

Deteksi Bubuk Kopi Luwak Murni dan Bubuk Kopi Luwak Campuran Dengan Teknologi Hidung Elektronik

(Detection Of Pure Civet Coffee Powder and Mixed Civet Coffee Powder Using Electronic Nose Technology)

Mubarak Hulda¹, Fachruddin¹ Agus Arip Munawar^{1*}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: aamunawar@unsyiah.ac.id

Abstrak. Kopi luwak merupakan kopi yang berasal dari hasil konsumsi hewan luwak (musang) yang telah mengalami fermentasi di dalam pencernaan luwak selama 12 jam. Kopi luwak merupakan komoditi yang sangat diminati dan bernilai jual tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk membedakan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dengan memanfaatkan instrumen berbasis teknologi hidung elektronik (*electronic nose*). Penelitian ini menggunakan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi arabika yang dicampurkan dengan perbandingan (50:50, 60:40, 70:30, 80:20 dan 90:10). Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 10 sampel. Pengukuran intensitas sinyal aroma bubuk kopi menggunakan sensor *piezoelectric transducers*. Klasifikasi data spektrum bubuk kopi menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dengan *pretreatment* nya adalah *Gap Reduction*. Hasil penelitian ini diperoleh yaitu: Hidung elektronik mulai merespon aroma bubuk kopi pada detik ke-5.64, dan dapat mengklasifikasikan bubuk kopi pada detik ke 11.09. Hidung elektronik yang dikombinasikan dengan metode *principal component analysis* (PCA) telah berhasil mendeteksi bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dengan tingkat keberhasilan sebesar 100% (PC-1 sebesar 100% dan PC-2 sebesar 0%).

Kata kunci : Kopi Luwak, Hidung Elektronik, PCA.

Abstract. *Civet coffee is coffee that comes from the consumption of civet animals (ferrets) that have undergone fermentation in the digestion of mongoose for 12 hours. Civet coffee is a commodity that is very popular and has a high selling value. The purpose of this study is to distinguish pure civet coffee powder and mixed civet coffee powder by using an instrument based on electronic nose technology. This study used pure civet coffee powder and arabica coffee powder mixed with comparisons (50:50, 60:40, 70:30, 80:20 and 90:10). The number of samples used in this study were 10 samples. The measurement of the intensity of coffee powder's smell signals using piezoelectric transducers. The classification of coffee powder spectrum data using the Principal Component Analysis (PCA) method with its pretreatment is Gap Reduction. The results of this study were obtained: The electronic nose starts responding to the smell of coffee powder at 5.85 seconds, and can classify coffee powder in 11.09 seconds. The electronic nose combined with the principal component analysis (PCA) method has succeeded in detecting pure civet coffee powder and mixed Civet coffee powder with a success rate of 100 % (PC-1 of 100% and PC-2 of 0%).*

Keywords: *Civet Coffee, Electronic Nose, PCA.*

PENDAHULUAN

Indonesia terdapat dua jenis kopi yang sering di budidayakan yaitu kopi arabika dan kopi robusta, selain dua jenis kopi tersebut ada juga yang namanya kopi luwak. Kopi Luwak tidak diperoleh dari tanaman jenis kopi tertentu namun berasal dari buah kopi yang dikonsumsi oleh hewan luwak atau musang (*Paradoxurus hermaproditus*). Luwak mengkonsumsi buah kopi dengan cara membuka kulit luarnya dan memakan biji serta lendir kopi (Hadipernata dan Nugraha, 2012).

Kopi luwak memiliki harga yang cukup tinggi namun permintaan konsumen terhadap kopi luwak terus meningkat. Banyak produsen melakukan kecurangan dengan meningkatkan kuantitas kopi luwak tanpa memperhatikan kualitas kopi luwak tersebut. Berbagai cara dapat dilakukan agar kuantitas kopi luwak menjadi lebih tinggi, salah satu caranya dengan

mencampurkan kopi luwak murni dengan kopi yang bukan luwak. Penggabungan ini bisa dilakukan dengan saat kopi masih dalam kondisi *green been* atau biji beras dan bisa dilakukan saat kopi telah menjadi bubuk.

Hidung elektronik adalah sebuah instrumen yang digunakan untuk mendeteksi bau atau aroma. Sistem ini dikenal dengan sistem olfaktori elektronik karena hidung elektronik mempunyai kemampuan meniru kerja indera penciuman manusia. Hidung elektronik dibangun atas larik beberapa sensor gas yang mempunyai selektivitas global. Dengan larik sensor gas tersebut, hidung elektronik telah meniru struktur larik syaraf penciuman dalam olfaktori manusia. Oleh sebab itu keluaran hidung elektronik dapat berupa pola-pola yang mewakili masing-masing aroma sehingga dapat diterapkan untuk aplikasi identifikasi, perbandingan, kuantifikasi dan klasifikasi berdasarkan aroma (Triyana *et al.*, 2012).

