

**DISKRIMINASI POLA AROMA KULIT KUDA DAN  
KULIT BABI MENGGUNAKAN *ELECTRONIC NOSE*  
(*e-Nose*) YANG TER-COUPLED DENGAN *MACHINE  
LEARNING (ML)* DENGAN ALGORITMA SUPPORT  
*VECTOR MACHINE (SVM)***

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



diajukan oleh :

Rakha Saputra

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
PROGRAM STUDI FISIKA  
YOGYAKARTA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UIN SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2020**

**DISKRIMINASI POLA AROMA KULIT KUDA DAN KULIT BABI  
MENGGUNAKAN *ELECTRONIC NOSE* (*e-Nose*) YANG TER-COUPLED  
DENGAN *MACHINE LEARNING* (*ML*) DENGAN ALGORITMA  
*SUPPORT VECTOR MACHINE* (*SVM*)**

**Rakha Saputra**  
**16620006**

**INTISARI**

*Electronic nose (e-Nose)* telah berhasil mendeteksi pola aroma kulit kuda dan kulit babi. Selain itu, *e-Nose* yang ter-coupled dengan *machine learning* (*ML*) telah berhasil mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi. Data hasil deteksi *e-Nose* dilakukan *pre-processing* dengan metode pengurangan nilai *baseline* dan *feature extraction* nilai maksimum. Diskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan *machine learning* (*ML*) dengan algoritma *supervised learning non-linear*, *support vector machine* (*SVM*). Dataset eksperimental dibagi menjadi tiga subset, yaitu data latih (untuk menetapkan model klasifikasi), data uji, dan data uji baru. Selain itu, pengoptimalan *hyperparameter* dan varian *K-fold cross-validation* dibutuhkan untuk diimplementasikan selama prosedur pelatihan model untuk memilih model diskriminasi *SVM* terbaik dan untuk menghindari masalah *over-fitting*. Performa diskriminasi prediksi terbaik dari model *SVM* diperoleh akurasi 100% diskriminasi untuk data uji dan 100% diskriminasi data uji baru.

**Kata kunci :** *electronic nose*, *machine learning*, *support vector machine*, aroma kulit kuda dan kulit babi.



***DISCRIMINATION OF THE AROMA PATTERNS OF HORSE HIDE AND  
PIGSKIN USING ELECTRONIC NOSE (e-Nose) COUPLED WITH  
MACHINE LEARNING (ML) OF SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)  
ALGORITHM***

**Rakha Saputra**  
**16620006**

***ABSTRACT***

*An electronic nose (e-Nose) has successfully detected the aroma pattern of horse hide and pigskin. In addition, e-Nose coupled with machine learning (ML) has successfully discriminated the aroma patterns of horse hide and pigskin. The results of e-Nose detection data were pre-processed with the methods of reducing the baseline value and feature extraction of the maximum value. Discrimination of the aroma patterns of horse hides and pigskin using machine learning (ML) with support vector machine (SVM) algorithm. The experimental dataset were divided into three subsets, namely training data (to establish a classification model), testing data, and new testing data. Furthermore, hyperparameter optimization and K-fold cross-validation variants were implemented during the model training procedure to select the best SVM discriminating model and to avoid over-fitting issues. The best predictive discrimination performance of the SVM model obtained 100% discrimination for testing data and 100% discrimination for new testing data.*

***Keywords :*** aroma patterns of horse hide and pigskin, electronic nose, machine learning, support vector machine.



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rakha Saputra

NIM : 16620006

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Diskriminasi Pola Aroma Kulit Kuda dan Kulit Babi Menggunakan *Electronic Nose (e-Nose)* yang Ter-coupled dengan *Machine Learning (ML)* dengan Algoritma *Support Vector Machine (SVM)*” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 November 2020  
Penulis,



Rakha Saputra  
NIM. 16620006



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama	:	RAKHA SAPUTRA
NIM	:	16620006
Judul Skripsi	:	DISKRIMINASI POLA AROMA KULIT KUDA DAN KULIT BABI MENGGUNAKAN ELECTRONIC NOSE ( <i>e-Nose</i> ) YANG TER-COUPLED DENGAN MACHINE LEARNING ( <i>ML</i> ) DENGAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE ( <i>SVM</i> )

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I

Yogyakarta, 27 November 2020

Pembimbing II

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc.  
NIP. 19780510 200501 1 003

Shidiq Nur Hidayat, M.Sc.  
17/422646/SPA/00633



KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM  
NEGERI SUNAN KALIJAGA FAKULTAS SAINS  
DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

**PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nomor : B-2849/Un.02/DST/PP.00.9/12/2020

Tugas Akhir dengan judul

: DISKRIMINASI POLA AROMA KULIT KUDA DAN KULIT BABI MENGGUNAKAN ELECTRONIC NOSE (*e-Nose*) YANG TER-COUPLED DENGAN MACHINE LEARNING (ML) DENGAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RAKHA SAPUTRA  
Nomor Induk Mahasiswa : 16620006  
Telah diujikan pada : Rabu, 09 Desember 2020  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

**TIM UJIAN TUGAS AKHIR**

Ketua  
Sidang

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 5fd739122939f

Pengaji I



Shidiq Nur Hidayat, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 5fd98d4fe7d00

Pengaji II



Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 5fe16ab457a87



Yogyakarta, 09 Desember 2020  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Valid ID: 5fe181872e0ef

Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

## HALAMAN MOTTO

။ ဟာရာဂလ် ဂိုဏ်ဂိုဏ်ဘာတော်၊ ဟာရာဂလ် ဂိုဏ်ဘာတော် ၁၂၃၁၂ ဘဏ္ဍာဂလ် ။

*“Anglaras Ilining Banyu, Angeli Ananging Ora Keli”*

~Serat Lokajaya, Sunan Kalijaga, Lor 11.629~

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, dengan mengucap syukur kepada Allah SWT

Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada

Allah SWT, Nabi Muhammad SAW, dan Pak Kiai-Kiai

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Fakultas Sains dan

Teknologi

Bapak Rama, Ibu Siti Munawaroh, Alm Kaik Kakung, Alm Eyang Uti, Alm Mbah  
Akung, Simbah Sugeng, Adik Dewi dan Adik Ismail

Sahabat Fisika 2016

Seluruh penikmat kemajuan keilmuan Sains dan Teknologi



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahi rabbil 'aalamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesikan laporan penelitian dengan judul "**“DISKRIMINASI POLA AROMA KULIT KUDA DAN KULIT BABI MENGGUNAKAN ELECTRONIC NOSE (e-Nose) YANG TER-COUPLED DENGAN MACHINE LEARNING (ML) DENGAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)”**" dengan baik. Shalawat serta salam tak lupa selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW., semoga kita mendapatkan syafaatnya di *yaumulqiyamah* aamiin.

