



## Analisis Kandungan Minyak Babi Pada Minyak Kanola Melalui Klasifikasi Pola Hidung Elektronik (E-Nose) Berbasis Linear Diskriminan Analysis(LDA)

Muthmainnah<sup>1,\*</sup>, Imam Tazi<sup>1</sup>, Suyono<sup>2</sup>, Avin Ainur<sup>3</sup>, Fajrul Falah<sup>1</sup>, Arum Sinda Santika<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Science and Technology of Faculty, Maulana Malik Ibrahim Malang

<sup>2</sup>Department of Biology, Science and Technology of Faculty, Maulana Malik Ibrahim Malang

<sup>3</sup>School of Medicine, Faculty of Medicine and Health Science, Maulana Malik Ibrahim Malang

\*Email korespodensi : muthmainnahmsi@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v17i1.5132>

Submitted: 20 Juli 2018; Accepted: 17 Oktober 2019

**ABSTRACT**- The classification of the aroma pattern of pork oil and canola oil on the chemometric-based electronic nose has been classified. The electronic nose used is a series of chemical sensors combined in parallel. Sensors are made of semiconductor material that can detect changes in gas in the air. Each sample measured by an electronic nose provides output in the form of different voltages on each sensor. The data processing method used is Linear Discriminant Analysis (LDA) which is able to classify based on patterns. The samples used were canola oil, pork oil and a mixture of pork oil and canola oil with a percentage of 50%: 50%. The results of the classification of electronic nose patterns with samples of pork oil and canola oil show that each sample is fairly well clustered with the value of the first disk function is 99.9% and the second discriminant function value is 0.1%.

**KEYWORDS** : *Electronic nose, LDA, Canola oil, Pork oil.*

### PENDAHULUAN

Minyak kanola adalah salah satu jenis minyak nabati yang dihasilkan dari biji buah Kanola. Kanola merupakan minyak goreng terkaya sumber alfa-linolenat, asam lemak omega-3 yang sangat baik bagi kesehatan jantung. Beberapa jenis minyak kerap dicampur dengan lemak hewani untuk menambah cita rasa, aroma, warna dan kekentalan. Lemak hewani yang biasa dipakai oleh produsen luar negeri adalah lemak babi karena ketersediaannya cukup besar. Bagi umat muslim mengkonsumsi makanan yang mengandung babi atau terkontaminasi babi adalah hal yang dilarang.

Minyak murni dan minyak campuran secara kasat mata tidak dapat dibedakan. Sehingga tantangan untuk mendeteksi

minyak asli dari kontaminan babi menjadi perhatian beberapa peneliti saat ini. Metode klasifikasi berbasis kemometrik mampu mengidentifikasi kualitas minyak zaitun dengan menentukan rasa, bau apek, anyir dan tengik(Borràs et al., 2016). Kombinasi alat FTIR dan metode kemometrik untuk menentukan klasifikasi pola berbagai minyak hewani dan minyak nabati telah mampu meningkatkan kualitas pola klasifikasi(Che, Rohman, & Mansor, 2011). Pendeteksian keaslian minyak nabati menggunakan GC-MS dapat digunakan untuk menganalisis komposisi asam lemak dan profil asam lemak(Li, 2016). Beberapa metode tersebut membutuhkan waktu yang lama dan perlu analisis lebih lanjut untuk mengetahui adanya campuran lemak babi.

Hidung elektronik adalah perangkat elektronik yang meniru indra penciuman manusia (Botre, Gharpure, & Shaligram, 2010). Sel-sel dalam hidung manusia yang jumlahnya banyak akan mendeteksi bau atau aroma dan mengirimkan sinyal ke otak (Lelono, 2013). Sel-sel ini dalam hidung elektronik diganti dengan kumpulan sensor-sensor kimia yang dirangkai secara paralel. Sensor kimia yang digunakan adalah seri MQ yang sensitifitasnya berbeda-beda terhadap gas. Sensor ini berkerja berdasarkan perubahan atom, molekul dan ion yang terdeteksi pada permukaan sensor yang kemudian dikonversi ke energi listrik.