Rumusan Masalah

1. Apakah teknologi hidung elektronik dapat membedakan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran?
2. Apakah instrumen berbasis teknologi hidung elektronik mampu bekerja cepat dalam mengidentifikasi aroma ?

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk membedakan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dengan memanfaatkan instrumen berbasis teknologi hidung elektronik.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dilakukan pada bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dengan menggunakan jenis sensor *Piezoelectric Transducers*.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu untuk membedakan bubuk kopi luwak murni dan kopi luwak campuran berdasarkan tipikal pola spektrum hidung elektronik dengan menggunakan teknologi hidung elektronik.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai April 2019. Tempat penelitian di Laboratorium Instrumentasi dan Energi Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor hidung elektronik, kompartemen, laptop dan *unscrambler software*® X version 10.5. Bahan yang digunakan

adalah bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi arabika yang didatangkan dari Kabupaten Aceh Tengah.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Kopi Luwak Murni

Proses yang pertama adalah proses memastikan kopi luwak itu asli berasal dari Kabupaten Aceh Tengah dengan mencari langsung kotoran luwaknya. Kemudian kotoran luwak yang terdiri dari biji-biji kopi dilakukan pencucian. Lalu biji kopi luwak yang masih berkulit tanduk harus dikeringkan dibawah sinar matahari. Pengupasan kulit tanduk kopi dilakukan dengan cara penumbukan menggunakan lusung. Kemudian dilakukan pengupasan kulit tanduk. Tahap selanjutnya yaitu penyangraian, pada proses ini menggunakan mesin *roasting*.

Uji Organoleptik

Uji Organoleptik yang dilakukan berupa uji organoleptik dengan pembanding jamak. Sampel pada penelitian ini ada 6 jenis sampel yaitu 1 sampel bubuk kopi luwak murni dan 5 sampel bubuk kopi luwak campuran dengan takaran berbeda sebagai contoh pembanding serta melibatkan 15 orang panelis agak terampil.

Melakukan Uji Awal Instrumen Berbasis Teknologi Hidung Elektronik

Uji awal yang dilakukan pada instrumen berbasis teknologi *hidung elektronik* yaitu mengaktifkan dan memperkenalkan intensitas gas. Instrumen berbasis teknologi *hidung elektronik* yang dapat bekerja akan memberikan informasi berupa garis naik turun saat menerima atau mencium gas.

Pengukuran Intensitas Sinyal Aroma

Pengukuran intensitas sinyal aroma dilakukan dengan menggunakan instrumen berbasis teknologi hidung elektronik dengan bantuan dari sensor *Piezoelectric transducers*. Fungsi dan proses pada instrumen berbasis teknologi hidung elektronik dengan menggunakan sebuah sensor sama seperti proses pada hidung manusia. Setelah sensor merasakan aroma kemudian menghasilkan pola berdasarkan jenis aroma. Sebelum dilakukan proses pengukuran intensitas sinyal aroma, terlebih dahulu dilakukan penyetingan pada alat yang digunakan, diantaranya pengaturan *time span* selama 20 detik dengan 800 reseptor.

Setiap sampel yang akan diuji akan dimasukkan kedalam kompartemen. Kompartemen yang digunakan merupakan kompartemen yang vakum udara, hal ini agar mengurangi kemungkinan adanya bau lain yang dideteksi oleh sensor. Pada bagian salah satu bagian kompartemen dibolongkan untuk bisa memasukkan sensor.

Filtering Sinyal Hidung Elektronik

Pengaplikasian instrumen berbasis teknologi hidung elektronik pada bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dapat dipengaruhi oleh *noise* yang akan menyebabkan intensitas sinyal pola aroma bubuk tidak jelas, aroma bubuk kopi bisa saja tercampur dengan aroma parfum atau aroma lainnya. Oleh sebab itu maka diperlukan suatu metode yang dapat menyaring atau mereduksi sinyal-sinyal yang dianggap sebagai *noise*. Metode yang digunakan untuk mereduksi *noise* pada penelitian ini yaitu metode *gap reduction*.

Outlier Removal

Outlier removal dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis (PCA)* dan *hotteling t^2 ellipse* merupakan salah satu cara untuk menganalisa data pencilan. Data yang diambil adalah data yang berada didalam garis elips, jika berada di luar garis elips maka data itu merupakan data pencilan (*outlier*) dan harus dihilangkan (*remove*).