Laporan ini merupakan salah satu hal yang sangat berkesan dan luar biasa bagi penulis karena sesuai hal yang sudah jarang penulis lakukan, yaitu menulis. Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari pihak-pihak yang turut membantu dalam penyelesaiannya dan juga pihak-pihak yang menemani perjalananku hingga aku memiliki banyak pengalaman. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak, Ibu, Simbah serta adik yang senantiasa memberi dukungan dan do'a yang tiada henti-hentinya, maaf mengunggu lama. Pokokke sing iki *everything* lah. Terlalu banyak kata kalau ditulis di sini, nanti kutulis dalam sebuah autobiografiku tentang kalian.

2. Bapak Prof. Drs. K.H. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D. sebagai rektor UIN terkeren bagi saya dan memang Anda luar biasa yang menginspirasi saya.
3. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku pembimbing pertama yang selalu sabar membimbing, memberi nasihat, motivasi, ide serta waktu yang diberikan selama penyusunan laporan ini, serta sudah memberikan saya kesempatan untuk riset bersama Tim TOR-C (Ge-Nose) UGM.
7. Bapak Prof. Dr. Eng. Kuwat Triyana, M.Si. sebagai pembimbing di UGM, saya ucapan selamat atas gelar Guru Besar-nya serta keberhasilan beliau mengembangkan GeNose sebagai alat deteksi cepat yang kecepatan dan keakuratannya melebihi test cepat Covid-19 lainnya. Saya merasa sesuatu kemustahilan bagi saya bisa berkenalan dan belajar bersama beliau.
8. Mas Shidiq Nur Hidayat, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing kedua yang selalu sabar, menasehati, memotivasi, memberikan ide, serta memberikan penyelesaian masalah selama penyusunan laporan ini. Terima kasih sudah

tetap mengajari saya walaupun cukup lama bagiku untuk memahami materi yang disampaikan oleh Anda.

9. Bapak Cecilia Yanuarief, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik Mahasiswa Fisika Angkatan 2016.
10. Seluruh Dosen Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya.
11. Ecin yang selalu memberikan ilmu, solusi, semangat, dan menyediakan waktu untuk mengerjakan proyek ini hingga tahapan skripsi ini, dan ini belum selesai masih ada Jurnal, Thesis, Disertasi dan proyek-proyek lainnya. Nek misal e koe meh rabi sek, ora popo. Aku nunggu nganti Disertasiku selesai lagek rabi.
12. Kak Indira, cewek idamanku pokokke.
13. April, inspirasiku.
14. Gusfianang, ketua angkatan fisika UIN SUKA terbaik sepanjang jaman.
15. Adi, mbok nek mikir ojo *over* lah gass sek karo mlaku iso wes. Target e bisnis dewe iso dadi wong sugih bondone, bahagiakke wong tuo, sedulur-sedulur, keluarga, karo iso nggo bayar utang Negara Kesatuan Republik Indonesia.
16. Nadia, Lidya, Faruq, Lidya, Annas, dll Sahabat-sahabat Fisika 2016 yang sangat aku *love* lah.
17. Mas Bastian, Mas Dika, Mas Raffi, Mbak Syafri, Mbak Sintia, Mbak Betavia, Mbak Riris, Senni, Lia, Nadia, Dek Ulfa, dan Koddam yang

memberikan banyak pengalaman, keseruan, kegilaan, dan banyak dech ketika di Thailand.

18. Teman-teman PERMITHA PSU yang luwar biasa.
19. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang turut memberi semangat dan doa hingga laporan ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari penulisan laporan ini masih banyak kekurangan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses penulisan laporan ini. Penulis berharap dengan dilakukannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memajukan sain dan teknologi, serta perpolitikan di Indonesia. Aamiin.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Desember 2020