Hidung elektronik banyak digunakan dibidang industri terutama industri makanan (Trihaas, 2005) (Peris & Escudergilbert, 2009) (Guohua, Lvye, & Yanhong, 2012). Beberapa penelitian tentang hidung elektronik juga telah dikembangkan saat ini. Hidung elektronik (*e-nose*) yang terdiri dari 18 array sensor logam MOS telah digunakan untuk mendeteksi tingkat ketengikan minyak bunga matahari (Upadhyay, Sehwaq, & Mishra, 2017). Volatil pada minyak zaitun yang terdapat pada wilayah maroko telah diidentifikasi menggunakan teknologi hidung elektronik (Haddi, 2011). Hidung elektronik (*e-nose*) yang berbasis sensor surface acoustic wave telah berhasil dikembangkan untuk membedakan lemak babi dari lemak lain serta lemak campuran (Nurjuliana, Che Man, & Mat Hashim, 2011). Hidung elektronik juga dikembangkan untuk mendeteksi campuran minyak babi pada minyak zaitun (Tazi, Muthmainnah, & Suyono, 2018).

Kemometrik merupakan kombinasi metode statistik dan matematik untuk merancang prosedur optimum dalam rangka memberikan informasi yang terkandung dalam suatu data. *Linear diskriminan analysis* selanjutnya disebut LDA adalah teknik statistik multivariat yang dapat mengelompokkan atau mengklasifikasikan sekelompok objek ke dalam kelompok

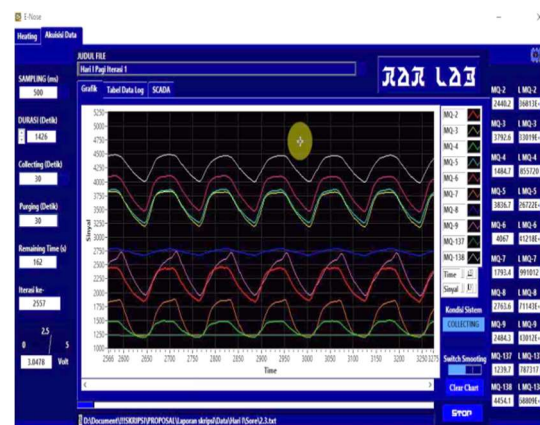
(*group*). Pengenalan objek dilakukan dengan mencari *discriminant* yang nilainya secara numeris mampu memisahkan objek yang karakteristiknya telah diketahui. Metode LDA mampu mengkasifikasikan antara susu basi dan susu segar hingga mencapai 95,7% (Tazi, Choiriyah, Siswanta, & Triyana, 2017).

## METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan di lab sensor Jurusan Fisika, Fakultas SAINTEK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Langkah pertama adalah menyiapkan minyak kanola, minyak babi dan campuran minyak kanola dan minyak babi dalam gelas ukur sebanyak 50 ml. *Chamber* hidung elektronik dimasukkan pada gelas ukur dan sampel dipanaskan sampai suhu 60°C. Setiap sensor dalam hidung elektronik (*e-nose*) akan mengukur aroma pada masing-masing sampel. Pengukuran pada setiap sampel dilakukan dengan 10 kali pengulangan



Gambar 1 Proses pengambilan data pada hidung elektronik



Gambar 2 Tampilan output pada hidung elektronik

dengan teknik sensing (durasi 30 detik), *fleshing* (durasi 30 detik) dan sampling 1 data/detik.

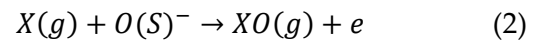
Gambar 2 merupakan contoh tampilan outputan pada pengambilan data sampel dari proses sensing, *fleshing* dan sampling. Praprocessing data dilakukan dengan mencari luas dari hasil *sensing-fleshing* pada data steady-state dan dilakukan dengan metode *base-line*. Hasil pengukuran berupa data numerik kemudian diolah dengan metode klasifikasi LDA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidung elektronik (e-nose) terbuat dari array sensor yang menggunakan beberapa chemosensor. *Chemosensor* merupakan suatu perangkat yang dapat mengkonversi kuantitas kimia menjadi sinyal listrik. Perubahan konsentrasi partikel tertentu seperti atom, molekul, ion dalam fase gas atau cairan dapat merubah sinyal listrik pada *chemosensor*. *Chemosensor* juga mampu mendeteksi molekul bau dalam fase gas berupa molekul organik yang mudah menguap dengan massa molar relatif berbeda.

