,782
Bawah	MQ 136	-8,831	1,782	-21,08	1,782	-5,733	1,782
	TGS 2602	-7,042	1,782	-15,748	1,782	-1,047	1,782
	TGS 822	-5,196	1,782	-7,801	1,782	-8,401	1,782
	TGS 826	-9,967	1,782	-21,227	1,782	-4,977	1,782

Tabel 5. Kesimpulan uji homogenitas pada Chamber B

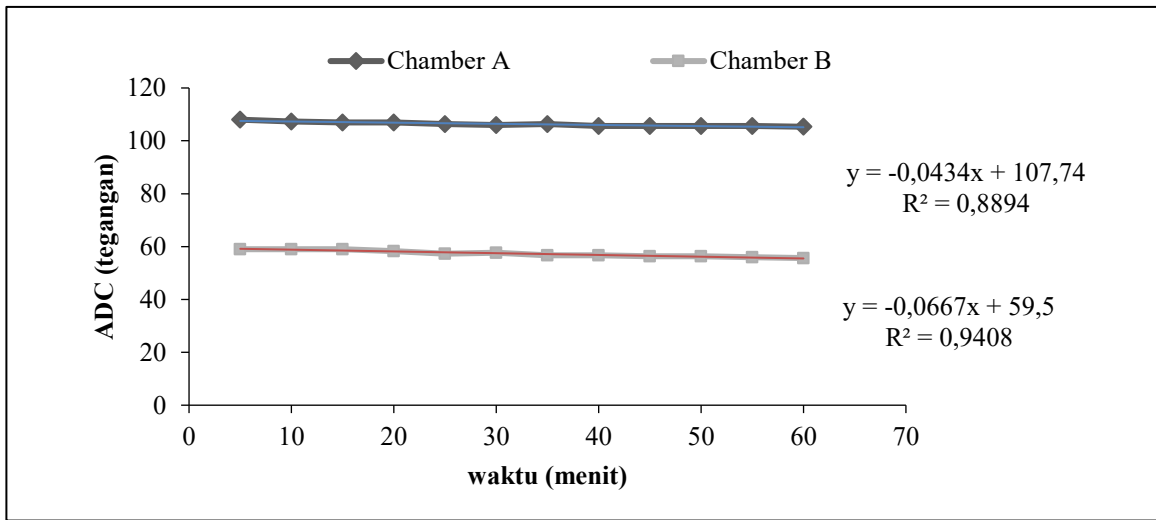
Peletakan	Sensor	Pengukuran	Hasil Homogenitas
Atas	Sensor 1	2 dan 3; 1 dan 3	Homogen
	Sensor 2	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 3	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 4	1, 2, 3	Homogen
Samping	Sensor 1	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 2	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 3	1 dan 2	Homogen
	Sensor 4	1 dan 2	Homogen
Bawah	Sensor 1	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 2	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 3	1, 2, 3	Homogen
	Sensor 4	1, 2, 3	Homogen

Chamber yang Stabil

Chamber yang stabil ditandai dengan nilai koefisien x yang mendekati 0. Cara mencari Chamber yang stabil ini dengan mengelompokkan pola kurva data sensor dalam grafik. Di dalam satu grafik terdiri dari posisi peletakan, jenis sensor, dan tipe Chamber. Contoh isi grafiknya adalah pada peletakan atas pada sensor 1, terlihat pola koefisien x yang dihasilkan dan perbandingannya. Contoh pengolahan

grafik untuk menentukan Chamber yang stabil dapat dilihat pada Gambar 5.

Grafik pada Gambar 5 diolah dari keseluruhan peletakan *circuit board* sensor gas yang digunakan. Pada posisi peletakan *circuit board* sensor di atas, samping, bawah menunjukkan Chamber yang paling stabil adalah penggunaan tipe Chamber A. Tabel 6 menunjukkan rincian hasil homogenitas berbagai posisi sensor dari Chamber B.



Gambar 5. Pola tegangan sensor pada Chamber yang stabil

Tabel 6. Homogenitas nilai stabilitas Chamber

Peletakan	Sensor	Chamber A		Chamber B		Kesimpulan
		X	R ²	X	R ²	
Atas	MQ 136	-0,0434	0,8894	-0,0667	0,9408	Chamber A
	TGS 2602	-0,0403	0,8316	-0,0569	0,8698	Chamber A
	TGS 822	-0,0177	0,4455	-0,0354	0,8655	Chamber A
	TGS 826	-0,0294	0,757	-0,0347	0,7724	Chamber A
Samping	MQ 136	-0,0142	0,3845	-0,0853	0,9677	Chamber A
	TGS 2602	-0,0242	0,5253	-0,0979	0,9326	Chamber A
	TGS 822	-0,0207	0,6621	0,0042	0,0531	Chamber A
	TGS 826	-0,0075	0,1678	0,0005	0,0009	Chamber A
Bawah	MQ 136	-0,0457	0,4129	-0,0734	0,9518	Chamber A
	TGS 2602	-0,0536	0,5419	-0,0807	0,9528	Chamber A
	TGS 822	-0,0191	0,1422	-0,0228	0,5997	Chamber A
	TGS 826	-0,0357	0,2946	-0,0096	0,4249	Chamber B