Klasifikasi Bubuk Kopi

Bubuk kopi luwak murni dan kopi luwak campuran dilakukan setelah tipikal pola intensitas gas dari aroma bubuk kopi didapatkan. Deteksi bubuk kopi diprediksi dengan cara membangun model persamaan matematik berdasarkan data intensitas sinyal aroma yang merupakan nilai dari reseptor (variabel x) dan bubuk kopi (variabel y). Model prediksi dibangun dengan menggunakan metode PCA. Proses klasifikasi akan menghasilkan beberapa data yaitu rentang waktu respon dan data intensitas sinyal aroma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Bubuk kopi

Pegambilan sampel bubuk kopi dilakukan dengan mencampurkan kopi luwak murni dan bubuk kopi arabika dengan takaran pencampuran yang berbeda-beda. Campuran antara bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi arabika ini disebut dengan bubuk kopi luwak campuran. Pada penelitian menggunakan 5 sampel bubuk kopi luwak campuran dengan massa setiap bubuk kopi luwak campuran ialah 10 gr. Takaran bubuk kopi luwak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Takaran Bubuk Kopi Luwak Campuran

No.	Jenis Luwak Campuran	Perbandingan pencampuran	
		Luwak Murni (%)	Arabika (%)
1	LC 1	50	50
2	LC 2	60	40
3	LC 3	70	30
4	LC 4	80	20
5	LC 5	90	10

Sumber: Data diolah, 2019.

Pengukuran Intensitas Sinyal Aroma

Pengukuran intensitas sinyal aroma dilakukan pada sampel bubuk kopi luwak murni dan sampel bubuk kopi luwak campuran masing-masing sebanyak 5 sampel. Hal tersebut dilakukan agar data pengukuran tersebut menjadi akurat dan tersimpan dalam bentuk tabel. Sebelum dilakukan pengukuran intensitas sinyal aroma pada bubuk kopi dengan hidung

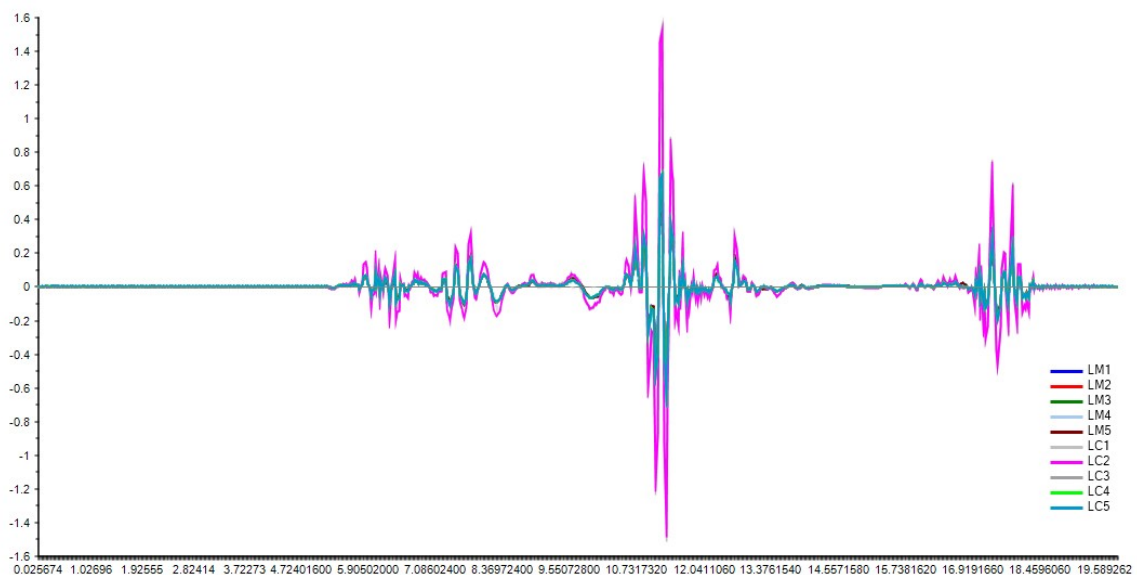
elektronik, diperlukan penyetingan agar alat dapat bekerja dengan baik. Penyetingan yang dilakukan diantaranya yaitu menyambungkan instrumen ke laptop dengan bantuan kabel *universal serial bus* untuk mendapatkan energi listrik, mengatur rentang waktu proses pengukuran intensitas sinyal aroma (*time span*), mengatur jumlah reseptor dan folder keluaran dari nilai yang didapat dalam bentuk tabel. *Time span* diatur selama 20 detik dan reseptor diatur sebanyak 800. Setiap reseptor mempunyai nilai yang berbeda-beda, semakin banyak reseptor maka semakin pendek pula *time span* yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai intensitas sinyal aroma dari bubuk kopi.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran intensitas sinyal aroma diolah terlebih dahulu karena data tersebut masih mengandung *error*. Pengolahan data yang dilakukan yaitu *filtering signal* pada instrumen berbasis teknologi hidung elektronik dengan menggunakan metode *gap reduction* serta dilakukan proses *outlier removal* untuk menghilangkan data pencilan dengan metode PCA dan *hotelling T² ellipse*.