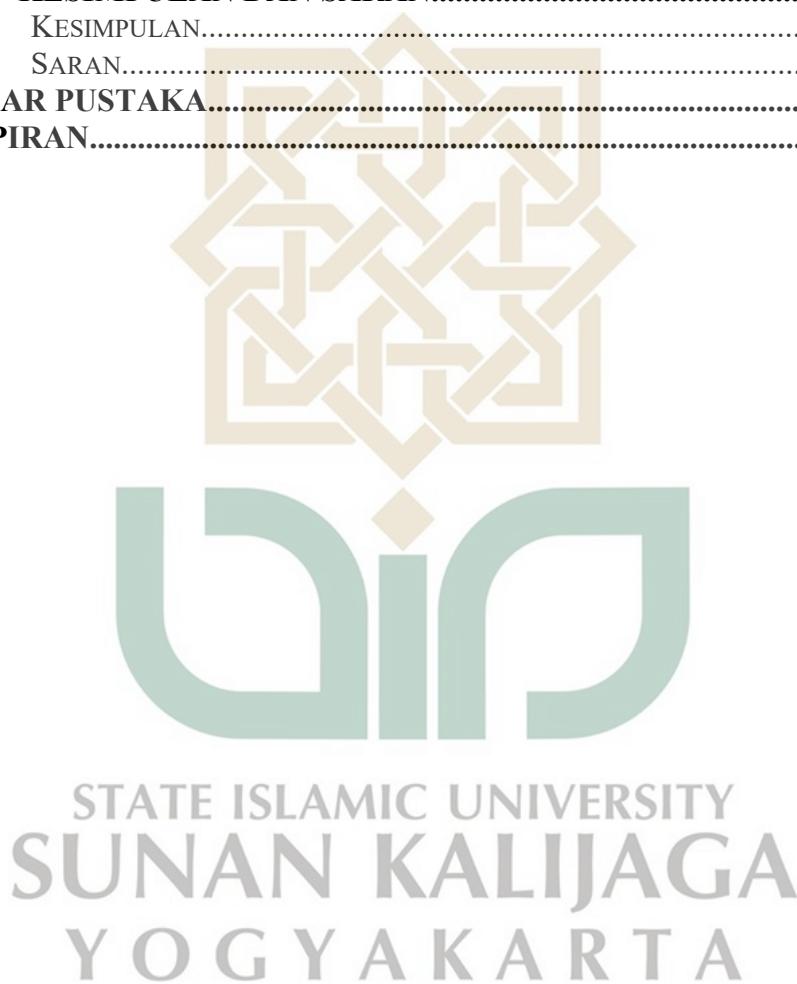


Penulis

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL.....</b>	<b>I</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>III</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>IV</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....</b>	<b>V</b>
<b>PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>VI</b>
<b>HALAMAN MOTTO.....</b>	<b>VII</b>
<b>HALAMAN PERSEMPAHAN.....</b>	<b>VIII</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>XIII</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>XV</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XVI</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	6
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	7
1.4 BATASAN PENELITIAN.....	7
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 STUDI PUSTAKA.....	9
2.2 LANDASAN TEORI.....	19
2.2.1 Kulit Binatang.....	19
2.2.2 <i>Volatile Organic Compounds (VOC)</i> .....	21
2.2.3 Bau.....	24
2.2.4 <i>Electronic Nose (e-Nose)</i> .....	26
2.2.5 Python.....	34
2.2.6 <i>Machine Learning (ML)</i> .....	38
2.2.7 <i>Support Vector Machine (SVM)</i> .....	42
2.2.8 Fiqih Kulit Kuda dan Kulit Babi.....	45
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>49</b>
3.1 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	49
3.2 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN.....	49
3.2.1 Alat Penelitian.....	49
3.2.2 Bahan Penelitian.....	50
3.3 PROSEDUR PENELITIAN.....	51
3.3.1 Pengambilan Data.....	52
3.3.2 Pengolahan Data.....	59
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>69</b>
4.1 HASIL.....	69
4.1.1 Hasil Deteksi Pola Aroma Kulit Kuda dan Kulit Babi Menggunakan <i>e-Nose</i> .....	69

4.1.2 Hasil diskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi dengan <i>eN-SVM</i> .....	71
<b>4.2 PEMBAHASAN.....</b>	<b>73</b>
4.2.1 Deteksi Pola Aroma Kulit Kuda dan Kulit Babi Menggunakan <i>e-Nose</i> . ....	73
4.2.2 Diskriminasi Pola Aroma Kulit Kuda dan Kulit Babi Menggunakan <i>eN-SVM</i> .....	77
4.2.3 Integrasi-Interkoneksi.....	83
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>85</b>
5.1 KESIMPULAN.....	85
5.1 SARAN.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>93</b>



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Daftar sensor gas dengan gas yang dideteksi (Hidayat dkk, 2018).....	31
Tabel 3. 1 Peralatan untuk medeteksi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan <i>e-Nose</i> .....	49
Tabel 3. 2 Peralatan untuk mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan <i>eN-SVM</i> .....	50
Tabel 3. 3 Bahan-bahan untuk medeteksi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan <i>e-Nose</i> .....	51
Tabel 3. 4 Bahan-bahan untuk mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan <i>eN-SVM</i> .....	51
Tabel 3. 5 Bahan-bahan untuk menguji <i>eN-SVM</i> .....	51
Tabel 3. 6 Data sinyal dari sensor larik <i>e-Nose</i> .....	57
Tabel 3. 7 Dataset siap dianalisis oleh <i>ML-SVM</i> .....	62
Tabel 3. 8 Persamaan dan tabel confusion matrix.....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tampang melintang kulit kuda Struktur kulit: epidermis dan dermis termasuk folikel rambut. (B) Zoom folikel rambut dermis (Obayes, 2016).....	20
Gambar 2. 2 Optical coherence tomography (OCT) dan bagian histologis dari kulit babi (Sapozhnikova dkk, 2006).....	20
Gambar 2. 3 Model penghalang potensial ketika tidak ada gas (Figaro Engineering Inc, 2013).....	29
Gambar 2. 4 Skema reaksi antara CO dan oksigen teradsorpsi pada SnO <sub>2</sub> (Figaro Engineering Inc, 2013).....	29
Gambar 2. 5 Model penghalang potensial ketika ada gas (Figaro Engineering Inc, 2013).....	30
Gambar 2. 6 Rangkaian pembagi tegangan.....	31
Gambar 2. 7 Diagram skematis perangkat <i>e-Nose</i> (Hidayat dkk, 2019).....	32
Gambar 2. 8 Variasi waktu respon sensor <i>e-Nose</i> (Hidayat dan Triyana, 2016).....	33
Gambar 2. 9 Tipe-tipe dari <i>ML</i> (Swamynathan, 2019).....	39
Gambar 3. 1 Diagram alir preparasi sampel.....	53
Gambar 3. 2 Diagram alir pengukuran sampel.....	56
Gambar 3. 3 Contoh dari respons <i>e-Nose</i> ketika mendekksi sampel kulit kuda.....	57
Gambar 3. 4 Diagram skematis perangkat <i>e-Nose</i> (Hidayat dkk, 2019).....	58
Gambar 3. 5 Antarmuka software GeNose datalogger.....	58
Gambar 3. 6 Diagram alir pengolahan data.....	59
Gambar 3. 7 Diagram alir <i>baseline manipulation</i> .....	61
Gambar 3. 8 Diagram alir <i>feature extraction</i> .....	62
Gambar 3. 9 Diagram alir analisis data dengan <i>eN-SVM</i> .....	64
Gambar 3. 10 Diagram alir pengujian <i>eN-SVM</i> .....	68
Gambar 4. 1 Respons <i>e-Nose</i> saat mendekksi sampel kulit kuda.....	69
Gambar 4. 2 Respons <i>e-Nose</i> saat mendekksi sampel kulit babi.....	70
Gambar 4. 3 Plot radar nilai rata-rata dari respon <i>e-Nose</i> telah diekstraksi.....	70
Gambar 4. 4 Hasil confusion matrix <i>eN-SVM</i> untuk diskriminasi kulit kuda (K) dan babi (B) dengan data uji.....	71
Gambar 4. 5 Plot 2D diskriminasi <i>SVM</i> aroma kulit kuda (area putih) dan babi (area abu-abu) dengan data latih.....	72
Gambar 4. 6 Plot 2D diskriminasi <i>SVM</i> aroma kulit kuda (area putih) dan babi (area abu-abu) dengan data uji.....	72
Gambar 4. 7 Hasil confusion matrix <i>eN-SVM</i> untuk diskriminasi kulit kuda (K) dan babi (B) dengan data uji baru (20 data aroma kulit kuda dan 20 data aroma kulit babi).....	73