Peletakan Sensor yang Stabil

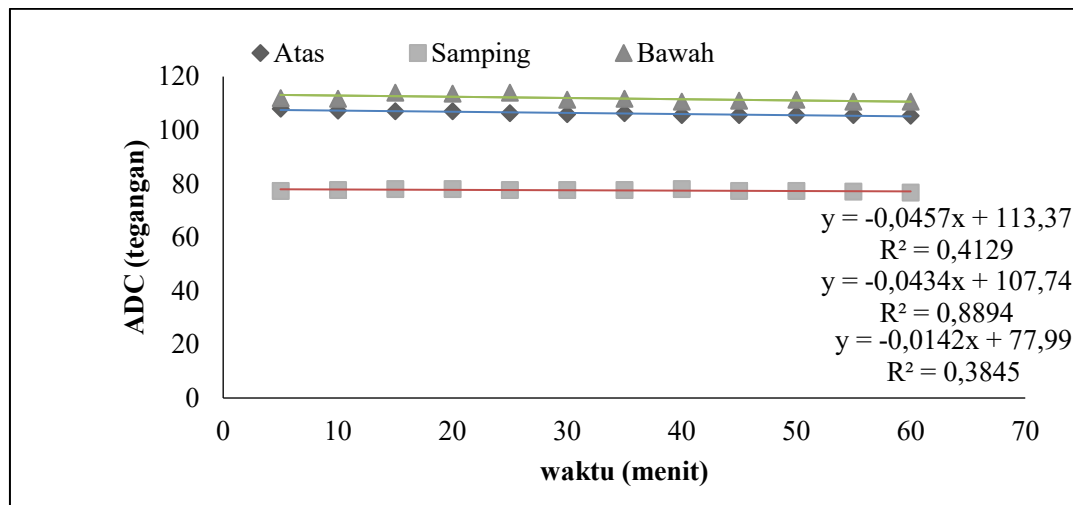
Terdapat tiga variasi peletakan *circuit board* sensor *E-nose* yaitu posisi di atas, samping, dan bawah. Nilai koefisien x mendekati 0 menunjukkan grafik tersebut stabil. Peletakan yang stabil didapatkan

dengan mengolah data menjadi grafik. Pengolahan data menjadi grafik berbeda dengan pengolahan data grafik seperti mencari Chamber yang stabil. Pengolahan ini berdasarkan Chamber dan Sensor seperti Gambar 6.

Pengolahan data untuk mencari peletakan *circuit board* sensor *E-nose* terbaik pada *Chamber A* menggunakan nilai koefisien x yang mendekati 0 dari pola grafik pada Gambar 6. Hasil pengolahan pada *Chamber A* ini disimpulkan bahwa peletakan samping merupakan peletakan yang paling stabil. Hasil *Chamber A* pada peletakan terbaik disajikan pada Tabel 7.

Hasil pengolahan grafik *Chamber B* memiliki nilai yang sangat beragam. Sensor

MQ 136 (Sensor 1) dan Sensor 2 (TGS 2602) memiliki peletakan yang stabil yang sama, yaitu peletakan di atas. Sensor 3 (TGS 822) memiliki peletakan yang stabil, yaitu posisi di bawah. Sensor 4 (TGS 826) memiliki peletakan yang stabil, yaitu peletakan di samping. Hasil *Chamber B* pada peletakan terbaik disajikan pada Tabel 8.



Gambar 6. Pola tegangan sensor yang stabil

Tabel 7. Hasil *Chamber A* pada peletakan terbaik

Sensor	Atas		Samping		Bawah		Kesimpulan
	X	R ²	x	R ²	x	R ²	
MQ 136	-0,043	0,8894	-0,014	0,3845	-0,045	0,4129	Samping
TGS 2602	-0,04	0,8316	-0,024	0,5253	-0,053	0,5419	Samping
TGS 822	-0,017	0,4455	0,0042	0,0531	-0,019	0,1422	Samping
TGS 826	-0,029	0,757	-0,007	0,1678	-0,035	0,2946	Samping

Tabel 8. Hasil *Chamber B* pada peletakan terbaik

Sensor	Atas		Samping		Bawah		Kesimpulan
	X	R ²	x	R ²	x	R ²	
MQ 136	-0,066	0,9408	-0,085	0,9677	-0,073	0,9518	Atas
TGS 2602	-0,056	0,8698	-0,097	0,9326	-0,080	0,9528	Atas
TGS 822	-0,035	0,8655	-0,020	0,6621	-0,022	0,5997	Bawah
TGS 826	-0,034	0,7724	0,0005	0,0009	-0,009	0,4249	Samping