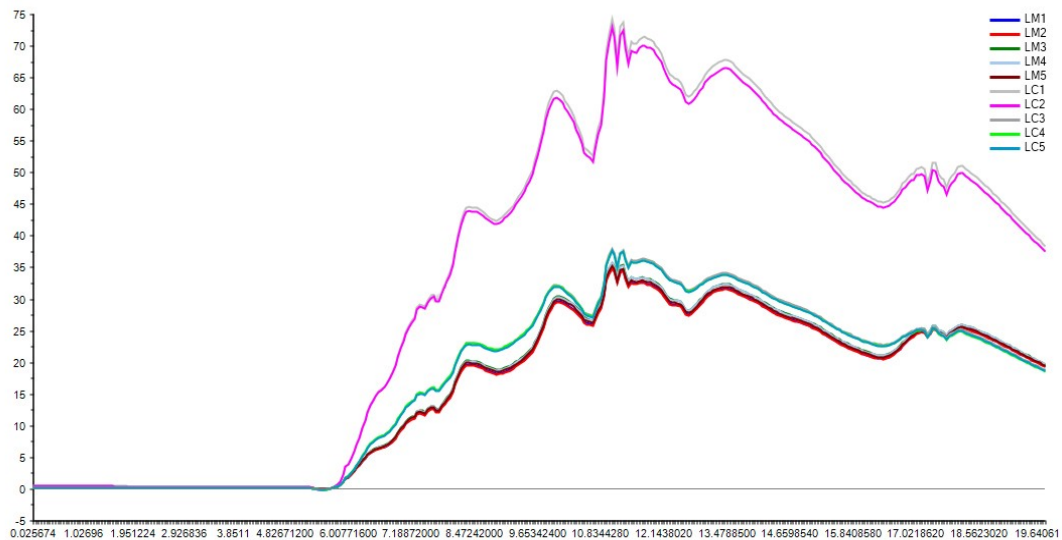
Filtering Intensitas Sinyal Aroma Pada Hidung Elektronik

Gambar 1 menunjukkan bahwa banyak terdapat *noise (error)* yang menyebabkan pola intensitas sinyal aroma bubuk kopi tidak terlihat. Hal tersebut terjadi dikarenakan sensor mencium aroma lain di sekitar kompartemen.