Gambar 4. 8 Plot 2D diskriminasi *SVM* aroma kulit kuda (area putih) dan babi (area abu-abu) dengan data uji baru (20 data kulit kuda dan 20 data kulit babi).....73



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Persiapan alat dan bahan.....	93
Lampiran 2 : Preparasi sampel kulit kuda dan kulit babi.....	94
Lampiran 3 : Pengukuran aroma sampel.....	94
Lampiran 4 : Data aroma kulit kuda dari sinyal respon <i>e-Nose</i> .....	95
Lampiran 5 : Data aroma kulit babi dari sinyal respon <i>e-Nose</i> .....	96
Lampiran 6 : Skrip kode <i>baseline</i> manipulation dan feature extraction.....	97
Lampiran 7 : Data hasil proses ekstraksi ciri (feature extraction).....	98
Lampiran 8 : Skrip kode <i>eN-SVM</i> .....	99
Lampiran 9 : Kalkulasi akurasi diskriminasi <i>eN-SVM</i> menggunakan confusion matrix dengan data test.....	101
Lampiran 10 : Skrip kode plot <i>eN-SVM</i> .....	101
Lampiran 11 : Kalkulasi akurasi diskriminasi <i>eN-SVM</i> menggunakan confusion matrix dengan data uji baru aroma kulit kuda dan babi masing-masing 20 data.....	105
Lampiran 12 : <i>Curriculum Vitae</i> .....	103



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Negara Indonesia memiliki banyak potensi yang sangat besar untuk bersaing dengan negara lain, khususnya dalam sektor industri kreatif, yakni industri kerajinan kulit. Tercatat hingga menjelang Tahun 2017, investasi di sektor industri kulit telah mencapai Rp 7,62 triliun atau naik empat kali lipat dibandingkan Tahun 2016 (Purwanto, 2019). Sejumlah pengusaha industri kerajinan dari Indonesia turut hadir untuk melihat perkembangan industri kulit dunia yang diadakan oleh *Busan International Shoes Show (BISS) 2017* di Kota Busan, Korea Selatan, pada 2 November 2017 hingga 4 November 2017 (Purwanto, 2019). Hal ini, memberikan peluang besar untuk dilakukannya tindakan kecurangan dengan mengganti kulit hewan sapi (halal) dengan kulit babi untuk meraih pasar yang lebih luas dan laba yang lebih besar, seperti pepatah “ada gula ada semut” yang diartikan dari sisi negatif bahwa dimana ada pasar besar pastilah terjadi tindakan peluang kecurangan yang besar.

Seperti yang dilaporkan oleh Adisty (2012) bahwa ditemukan sepatu kulit dengan merk tertentu yang berlabel halal namun ternyata kulit yang digunakan adalah kulit babi. Kasus tersebut bisa saja terjadi di manapun dan kapanpun karena beberapa faktor penyebabnya, salah satunya adalah harga dari bahan baku kulitnya. Menurut laporan Somantri (2019) bahwa harga kulit babi lebih murah daripada kulit sapi. Kemudian, harga kulit sapi dan babi ditelusuri menggunakan *platform e-commerce*, seperti Bukalapak dan Tokopedia ditemukan

bahwa harga bahan baku kulit sapi lebih mahal daripada bahan baku kulit babi. Berdasarkan fakta-fakta di atas, maka prediksi terjadinya tindak kecurangan dalam industri kerajinan kulit sapi sangatlah besar. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk mencegah tindakan kecurangan tersebut.

Upaya pencegahan tersebut sejalan dengan perintah agama Islam yang telah dirumuskan oleh Majelis Ulama Indonesia (MUI) melalui kumpulan fatwa yang mereka keluarkan (MUI, 2010). Fatwa MUI tentang penyamakan kulit hewan dan pemanfaatannya tercantum dalam surat keputusan MUI Nomor 56 Tahun 2014. Sejalan dengan fatwa MUI tersebut, DPR RI juga telah mengeluarkan UU Nomor 33 Tahun 2014 tentang jaminan produk halal. Pemerintah juga telah mengeluarkan peraturan pemerintah sebagai implementasi dari UU Nomor 33 Tahun 2014 yakni PP Nomor 31 Tahun 2019.

Upaya untuk mencegah tindakan kecurangan tersebut tidak hanya dilakukan pada industri kerajinan kulit sapi saja tetapi harus dilakukan upaya pencegahan pada industri kulit lainnya, khususnya industri kerajinan kulit kuda. Menurut hemat penulis, kerajinan kulit kuda memiliki potensi ekonomi kreatif yang sangat menjanjikan karena banyak dijumpai di *platform e-commerce*, seperti Bukalapak dan Tokopedia yang menjual kerajinan kulit kuda seperti tas, sepatu, dan ikat pinggang. Selain itu, bahan dasar kulit kuda lebih tahan lama (*durable*), berserat lebih halus, dan lebih berkilau daripada kulit sapi (Somantri, 2019). Peneliti menelusuri di Tokopedia dengan mengambil dua contoh pelapak yang mewakili harga kedua kulit mentah perkilogram, sehingga diperoleh harga kulit kuda di pelapak Sepatu kulit MeGalauman lebih mahal daripada harga kulit babi

di pelapak Lapak Daging Online. Hal inilah yang mendasari perlunya upaya pencegahan penipuan kerajinan kulit yang berlabel kulit kuda apalagi berlabel halal yang diganti dengan bahan kulit lainnya khususnya kulit babi. Meskipun, belum ada berita penipuan kerajinan kulit kuda seperti penipuan pada kerajinan kulit sapi akan tetapi perlu dilakukan upaya pencegahan sejak awal supaya tindakan penipuan ini tidak terjadi pada kerajinan kulit kuda.