Hasil analisis penggunaan *Chamber* dalam (*Chamber A*) dan *Chamber* luar (*Chamber B*) untuk mendeteksi stabilitas

aroma kopi telah menunjukkan hasil yang berbeda. Demikian juga peletakan posisi sensor dapat mempengaruhi hasil stabilitas

pendeteksian aroma kopi. Dari hasil analisis diperoleh penggunaan jenis *Chamber A* dan peletakan sensor pada sisi samping adalah yang terbaik untuk deteksi aroma kopi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang Modifikasi *Chamber* dan Uji Coba *Electronic Nose (E-Nose)* pada Biji Kopi, dapat disimpulkan bahwa *Chamber* Dalam (*Chamber A*) pada variasi peletakan atas, samping, bawah lebih stabil dibandingkan *Chamber* Luar (*Chamber B*). Keadaan stabil dimulai dari menit ke 5 dan ditandai dengan pola grafik yang dihasilkan mendatar yang homogen. Peletakan samping merupakan peletakan yang terbaik dibandingkan variasi peletakan lainnya. Keadaan stabil peletakan samping ini dimulai dari menit ke 5 dan grafik pola stabil yang ditandai dengan gradien mendekati 0. Sensor 2 (TGS 2602), Sensor 3 (TGS 822), dan Sensor 4 (TGS 826) merupakan sensor yang terbaik. Tiga sensor ini memiliki tingkat tidak beda nyata yang tinggi antar ulangan pengukuran.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis dan tingkat *noise* sensor ataupun aroma kopi yang tidak merata melalui pendekatan jaringan syaraf tiruan.

DAFTAR REFERENSI

- Arshak, K., Moore, E., Lyons, G. M., Harris, J., & Clifford, S. (2004). A Review of gas sensors employed in electronic nose applications. *Sensor Review*, 24(2), 181–198.
- Figaro. (2004). *TGS 826-For the Detection of Ammonia*. [pdf] Figaro USA. Tersedia di: <www.figarosensor.com/TGS826.pdf> [Diakses pada 2 Juni 2020]
- Gardner, W. J., & Bartlett, P. N. (1994). A brief history of electronic noses. *Sensor and Actuators*, 18(19), 211–220.
- Guarrasi, V., Giacomazza, D., Germana, M. A., Amenta, M., & Biagio, P. L. S. (2014). Monitoring the shelf-life of minimally processed fresh-cut apple slices by physical-chemical analysis and electronic nose. *Agrotechnology*, 3(1), 126–135.
- Harun, F. K. C., Ibrahim, N. A., & Basri, M. A. M. (2011). Development of portable electronic nose device for perfume odour classification. *Jurnal Teknologi*, 54, 23–30.
- Lapanoro, P. B. (2010). Monitoring proses pembusukan kopi seduh menggunakan Sistem latik sensor gas berbasis *Principal Component Analysis (PCA)*. *SPEKTRA*, 10(2), 77–88.
- Lelono, D., & Chairawan, M. A. (2013). Karakteristik pola aroma salak pondoh dengan *E-nose* berbasis sensor metal oksida. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics an Instrumentation System)*, 3(1), 71–82.
- Lintang, C. A., Widodo, T. W., & Lelono, W. (2016). Rancang bangun *electronic nose* untuk mendeteksi tingkat kebusukan ikan air tawar. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics an Instrumentation System)*, 6(2), 129–140.
- Pearce, T. C., Schiffman, S. S., Nagle, H. T., & Gardner, J. W. (2003). *Handbook of machine olfaction: electronic nose technology*. Wiley-vch. Weinheim.
- Putra, A. O., Firdaus, & Hersyah, M. H. (2016). Identifikasi aroma dengan *E-nose* menggunakan metode backpropagation. *Seminar Nasional*

- Sains dan Teknologi 2016*, Jakarta, 8 November 2016.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubijo, Siswanto, Indrawanto, C., & Munarso, S. J. (2010). *Budidaya dan pasca panen kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 70 hlm.
- Rohmah, M. (2010). Aktifitas Antioksidan Campuran Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Dengan Kayu Manis (*Cinnamomun Burmanii*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(2), 50–54.
- Sudarmaji, A., & Ediati, R. (2011). Identifikasi kematangan buah tropika berbasis sistem penciuman electronic menggunakan deret sensor gas semikonduktor dengan metode jaringan saraf tiruan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 25(1), 49–57.
- Widiyanto, A. M. (2013). *Statistika terapan. konsep dan aplikasi dalam penelitian bidang pendidikan, psikologi & ilmu sosial lainnya*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.