Gambar 1. Pola Intensitas Sinyal Aroma Bubuk Kopi Dengan *Noise*

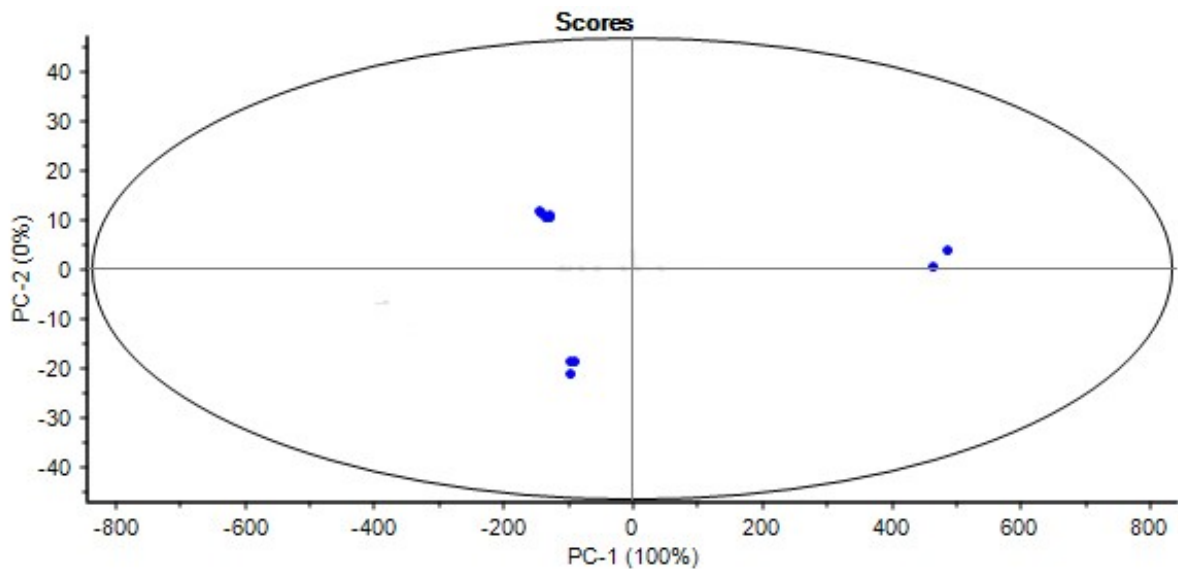
Noise yang ada pada data *spectrum* intensitas sinyal aroma harus dikurangi atau direduksi agar pola *spectrum* intensitas sinyal aroma dari bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dapat terlihat dengan jelas. Maka selanjutnya digunakan metode *gap reduction*. Secara umum metode *gap reduction* dapat diartikan sebagai penarikan garis luar mendekati ke garis dalam dengan menggunakan *threshold*. Metode ini juga dapat dianalogikan sebagaimana pembuatan layer baru pada photoshop, dengan menggunakan *threshold* maka bentuk dari objek tertentu akan terlihat jelas, sehingga objek dapat dipilih dan dipindahkan dengan mudah. Gambar *spectrum* intensitas sinyal aroma yang sudah di *gap reduction* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Intensitas Sinyal Aroma Bubuk Kopi Tanpa noise

Outlier Removal

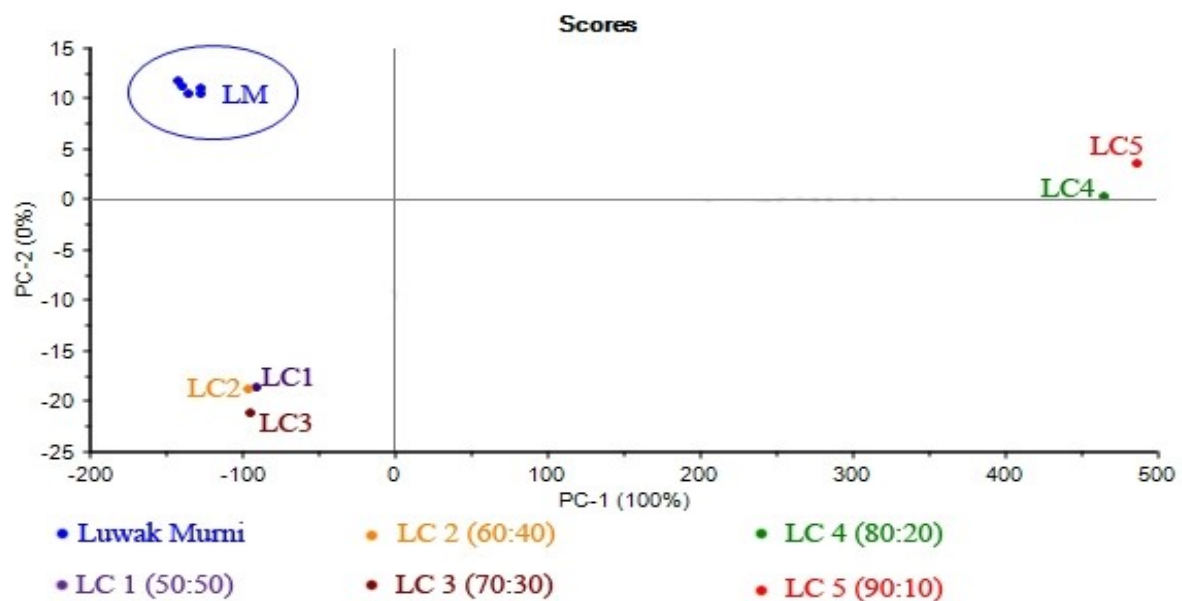
Analisa data intensitas sinyal bubuk kopi yang akan dilakukan yaitu dengan *outlier removal*. Metode PCA dan metode *hotelling T² ellipse* diterapkan pada data intensitas sinyal aroma. Jika ada data diluar ellipse, maka data tersebut dianggap sebagai data pencilan (*outlier*) dan data tersebut di hapus. Setelah dilakukan metode *hotelling T² ellipse* tidak ditemukan adanya data pencilan sehingga data intensitas sinyal aroma bubuk kopi tidak ada yang perlu di hapus. *Outlier removal* pada bubuk kopi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Outlier removal* Bubuk Kopi

Klasifikasi Bubuk Kopi Menggunakan Metode PCA

Klasifikasi aroma bubuk kopi menggunakan nilai-nilai dari reseptor hidung elektronik. Reseptor yang telah diatur memiliki nilai yang berasal dari pengukuran intensitas sinyal aroma bubuk kopi, lalu selanjutnya dilakukan metode PCA untuk mengklasifikasikan bubuk kopi. Setelah dilakukan pengolahan data didapatkan bahwa hidung elektronik dengan menggunakan nilai dari 800 reseptor dapat mengklasifikasikan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran. Pengklasifikasian bubuk kopi menggunakan metoda PCA dapat dilihat pada Gambar 4.