Upaya pencegahan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya menggunakan metode aroma. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengujian standar aroma adalah melalui studi *Volatil Organic Compound (VOC)*. Setiap hewan yang hidup memiliki aroma yang berbeda-beda yang mana *VOC* merupakan gas yang berperan pada aroma dari setiap hewan (Tumlinson, 2014; Hung dkk., 2015). Begitupula pada hewan kuda dan hewan babi, hewan kuda memiliki aroma khas yang ditimbulkan oleh *VOC* (Deshpande dkk., 2018) dan hewan babi juga memiliki aroma khas yang ditimbulkan oleh *VOC* (Chen dkk., 2019). Oleh karena itu, masing-masing kulit dari kedua hewan tersebut memiliki pola aroma yang khas.

Pola aroma dari kulit kuda dan kulit babi ini dapat dideteksi dengan menggunakan alat *Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS)*. *GC-MS* adalah teknik analisis yang paling umum untuk mengidentifikasi dan mengkuantisasi zat organik dalam matriks kompleks (Sparkman dkk, 2011). *GC-MS* telah digunakan untuk analisis sampel biologis selama beberapa dekade. Teknik ini digunakan oleh US National Institute of Standards and Technology untuk pengembangan metode definitif untuk memenuhi syarat bahan referensi

standar dan menetapkan konsentrasi yang akurat ke bahan referensi dari banyak analisis yang relevan secara klinis (Rockwood dkk, 2018). *GC-MS* masih dijadikan sebagai *gold standards* untuk skrining spektrum obat-obatan karena *GC-MS* memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Lynch, 2017). Namun, biaya untuk melakukan pengambilan data pola aroma menggunakan alat ini sangat mahal (Hidayat dkk, 2019).

Berdasarkan teknis analisis *GC-MS* yang disebutkan di atas biasanya jauh melampaui kemampuan ekonomi peneliti, maka perlu dilakukan upaya pengembangan alat untuk mendeteksi pola aroma yang lebih terjangkau. Oleh karena itu, Tim Peneliti *Taste and Odor Research Center* (TOR-C), Laboratorium Material dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta telah membuat dan mengembangkan *Electronic Nose (e-Nose)* dengan teknologi yang cepat, andal, dan kuat untuk mendeteksi aroma yang lebih baik daripada metode konvensional seperti *GC-MS* (Triyana dkk, 2007). *e-Nose* adalah perangkat yang terdiri dari empat komponen utama, yaitu larik sensor kimia, sistem *headspace*, akuisisi data, dan sistem pengenalan pola yang bertujuan untuk meniru konsep kerja hidung manusia yang mampu mendeteksi dan membedakan berbagai *VOC* (Triyana dkk, 2015).

*e-Nose* tersebut juga telah diaplikasikan untuk mendeteksi pola aroma biji cacao. Hasil dari pengujian pola aroma biji cacao menghabiskan biaya yang lebih terjangkau daripada *GC-MS* (Hidayat dkk., 2019). Sebelumnya, pernah ada beberapa peneliti yang mengaplikasikan *e-Nose* untuk mengklasifikasi jenis teh dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan pada tahun 2007 (Triyana

dkk., 2007). Pada tahun 2015, Hardoyono, dkk. menggunakan *e-Nose* untuk mendiskriminasi Obat Herbal Indonesia dengan menggunakan algoritma *principal component analysis (PCA)* dan *cluster analysis (CA)*. Pada tahun 2016, Agustika, dkk. menggunakan *e-Nose* untuk mengklasifikasi minuman herbal (jamu) dengan algoritma *principal component analysis (PCA)* dan *discrete wavelet transform (DWT)*. Pada tahun 2017, Lelono, dkk. menambahkan alat pengontrol kestabilan *temperature* berbasis *proportional–integral–derivative (PID)* pada *e-Nose* dengan algoritma *principal component analysis (PCA)* dan *linear discriminant analysis (LDA)*. Pada tahun 2018, Ralisnawati, dkk. menggunakan *e-Nose* untuk mendeteksi perubahan aroma jahe, serai, dan daun jeruk nipis pada teh hijau dengan menggunakan algoritma *principal component analysis (PCA)*. Pada tahun 2019, Hidayat, dkk. menggunakan *e-Nose* untuk mendiskriminasi kualitas *Superior Java Cocoa Beans* dengan algoritma *linear discriminant analysis (LDAs)*, *support vector machine (SVM)*, and *artificial neural networks (ANN)*. Pada tahun 2020, Astantri, dkk. menggunakan *e-Nose* untuk mendeteksi *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) dan *Bacillus cereus* (*B. cereus*) dengan algoritma *linear* dan *quadratic discriminant analysis (LDA* dan *QDA*), and *support vector machine (SVM)*.

Semua penelitian di atas menunjukkan bahwa *e-Nose* telah ter-coupled dengan *machine learning (ML)* yang mampu melakukan deteksi dan klasifikasi terhadap sampel yang diuji. Keberhasilan penelitian–penelitian di atas menginspirasi penulis untuk membuat *ML* yang ter-coupled dengan *e-Nose* untuk mendeteksi aroma kulit kuda dan kulit babi. *ML* merupakan pengembangan

algoritma matematika untuk belajar dari data. *ML* berfokus pada tujuan klasifikasi dan terdiri dari pemodelan pemetaan optimal antara data dan kumpulan pengetahuan. Dengan kata lain, salah satu tujuan *ML* adalah membangun sistem cerdas (Suthaharan, 2016).

*ML* dapat dibuat dengan menggunakan algoritma *support vector machines* (*SVM*). Alasan penulis menggunakan *SVM* karena *SVM* merupakan salah satu algoritma *supervised learning* yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan dari klasifikasi atau regresi. Namun, sebagian besar digunakan dalam masalah klasifikasi. Dalam algoritma *SVM*, setiap item data diplot sebagai titik dalam ruang koordinat kartesian. Selanjutnya, data aroma kulit kuda dan sapi diklasifikasi dengan menemukan *hyperplane* (Ray, 2017). Algoritma *SVM* ini dianggap oleh penulis dapat membedakan dua kelas dengan sangat baik.

Data *e-Nose* yang ditampilkan melalui antarmuka perangkat lunak (*software*) bernama GeNose. *Software* ini hanya menampilkan data tegangan dari kedua pola aroma kedua kulit tetapi belum menampilkan perbedaan antara kedua pola aroma kulit kuda dan kulit babi. Oleh karena itu, *ML* diperlukan oleh *e-Nose* untuk mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi. *ML* dengan *SVM* (*ML-SVM*) yang memiliki kemampuan klasifikasi diharapkan dapat menyelesaikan masalah diskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mendeteksi pola aroma kulit kuda dan kulit babi dengan menggunakan *e-Nose*?
2. Bagaimana mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan *e-Nose* yang ter-coupled dengan *machine learning* algoritma *support vector machine* (*eN-SVM*)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mendeteksi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan *e-Nose*.
2. Mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan *eN-SVM*.