Perubahan sifat elektrik dari sensor yang berbahan semikonduktor oksida logam disebabkan oleh interaksi bahan dengan molekul gas. Proses ini dimulai dari penyerapan oksigen pada bahan semikonduktor. Molekul oksigen terserap pada permukaan semikonduktor dan molekul ini menangkap elektron dari pita konduksi.

Mekanisme peningkatan konsentrasi pembawa yang dihasilkan dari interaksi antara bahan semikonduktor dengan gas yang tereduksi digambarkan dalam reaksi kimia pada Persamaan 1 dan 2.



*s* (*surface*) dan *g* (*gas*) menandakan permukaan dan fase gas, *e* adalah elektron dari pita konduksi semikonduktor metal oksida dan *X* adalah gas yang dapat tereduksi. Persamaan (1) menandakan oksigen terserap pada kisi lowong semikonduktor oksida sehingga konduktivitas semikonduktor ini lebih rendah jika dibandingkan saat tidak ada oksigen yang diserap. Elektron dihasilkan oleh gas tereduksi sebagai hasil reaksi ion oksigen terhadap gas yang dapat tereduksi *X(g)* seperti yang diperlihatkan oleh Persamaan (2). Akibatnya konduktivitas semikonduktor meningkat karena bertambahnya jumlah konsentrasi pembawa (Fraden, 2003).

Hidung elektronik yang digunakan terbuat dari 10 sensor kimia yang dirangkai secara paralel. Setiap sensor memberikan pengukuran yang berbeda untuk setiap sampel, sehingga terdapat banyak grafik yang harus dianalisa. Teknik multivariant diterapkan untuk mengevaluasi kemampuan respon pada hidung elektronik. *Analisis diskriminan linear* (LDA) dipilih untuk mengevaluasi respon sehingga keluaran hasil

**Tabel 1 Keluaran Sensor pada Pengukuran Minyak Kanola**

Nama	Output Sensor (mV)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kanola 1	144,1	326,1	253,1	242,5	256,6	923,0	144,5	252,8	144,9	147,0
kanola 2	199,9	330,8	250,6	240,2	254,8	924,7	143,5	250,7	144,2	146,5
kanola 3	214,6	351,2	249,4	239,0	253,8	923,1	143,0	249,8	143,8	146,0
kanola 4	203,9	341,1	249,6	239,2	254,0	927,1	143,2	250,0	143,9	146,2
kanola 5	232,3	346,2	248,5	238,1	253,0	924,1	142,6	248,9	143,5	145,7
kanola 6	236,5	359,9	247,9	237,4	252,2	923,7	142,4	248,3	143,1	145,4
kanola 7	228,5	349,6	248,5	237,7	252,4	924,0	142,6	248,7	143,2	145,5
kanola 8	231,8	350,3	247,9	237,2	251,9	923,8	142,4	248,0	142,9	145,3
kanola 9	244,8	362,1	246,9	236,5	251,5	920,8	141,9	247,2	142,6	144,9
kanola10	249,8	372,6	247,4	237,0	251,7	922,3	142,0	247,7	142,7	145,0

pengukuran hidung elektronik dapat terklasifikasi dengan baik.

Score plot LDA digunakan untuk memvisualisasikan data klasifikasi pola aroma beberapa minyak goreng. Score plot yang dihasilkan pada LDA berupa grafik 2 dimensi. Koordinat score plot terdiri dari fungsi diskriminan 1 dan fungsi diskriminan 2 yang mewakili varian data dari keseluruhan data hasil pengujian.