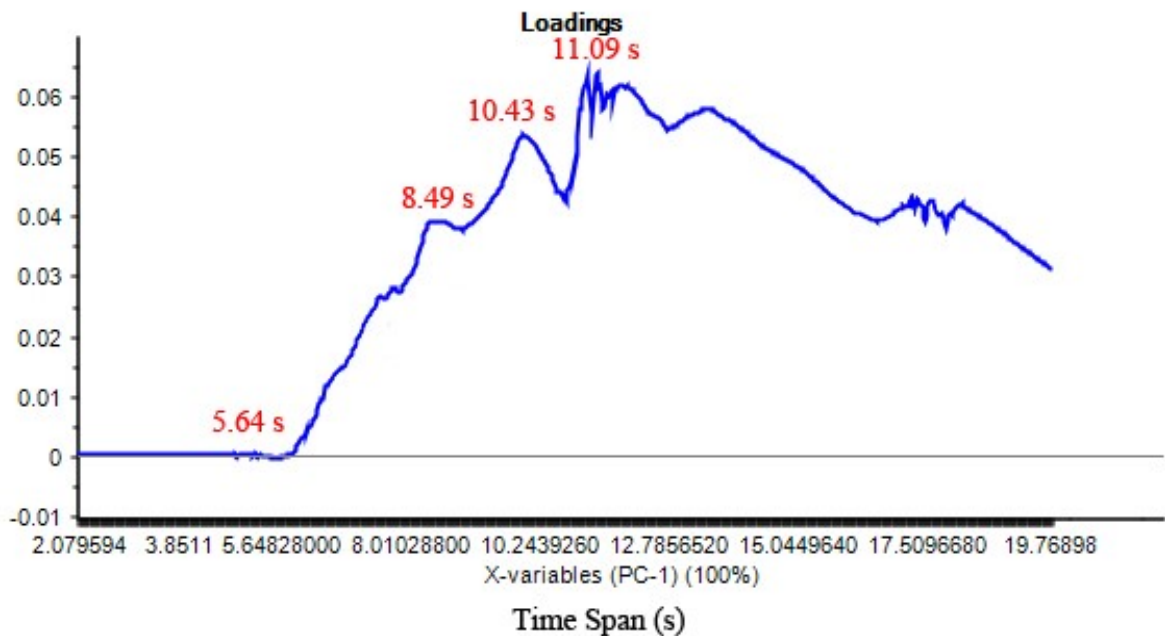
Gambar 4. Klasifikasi Bubuk Kopi Luwak Murni dan Bubuk Kopi Luwak Campuran

Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil klasifikasi dengan metode PCA menghasilkan data yang dapat membedakan antara bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran. Bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dibedakan dengan beberapa perbandingan yaitu perbandingan 50:50 (luwak murni 50% dan arabika 50%), 60:40 (luwak murni 60% dan arabika 40%), 70:30 (luwak murni 70% dan arabika 30%) dan 80:20 (luwak murni 80% dan arabika 20%) dan 90:10 (luwak murni 90% dan arabika 10%) terlihat jelas pada Gambar 4 luwak campuran berada pada sisi yang berbeda. Posisi bubuk kopi luwak murni berada terpisah dengan sampel bubuk kopi luwak campuran. Begitu juga dengan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran, masing – masing juga terpisah antara satu dengan lainnya berdasarkan perbandingan masing-masing. Posisi ini dapat diketahui karena pengaturan warna disaat pengolahan data (*sample grouping*).

Hasil percobaan pendeteksian bubuk kopi luwak murni dan bubuk luwak campuran dengan teknologi hidung elektronik dan PCA sebagai metode pengolahan datanya didapatkan deteksi bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran yang terlihat pada Gambar 4. Dimana hidung elektronik mampu memisahkan sampel sampel bubuk kopinya. Pada prinsipnya hidung elektronik merupakan suatu alat yang berfungsi layaknya hidung manusia. hidung elektronik yang diciptakan untuk meniru sistem indera penciuman pada manusia dan mampu mendeteksi unsur-unsur kimia pada aroma yang diterima dari berbagai sumber (Desmukh *et.al.*, 2015).