### 1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini sesuai dengan tujuan penelitian, maka penelitian ini memiliki beberapa batasan, sebagai berikut:

1. Objek penelitian yang digunakan adalah kulit kuda dan babi yang masih mentah.
2. Jenis kulit kuda yang digunakan adalah kuda ternak yang diperoleh dari Segoroyoso Stable, Bantul.
3. Jenis kulit babi yang digunakan adalah babi ternak yang diperoleh dari Pasar Pathuk, Yogyakarta.
4. *ML-SVM* yang dibuat menggunakan bahasa Python.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Jika deteksi dan diskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi menggunakan *eN-SVM* berhasil dilakukan, maka dapat membantu merealisasikan fatwa MUI Nomor 56 Tahun 2014 dan mendukung pemerintah untuk menjamin produk halal yang telah diatur dalam UU No.33 tahun 2014 dan PP No.31 tahun 2019. Jika pemerintah mampu menjamin kehalalan produk melalui peraturan-peraturan tersebut, maka industri kerajinan kulit kuda akan mematuhi peraturan dari pemerintah dan tidak akan melakukan tindakan kecurangan.

Jika industri kerajinan kulit kuda mematuhi peraturan dari pemerintah dan tidak melakukan tindakan kecurangan, maka persaingan bisnis industri kerajinan kulit akan sehat. Jika persaingan bisnis industri sudah sehat, maka masyarakat memiliki kepercayaan yang tinggi. Jika kepercayaan masyarakat tinggi, maka pembelian akan meningkat. Jika pembelian masyarakat meningkat, maka pendapatan produk akan meningkat.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola aroma kulit kuda dan kulit babi telah berhasil dideteksi menggunakan *e-Nose*.
2. Pola aroma kulit kuda dan kulit babi telah berhasil didiskriminasi menggunakan *eN-SVM* dengan akurasi 100%.

#### **5.1 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu dikembangkan untuk penelitian yang akan dilakukan berikutnya. Saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya mengambil sampel kulit kuda yang diperoleh dari Segoroyoso Stable, Bantul dan sampel kulit babi yang diperoleh dari Pasar Pathuk, Yogyakarta. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu menambah jumlah sampel kulit kuda dan kulit babi dari lokasi lain yang lebih banyak untuk meningkatkan validitas penelitian.
2. Penelitian ini belum dilakukan uji standar menggunakan alat standar uji kromatografi. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu dilakukan uji kromatografi menggunakan *GC-MS* untuk diketahui

senyawa *VOC* dari kulit kuda dan kulit babi sebagai pembanding dari hasil pengukuran menggunakan *e-Nose*.

3. Penelitian ini hanya melakukan pengujian terhadap sampel kulit kuda dan kulit babi yang masih mentah. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu dilakukan preparasi sampel kulit kuda dan kulit babi pada tahap lanjutan, yakni penyamakan kulit hingga menjadi barang jadi.
4. Penelitian ini menggunakan algoritma *SVM* tanpa melakukan perbandingan dengan algoritma lain. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu menggunakan algoritma lainnya seperti *ANN*, *KKN*, *LDA*, *PCA*, dan lain-lain agar diperoleh algoritma yang paling efektif untuk mendiskriminasi aroma kulit kuda dan kulit babi.
5. Visualisasi 2D yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *SVM* yang hanya dapat mem-plot menggunakan dua fitur dan tidak dapat mereduksi data seperti *PCA* atau *LDA*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat menggunakan visualisasi 2D dengan metode *PCA* atau *LDA*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisty, L. O. 2012. *Jual Sepatu Kulit Babi Berlabel Halal, 'Kickers' Diadukan ke Polisi.* Diakses 20 September 2020 dari <https://megapolitan.kompas.com/read/2012/12/20/21411832/Jual.Sepatu.Kulit.Babi.Berlabel.Halal..Kickers.Diadukan.ke.Polisi>.
- Agustika, D. K. dan Triyana, K. 2016. Application of principal component analysis and discrete wavelet transform in electronic nose for herbal drinks classification. *AIP Conference Proceedings*, **Vol.1755 No.14 2016** : 1–7.
- Anand, S. S., Philip, B. K. dan Mehendale, H. M. 2014. Volatile Organic Compounds. Academic Press. Oxford.
- Apaf N. F. 2018. *Belajar Mengenal Metode Klasifikasi SVM*, garudacyber.co.id. Diakses 14 September 2020 dari <https://garudacyber.co.id/artikel/654-belajar-mengenal-metode-klasifikasi-SVM>.
- Apriani, N., Setiasih, N. dan Heryani, L. 2019. Struktur histologi dan histomorfometri kulit babi landrace. *Indonesia Medicus Veterinus*, **Vol.8 No.5 Tahun 2019** : 595–605.
- van Assen, M., Lee, S. J. dan De Cecco, C. N. 2020. Artificial intelligence from A to Z: From neural network to legal framework. *European Journal of Radiology*. Elsevier, **Vol.129 No.7 Tahun 2020** : 109083.
- Astantri P. F., Prakoso W., Sandhi A., Triyana K., Untari T., Airin C. M., dan Astuti P. 2020. Lab-Made Electronic Nose for Fast Detection of Listeria monocytogenes and Bacillus cereus. *Veterinary Sciences*, **Vol.7 No.1 2020** : 1-11.
- Bernd, K. B. dan Mitchinson, D. 1996. *History of Python*, python-course.eu. Diakses 28 Juli 2020 dari [https://www.python-course.eu/python3\\_history\\_and\\_philosophy.php](https://www.python-course.eu/python3_history_and_philosophy.php).
- Brownlee, J. 2016. Master Machine Learning Algorithms Discover How They Work and Implement Them From Scratch. *Machine Learning Mastery With Python*, **Vol.1 No.1 2016** : 11.
- Chen G., Su Y., He L., Wu H., dan Shui S. 2019. Analysis of volatile compounds in pork from four different pig breeds using headspace solid-phase micro-extraction/gas chromatography–mass spectrometry. *Food Science and Nutrition*, **Vol.7 No.4 Tahun 2019** : 1261–1273.
- Deshpande, K., Furton, K. G. dan Mills, D. E. K. 2018. The Equine Volatilome: Volatile Organic Compounds as Discriminatory Markers. *Journal of Equine Veterinary Science*, **Vol.62 No.4 Tahun 2018** : 47–53.
- Encyclopaedia-Britannica. 2018. Leather. *Encyclopaedia Britannica*, hal. 1–5.