Gambar 3(a) adalah grafik score plot pengukuran hidung elektronik dengan sampel minyak kanola, minyak babi dan campuran minyak kanola dan babi. Group 1 adalah minyak kanola, group 2 adalah minyak babi dan group 3 adalah campuran minyak kanola dan minyak babi. Fungsi diskriminan pertama (FD1) adalah 87,9% dan fungsi diskriminan kedua (FD2) adalah 12,1%. Jumlah fungsi diskriminan adalah 100% yang

menandakan bahwa hidung elektronik dapat membedakan dengan sangat baik antara sampel 1 dengan sampel yang lain.

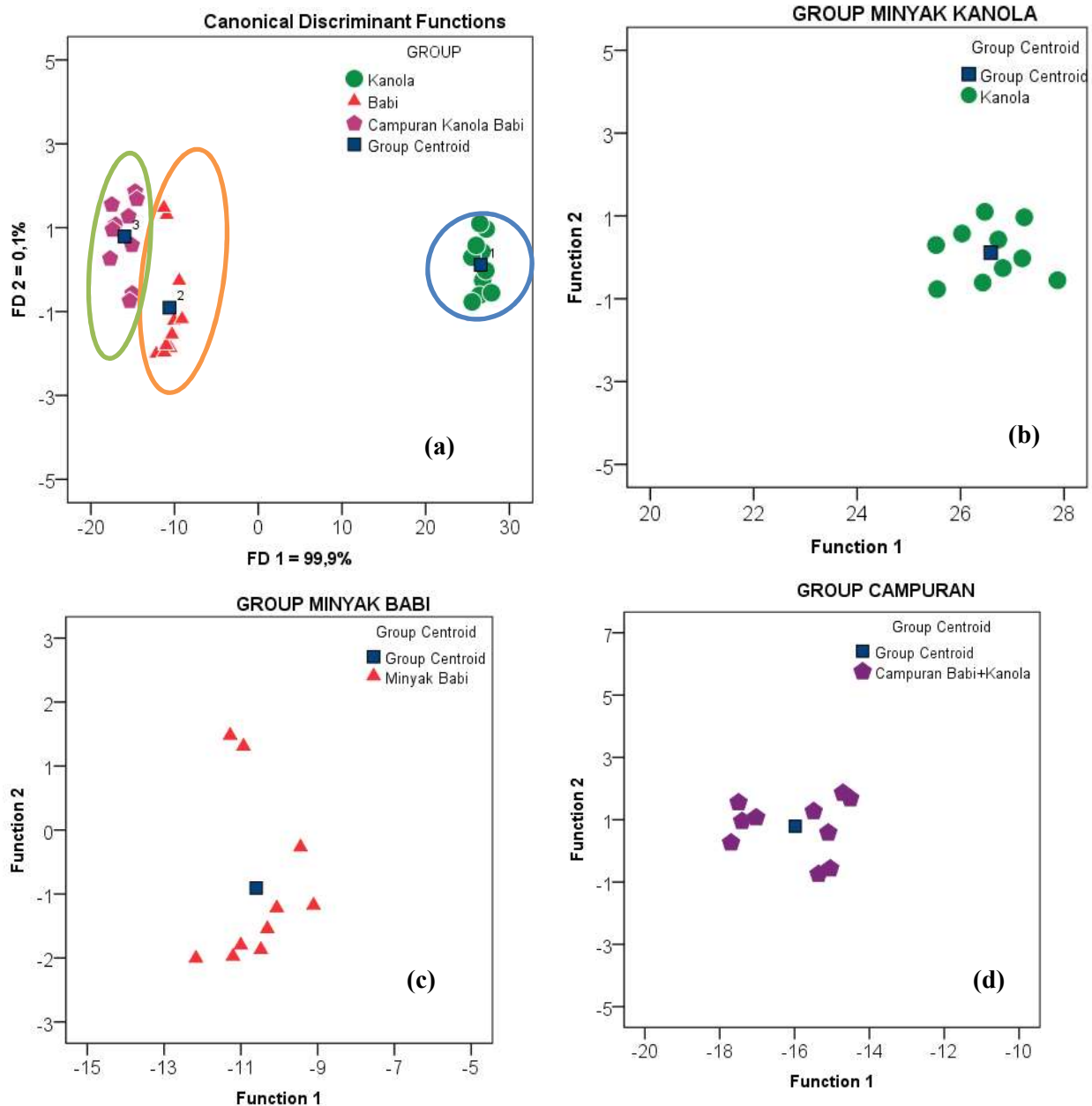
Terlihat dari Gambar 3 group 1 yang merupakan group minyak kanola memiliki data yang tidak terlalu menyebar dari pusat centroidnya. Hal ini menandakan bahwa sampel minyak kanola dapat tercluster dengan baik. Hal ini juga dibuktikan dengan Gambar 3(b). Sampel minyak babi yang terlihat pada Gambar 3(a) group 2 dan Gambar 3(c) memiliki tingkat penyebaran yang lebih lebar daripada minyak kanola. Sampel group 3 Gambar 3(a) dan 3(d) yang merupakan campuran minyak babi dan minyak kanola memiliki tingkat penyebaran yang lebih kecil dari pada sampel-sampel yang lain. Akan tetapi ada satu data yang menyebrang ke data group minyak babi. Hal ini menunjukkan bahwa memang sampel pada group 3 memiliki campuran minyak babi.