Hasil Analisis waktu menggunakan metode PCA untuk mendapatkan waktu rentang klasifikasi bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran. Rentang waktu

klasifikasi bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Hasil penelitian Dewi, *et. al.* (2018) menggunakan PCA juga mampu membedakan gabah sigupai, gabah sanbay simeulue dan gabah ciherang. PCA juga mampu mengklasifikasikan pencampuran gabah sigupai dan ciherang dengan baik.



Gambar 5. Rentang Waktu Klasifikasi Bubuk Kopi Luwak Murni dan Bubuk Kopi Luwak Campuran

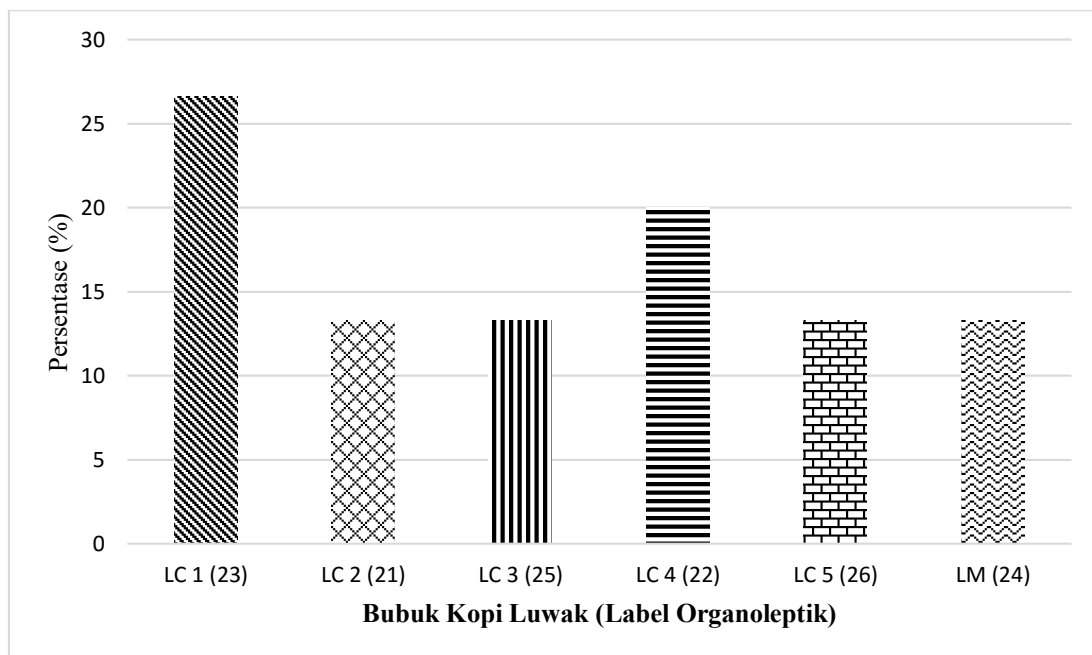
Gambar 5 menunjukkan bahwa instrumen berbasis teknologi hidung elektronik dapat membedakan bubuk kopi luwak murni dan luwak campuran pada rentang waktu 11,03 detik (titik paling jauh dari garis adalah titik yang menjadi acuan sebagai waktu untuk instrument melakukan klasifikasi). Pada detik ke 5,64, hidung elektronik sudah mulai merespon adanya perbedaan aroma bubuk kopi yang dihasilkan, namun responnya masih kecil. Begitu juga pada detik ke 10,43 dimana responnya sudah mulai meningkat sampai pada titik tertinggi yaitu pada detik ke 11,09.

Konsep instrumen berbasis teknologi hidung elektronik sama seperti konsep hidung manusia yang bekerja sama dengan otak. Setiap proses pengenalan pola aroma yang dibantu dan disimpan oleh memori dalam berbentuk data yang dapat mengidentifikasi, mengklasifikasi bahkan melakukan analisis hedonic. Secara umum data yang diperoleh berbentuk algoritma, normalisasi data merupakan langkah pertama untuk pengklasifikasian. Identifikasi dapat dilakukan berdasarkan data-data yang dihasilkan oleh sensor yang digunakan (Deshmukh *et al.*, 2015).