Diakses 14 September 2020 dari <https://www.britannica.com/topic/leather>.

- Figaro Engineering Inc. 2013. General Informasi for TGS Sensors. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. Vol.7 No.2 Tahun 2013 : 1–12.
- Géron, A. 2017. *Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems*. O'Reilly Media. Sebastopol.
- Gholami, R. dan Fakhari, N. 2017. *Chapter 27 - Support Vector Machine: Principles, Parameters, and Applications*. Academic Press. Cambridge.
- Han, J., Kamber, M. dan Pei, J. 2012. 1 - Introduction, in Han, J., Kamber, M., dan Pei, J. B. T.-D. M. (Third E. (ed.) *The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems*. Morgan Kaufmann. Boston.
- Hardoyono, F., Iswanto, B. H. dan Triyana, K. 2016. Comparative analysis of feature extraction methods in the clustering of electronic nose response correlated with GC/MS analysis,” *AIP Conference Proceedings*, Vol.1755 No.17 Tahun 2016 :1-7.
- Hardoyono, F., Triyana, K. dan Iswanto, B. H. 2015. Rapid Discrimination of Indonesian Herbal Medicines by Using Electronic Nose Based on Array of Commercial Gas Sensors. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 771 No.17 Juli 2015 : 209–212.
- Hidayat, S., Rusman, A., Julian, T., Triyana, K., Veloso, A., dan Peres, A. 2019. Electronic Nose Coupled with Linear and Nonlinear Supervised Learning Methods for Rapid Discriminating Quality Grades of Superior Java Cocoa Beans. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, Vol.12 No.6 2019 : 167–176.
- Hidayat, S. N., Triyana, K., Fauzan, I., Julian, T., Lelono, D., Yusuf, Y., dan Peres, A. 2019. The electronic nose coupled with chemometric tools for discriminating the quality of black tea samples in situ. *CheMOSensors*, Vol.7 No.3 Tahun 2019 :167-176.
- Hidayat, S. N., Nuringtyas, T. R. dan Triyana, K. 2018. Electronic Nose Coupled with Chemometrics for Monitoring of Tempeh Fermentation Process. *Proceedings - 2018 4th International Conference on Science and Technology, ICST 2018*. IEEE, Vol.1 No.30 Tahun 2018 : 1–6.
- Hidayat, S. N. dan Triyana, K. 2016. Optimized back-propagation combined with radial basic neural network for improving performance of the electronic nose: Case study on the fermentation process of tempeh. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1755 No.3 Tahun 2016 : 1-6.
- Hung, R., Lee, S. dan Bennett, J. W. 2015. Fungal volatile organic compounds and their role in ecosystems. *Applied Microbiology and Biotechnology*,

**Vol.99 No.8 Tahun 2015 : 3395–3405.**

- Ishikawa M., Warita Y., Takahisa E., dan Ohkubo Y. 2010. *4.15 - Human-Environment Interactions (I): Flavor and Fragrance*. Elsevier. Amsterdam.
- Julian, T., Hidayat, S. N. dan Triyana, K. 2018. Metal Oxide Semiconductor Based Electronic Nose as Classification and Prediction Instrument for Nicotine Concentration in Unflavoured Electronic Juice. *Proceedings - 2018 4th International Conference on Science and Technology, ICST 2018*. IEEE, **Vol.1 No.9 2018** : 1–5.
- Kauer, J. S. dan White, J. 2009. Electronic Nose. *Encyclopedia of Neuroscience*, **Vol.1 No.3 2009** : 871–877.
- KH. A. Nuril, H. 2007. *4 Sumber Hukum dalam Aswaja, NU Online*. Diakses 10 Agustus 2020 dari <https://islam.nu.or.id/post/read/9215/4-sumber-hukum-dalam-aswaja>.
- Kite. 2020. *sklearn-Machine learning module for Python*, Kite. Diakses 5 Juli 2020 dari <https://kite.com/python/docs/sklearn>.
- Kukuh, R. 2018. *Melakukan Feature Scaling pada Dataset*, medium.com. Diakses 1 Oktober 2020 dari <https://medium.com/machine-learning-id/melakukan-feature-scaling-pada-dataset-229531bb08de>.
- Lapak Daging Online. 2020. *Kulit Babi Mentah Fresh (per 1kg)*, Tokopedia. Diakses 25 Oktober 2020 dari <https://www.tokopedia.com/lapakdagingonline/kulit-babi-mentah-fresh-per-1kg?whid=0>.
- Lenono, D., Triyana, K., Hartati, S., dan Istiyanto, J. E. 2017. Development of electronic nose with highly stable sample heater to classify quality levels of local black tea. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, **Vol.7 No.2 Tahun 2017** : 352–358.
- Lynch, K. L. 2017. *Toxicology: Liquid chromatography mass spectrometry, Mass Spectrometry for the Clinical Laboratory*. Elsevier Inc. Amsterdam.
- MUI. 2010. *Himpunan Fatwa Halal Majelis Ulama Indonesia 2010*. Departemen Agama. Jakarta.
- Obayes, A. K. 2016. Histological Study for Skin of Horse. *Tikrit Journal of Pure Science*, **Vol.21 No.1 Tahun 2016** : 31–35.
- Purwanto, E. 2019. *Potensi Bisnis Kerajinan Kulit*. Diakses 5 Oktober 2020 dari <https://www.inacraftnews.com/potensi-bisnis-kerajinan-kulit/>.
- Ralisnawati D. Sukartiko A. C., Suryandono A., dan Triyana, K. 2018. Detecting aroma changes of local flavored green tea (*Camellia sinensis*) using electronic nose. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