**Tabel 2 Tabel Keluaran Sensor pada Pengukuran Minyak Babi**

Nama	Output Sensor (mV)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
babi 1	191,3	349,2	242,4	231,9	245,7	901,0	139,1	242,8	139,6	141,5
babi 2	209,4	340,3	237,6	227,1	241,3	898,1	137,2	237,9	137,3	139,6
babi 3	216,1	340,9	236,9	226,3	240,9	896,1	136,9	237,3	137,2	139,4
babi 4	163,3	270,0	244,1	233,6	247,5	907,8	140,3	244,4	140,4	142,5
babi 5	189,7	276,6	242,8	232,4	246,6	911,0	139,7	243,2	140,0	142,0
babi 6	198,4	281,0	242,0	231,7	245,9	911,0	139,5	242,5	139,7	141,7
babi 7	187,6	286,8	241,7	231,2	245,5	910,1	139,4	242,2	139,5	141,6
babi 8	201,6	290,1	241,3	230,8	245,0	906,5	139,2	241,7	139,4	141,4
babi 9	186,1	292,4	240,8	230,2	244,6	906,7	139,1	241,2	139,2	141,2
babi 10	172,2	294,3	240,7	230,2	244,5	905,4	139,0	241,1	139,1	141,1

**Tabel 3 Tabel Keluaran Sensor pada Pengukuran Campuran Minyak Babi dan Minyak Kanola**

Nama	Output Sensor (mV)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
babi+kanola 1	206,8	300,7	240,6	230,1	243,9	900,5	138,3	240,6	138,5	140,5
babi+kanola 2	184,7	312,2	238,7	228,1	242,0	900,8	137,6	238,7	137,7	139,8
babi+kanola 3	211,5	323,6	237,2	226,5	240,6	900,9	137,2	237,6	137,1	139,2
babi+kanola 4	210,8	330,2	236,2	225,5	239,6	902,4	136,6	236,6	136,7	138,8
babi+kanola 5	223,0	339,9	235,7	224,8	239,0	900,7	136,4	236,0	136,4	138,4
babi+kanola 6	236,9	348,0	235,1	224,2	238,3	900,5	136,2	235,5	136,2	138,4
babi+kanola 7	233,1	351,5	234,8	223,9	238,1	899,4	136,1	235,1	136,1	138,2
babi+kanola 8	203,7	301,1	238,9	228,6	243,0	896,7	137,7	239,3	138,0	140,3
babi+kanola 9	212,8	314,6	239,4	228,9	243,2	896,5	138,1	239,8	138,2	140,3
babi+kanola 10	208,7	313,6	239,0	228,7	243,0	896,8	137,9	239,5	138,1	140,2



**Gambar 3** Score plot LDA (a) sampel minyak kanola, minyak babi dan campuran minyak babi dan minyak kanola; (b) Sampel kanola; (c) Sampel minyak Babi; dan (d) Campuran minyak babi dan kanola

Hidung elektronik berkerja berdasarkan perubahan konsentrasi dari suatu partikel seperti atom, molekul-molekul atau ion-ion dalam gas dan kemudian dirubah ke sinyal elektrik. Sensor yang terbuat dari bahan semikonduktor pada hidung elektronik akan menyerap oksigen saat berinteraksi dengan suatu gas dan akan menangkap elektron pada pita konduksi. Perubahan komposisi gas pada suatu sampel akan merubah sinyal listrik pada hidung elektronik.