Uji Organoleptik

Uji organoleptik pada penelitian ini bertujuan sebagai pembandingan antara hidung manusia dan hidung elektronik. Pada penelitian ini metode uji organoleptiknya yaitu uji pembandingan jamak terhadap aroma bubuk kopi dengan konsentrasi yang berbeda-beda, panelis disediakan 1 contoh baku yaitu bubuk kopi luwak murni dengan 6 contoh pembandingan dengan label 21 (LC2 konsentrasi 60% luwak murni dan 40% arabika) label 22

(LC4 konsentrasi 80% luwak murni dan 20% arabika) label 23 (LC1 konsentrasi 50% luwak murni dan 50% arabika) label 24 (luwak murni) label 25 (LC3 konsentrasi 70% luwak murni dan 30% arabika) dan label 26 (LC5 konsentrasi 90% luwak murni dan 10% arabika) disajikan secara bersama-sama. Lalu panelis diminta untuk memilih salah satu yang aromanya sama dengan contoh baku diantara 6 sampel perbandingan. Panelis diminta menuliskan angka 1 apabila sampel perbandingan sama dengan contoh baku. Setelah dilakukan uji organoleptik maka diperoleh hasil seperti Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hasil uji organoleptik

Gambar 6 menunjukkan hasil uji organoleptik bahwa diperoleh sebanyak 13,3% panelis menyatakan bahwa bubuk kopi berlabel 21 (LC2 konsentrasi 60% luwak murni dan 40% arabika) sama dengan bubuk kopi contoh baku, 20% panelis menyatakan bahwa bubuk kopi berlabel 22 (LC4 konsentrasi 80% luwak murni dan 20% arabika) sama dengan bubuk kopi contoh baku, 26,6% panelis menyatakan bahwa bubuk kopi dengan label 23 (LC1 konsentrasi 50% luwak murni dan 50% arabika) sama dengan bubuk kopi contoh baku, 13,3% panelis menyatakan bahwa bubuk kopi berlabel 24 (luwak murni) sama dengan contoh baku, 13,3% panelis menyatakan bahwa bubuk kopi dengan label 25 (LC3 konsentrasi 70% luwak murni dan 30% arabika) sama dengan contoh baku dan 13,3% panelis menyatakan bahwa bubuk kopi dengan label 26 (LC5 konsentrasi 90% luwak murni dan 10% arabika) sama dengan contoh baku.

Hasil uji organoleptik diperoleh hanya 13,3 % panelis yang mampu mendeteksi luwak murni. Sedangkan hasil dari deteksi teknologi menggunakan hidung elektronik diperoleh hasil 100 % (PC-1 sebesar 100% dan PC-2 sebesar 0%) maka dapat disimpulkan bahwa teknologi hidung elektronik lebih mampu mencium dan membedakan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dikarenakan hidung elektronik menyimpan data intensitas sinyal aroma dari bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Hidung elektronik yang dikombinasikan dengan metode PCA berhasil membedakan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran dengan tingkat keberhasilan sebesar 100 % (PC-1 sebesar 100% dan PC-2 sebesar 0%).
2. Hidung elektronik mampu bekerja cepat dalam mengklasifikasikan bubuk kopi luwak murni dan bubuk kopi luwak campuran pada rentang waktu 11,09 detik.
3. Hasil uji organoleptik diperoleh hanya 13,3 % panelis yang mampu mendeteksi bubuk kopi luwak murni.

Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode lain pada proses penghilangan *noise* dan melakukan penelitian di ruang yang benar-benar steril dan pada uji organoleptik menggunakan panelis yang terampil.

DAFTAR PUSTAKA

- Deshmukh, S. R. Bandyopadhyay, N. Bhattacharyya, R.A. Pandey, A. Jana. 2015. Application of electronic nose for industrial odors and gaseous emissions measurement and monitoring. *Talanta*. 144: 329-340.
- Dewi, K., Fachruddin, Zulfahrizal. 2018. Pendugaan Keaslian Gabah Aceh Menggunakan Aplikasi NIRS Dengan Metode Principal Component Analisis (PCA). *Prosiding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia(FKPTPI) 2018*. Hal. 864-872. <http://fkptpi.unsyiah.ac.id>.
- Hadipernata, M., dan S. Nugraha. 2012. Identifikasi Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Biji Kopi Luwak Artificial. *Prosiding Seminar Nasional Insentif Riset Sinas*. Bandung. Hal.117-121.
- Triyana, K., A.D. Kurniawati., F. Hardoyono, dan Chotimah. 2012. Penerapan Metode Ekstraksi Ciri Berbasis Transformasi Wavelet Diskrit untuk Meningkatkan Unjuk Kerja Electronic Nose. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY*. Purworejo 14 April 2012. Laboratorium Fisika dan Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM. Jakarta.