*Science, Vol.131 No.1 Tahun 2018 : 0–6.*

- Ramdlan, M. M. 2016. *Hukum Daging Babi dan Organ Lainnya, NU Online*. Diakses 15 Oktober 2020 dari <https://islam.nu.or.id/post/read/70708/hukum-daging-babi-dan-organ-lainnya>.
- RAY, S. 2017. *Understanding Support Vector Machine(SVM) algorithm from examples (along with code)*, *analyticsvidhya.com*. Diakses 17 November 2020 dari <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2017/09/understaing-support-vector-machine-example-code/>
- Revah, S. dan Morgan-Sagastume, J. M. 2005. Methods of odor and VOC control. *Biotechnology for Odor and Air Pollution Control, Vol.3 No.1 Tahun 2005* : 29–63.
- Rockwood, A. L., Kushnir, M. M. dan Clarke, N. J. 2018. 2 - Mass Spectrometry. Elsevier. Berlin.
- Rohman, Y. A. 2019. *Pengenalan NumPy, Pandas, Matplotlib, medium.com*. Diakses 18 Juli 2020 dari <https://medium.com/@yasirabd/pengenalan-numpy-pandas-matplotlib-b90baf36c0>.
- Romano, F. 2015. *Learning Python: Learn to Code like a Professional with Python - An Open Source, Versatile, and Powerful Programming Language*. Packt. Mumbai
- Roy, K., Kar, S. dan Das, R. N. 2015. *Selected Statistical Methods in QSAR, Understanding the Basics of QSAR for Applications in Pharmaceutical Sciences and Risk Assessment*. Academic Press. Cambridge.
- Russo M., Di Sanzo R., Cefaly V., Carabetta S., Serra D., dan Fuda S. 2013. Non-destructive flavour evaluation of red onion (*Allium cepa* L.) Ecotypes: An electronic-nose-based approach. *Food Chemistry*. Elsevier Ltd, *Vol.141 No.2 Tahun 2013* : 896–899.
- Samsudiney. 2019. *Penjelasan Sederhana tentang Apa Itu SVM?*, *medium.com*. Diakses 14 September 2020 dari <https://medium.com/@samsudiney/penjelasan-sederhana-tentang-apa-itu-SVM-149fec72bd02>.
- Sarkar D., Bali R., dan Sharma T. 2018. *Customer Segmentation and Effective Cross Selling, Practical Machine Learning with Python*. Apress. Bangalore.
- scikit-learn developers. 2019. *Support Vector Machines*, *scikit-learn.org*. Diakses 28 Juli 2020 dari <https://scikit-learn.org/stable/modules/SVM.html>.
- Sepatu kulit MeGalauman. 2020. *Kulit Kuda, Tokopedia*. Diakses 10 Juni 2020 dari <https://www.tokopedia.com/sepatumegalauman/kulit-kuda>.

- Shan, S. 2016. *Machine Learning Models and Algorithms for Big Data Classification Thinking with Examples for Effective Learning. Integrated Series in Information Systems*. Springer. New York
- Somantri, K. 2019. Jenis Kulit Binatang Untuk Bahan Kerajinan, Karakteristik & Sifat,” *enjoyleather.com*. Diakses 17 September 2020 dari <https://enjoyleather.id/jenis-kulit-binatang-untuk-bahan-kerajinan/>.
- Sparkman, O. D., Penton, Z. E. dan Kitson, F. G. 2011. *Introduction and History. Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide*. Elsevier. California
- Sutton, R. S. dan Barto, G. A. 1998. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press (A Bradford book). Diakses 7 Mei 2020 dari <https://books.google.co.id/books?id=CAFR6IBF4xYC>.
- Swamynathan, M. 2019. *Mastering Machine Learning with Python in Six Steps, Mastering Machine Learning with Python in Six Steps*. Apress. California.
- Szyszka, P. dan Stierle, J. S. 2014. *Mixture processing and odor-object segregation in insects*. 1 ed, *Progress in Brain Research*. Elsevier B.V. Amsterdam.
- Tisserand, R. dan Young, R. 2014. *6 - The respiratory system Essential Oil Safety*. Elsevier. Amsterdam.
- Triatmojo, Suharjono dan Abidin. 2014. *Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan*. UGM Press. Yogyakarta.
- Triyana K., Masthori A., Supardi B. P., Iqbal M., dan Bharata A. 2007. Prototype of Electronic Nose Based on Gas Sensors Array and Back Propagation Neural Network for Tea Classification. *Bimipa*, Vol.17 No.3 Tahun 2007 : 57–62.
- Triyana K., Taukhid, S. M., Aji P., Hidayat S. dan Rohman A. 2015. Development of Electronic Nose with Low-Cost Dynamic Headspace for Classifying Vegetable Oils and Animal Fats. *Applied Mechanics and Materials*, Vol.771 No.10 Tahun 2015 : 50–54.
- Tumlinson, J. H. 2014. The Importance of Volatile Organic Compounds in Ecosystem Functioning. *Journal of Chemical Ecology*, Vol.40 No.2 Tahun 2014 : 212–213.
- Ustadz Ali Zainal Abidin. 2019. *Hukum Mengonsumsi Daging Kuda*, NU Online. Diakses 3 September 2020 dari <https://islam.nu.or.id/post/read/104245/hukum-mengonsumsi-daging-kuda>.
- Vapnik, V. N. 1999. An overview of statistical learning theory. *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol.10 No.5 Tahun 1999 : 988–999.

- Vieira, S., Lopez Pinaya, W. H. dan Mechelli, A. 2020. *Chapter 1 - Introduction to machine learning*. Academic Press. Cambridge.
- Wardana. 2019. *Belajar Pemrograman dan Hacking Menggunakan Python*. Pt. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Wilson, D. A. dan Stevenson, R. J. 2003. Olfactory perceptual learning: The critical role of memory in odor discrimination. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **Vol.27 No.4 Tahun 2003** : 307–328.
- Wolfe, J. 2018. *A Brief History of Python*, medium.com. Diakses 28 Juli 2020 dari <https://medium.com/@johnwolfe820/a-brief-history-of-python-ca2fa1f2e99e>.
- Yan J., Guo X., Duan. S., Jia P. Wang L., Peng C. dan Zhang, S. 2015. Electronic nose feature extraction methods: A review. *Sensors (Switzerland)*, **Vol.15 No.11 Tahun 2015** : 27804–27831.
- Yildrim, Soner. 2020. *Hyperparameter Tuning for Support Vector Machines — C and Gamma Parameters*. Diakses 17 Desember 2020 dari <https://towardsdatascience.com/hyperparameter-tuning-for-support-vector-machines-c-and-gamma-parameters-6a5097416167>.