Hidung elektronik mampu membedakan minyak yang mengandung babi dan bebas minyak babi. Minyak kanola yang murni juga

memiliki aroma khas sehingga hidung elektronik mampu mengklasifikasikan dan membedakan dengan minyak lainnya. Sampel-sampel yang mengandung minyak babi membentuk kelompok tersendiri dan terpisah dari sampel yang bebas kontaminasi minyak babi. Hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk mendeteksi kandungan babi pada minyak.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan score plot LDA Hidung elektronik mampu membedakan sampel minyak kanola, minyak babi dan campuran

minyak kanola dan babi dengan baik. Masing-masing sampel tercluster cukup baik dengan fungsi diskriminan 1 99,9% dan fungsi diskriminan kedua 0,1%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan pada Jurusan fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan Grup riset sensor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Borràs, E., Ferré, J., Boqué, R., Aceña, L., Calvo, A., & Busto, O. (2016). *Olive oil sensory defects classification with data fusion of instrumental techniques and multivariate analysis ( PLS-DA )*. 203, 314–322. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.038>
- Botre, B.A., Gharpure, D.C. & Shaligram, A. . (2010). Chemical Embedded Electronic Nose and Supporting Software Tool for its Parameter Optimization. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 146(2), 453–459.
- Che, Y. B., Rohman, M. A., & Mansor, T. S. T. (2011). *Differentiation of Lard From Other Edible Fats and Oils by Means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics*. 187–192. <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1659-x>
- Fraden, J. (2003). *Handbook of Modern Sensors Physics, Designs, And Applications* (Third Edit). california: Advanced Monitors Corporation San Diego.
- Guohua, H., Lvye, W., & Yanhong, M. Z. L. (2012). Study of grass carp (Ctenopharyngodon idellus) quality predictive model based on the electronic nose. *Sensor & Actuators B: Chemical*, 35, 301–308.
- Haddi, Z. (2011). Discrimination and identification of geographical origin virgin olive oil by an e-nose based on MOS sensors and pattern recognition techniques. *Procedia Engineering*, 1137–1140.
- Lelono, D. (2013). Characterization of Aroma Salak Pondoh Pattern with E-Nose Sensor Metal Oxide Based. *IJEIS*, 3(1), 71–82.
- Li, X. (2016). A Combination of Chemometrics Methods and GC–MS for the Classification of Edible Vegetable Oils. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 155, 145–150.
- Nurjuliana, M., Che Man, Y.B., & Mat Hashim, D. (2011). Analysis of Lard’s Aroma by An Electronic Nose for Rapid Halal Authentication. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 88, 75–82.
- Peris, M., & Escuder-gilabert, L. (2009). *Analytica Chimica Acta A 21st century technique for food control: Electronic noses*. 638, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.02.009>
- Tazi, I., Choiriyah, A., Siswanta, D., & Triyana, K. (2017). *Detection of Taste Change of Bovine and Goat Milk in Room Ambient Using Electronic Tongue*. 17(3), 422–430. <https://doi.org/10.22146/ijc.25288>
- Tazi I, Muthmainnah, & Suyono, A. A. (2018). Chemometric-Based Electronic Nose Application to Pork Oil and Olive Oil The Odor Pattern Classifications. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 10(2), 55–64.
- Trihaas, J. (2005). Electronic Nose Technology in Quality Assessment: Monitoring the Ripening Process of Danish Blue Cheese. *J Food Sci*, 70, 44–49.
- Upadhyay, R., Sehwal, S. & Mishra, H. . (2017). Frying Disposal Time of Sun Flower Oil Using Hybrid Electronic Nose-Fuzzy Logic Approach. *LWT - Food Science and Technology*, 78, 332–339.