

**PEMBUATAN SISTEM *MACHINE LEARNING*
DENGAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE*
(*SVM*) YANG TER-*COUPLED* OLEH *ELECTRONIC*
NOSE (E-Nose) UNTUK MENDETEKSI POLA AROMA
KULIT BABI DAN KULIT SAPI**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1
Program Studi Fisika



diajukan oleh :

Desrinda Mala Dwi Putri

16620007

Kepada

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2020

**PEMBUATAN SISTEM *MACHINE LEARNING* DENGAN METODE
SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) YANG TER-*COUPLED* OLEH
ELECTRONIC NOSE (E-NOSE) UNTUK MENDETEKSI POLA AROMA
PADA KULIT BABI DAN KULIT SAPI**

**Desrinda Mala Dwi Putri
16620007**

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan E-Nose dan mengklasifikasi pola aroma tersebut menggunakan ML-SVM yang ter-*coupled* oleh E-Nose. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu pengambilan data dan pengolahan data. Pengambilan data dilakukan menggunakan *Electronic Nose* (E-Nose) dan *software* GeNose *datalogger*. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *machine learning* (ML) berbasis algoritma *support vector machine* (SVM). Hasil dataset dari deteksi E-Nose dilakukan *pre-processing* sebelumnya menggunakan ekstraksi fitur dengan metode pengurangan nilai *baseline* dan nilai rata-rata. Dataset eksperimen dibagi menjadi tiga subset yaitu data *training*, data-uji, dan data uji-baru. Klasifikasi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan ML dengan metode analisa *supervised learning non-linear*, SVM. Selain itu, pengoptimalan *hyperparameter* dan varian *K-fold cross-validation* diimplementasikan selama prosedur pelatihan model untuk memilih model klasifikasi terbaik dan untuk menghindari masalah *over-fitting*. Pola aroma kulit babi dan kulit sapi telah berhasil dideteksi dan diklasifikasi. Hasil klasifikasi dari model SVM diperoleh akurasi sebesar 100% untuk data uji dan 100% untuk data uji-baru.

Kata kunci: *Kulit Babi, Kulit Sapi, E-Nose, Machine Learning, Support Vector Machine (SVM).*

**MAKING A MACHINE LEARNING SYSTEM USING SUPPORT VECTOR
MACHINE (SVM) METHOD COUPLED BY ELECTRONIC NOSE (E-NOSE)
TO DETECT AROMA PATTERNS OF PIGSKIN AND COW HIDE**

Desrinda Mala Dwi Putri

16620007

ABSTRACT

This study aimed to detect the aroma patterns of pigskin and cow hide using E-Nose and classify the aroma patterns using the ML-SVM coupled by E-Nose. This research was conducted in two stages, namely data collection and data processing. Data were collected using Electronic Nose (E-Nose) and GeNose datalogger software. Data processing was performed by using machine learning (ML) based on the support vector machine (SVM) algorithm. The results of the E-Nose detection dataset were pre-processed using feature extraction with the method of reducing the baseline value and the average value. The experimental dataset was divided into three subsets, namely training data, testing data and new-testing data. The classification of the aroma pattern of pigskin and cow-hide used ML with a non-linear supervised learning analysis method, SVM. In addition, hyperparameter optimization and K-fold cross-validation variants were implemented during the model training procedure to select the best classification model and to avoid over-fitting issues. The aroma patterns of pigskin and cow-hide have been detected and classified. The classification results of the SVM model obtained an accuracy of 100% for testing data and 100% for new-testing data.

Keywords: Pigskin, Cow hide, E-Nose, Machine Learning, Support Vector Machine.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desrinda Mala Dwi Putri

NIM : 16620007

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ Pembuatan Sistem *Machine Learning* dengan Metode *Support Vector Machine (SVM)* yang Ter- (*E-Nose*) untuk Mendeteksi Pola Aroma Kulit Babi dan Kulit Sapi” 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, 27 November 2020

Penulis



Desrinda Mala Dwi Putri
16620007

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



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 : DESRINDA MALA DWI PUTRI
NIM : 16620007
Judul Skripsi : PEMBUATAN SISTEM *MACHINE LEARNING* DENGAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)* YANG TER-COUPLED OLEH *ELECTRONIC NOSE (E-NOSE)* UNTUK MENDETEKSI POLA AROMA PADA KULIT BABI DAN KULIT SAPI

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.

Yogyakarta, 27 November 2020
Pembimbing I

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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



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 : DESRINDA MALA DWI PUTRI
NIM : 16620007
Judul Skripsi : PEMBUATAN SISTEM *MACHINE LEARNING* DENGAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM) YANG TER-COUPLED OLEH *ELECTRONIC NOSE* (E-NOSE) UNTUK MENDETEKSI POLA AROMA PADA KULIT BABI DAN KULIT SAPI

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.

Yogyakarta, 28 November 2020
Pembimbing II

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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2850/Ujn.02/DST/PP.00.9/12/2020

Tugas Akhir dengan judul : PEMBUATAN SISTEM MACHINE LEARNING DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) YANG TER-COUPLED OLEH ELECTRONIC NOSE (E-NOSE) UNTUK MENDETEKSI POLA AROMA KULIT BABI DAN KULIT SAPI.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DESRINDA MALA DWI PUTRI
Nomor Induk Mahasiswa : 16620007
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: 5fd73764858fc



Penguji I

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

SIGNED

Valid ID: 5fd98d6b4b4b1



Penguji II

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

SIGNED

Valid ID: 5fe16a94048ef



Yogyakarta, 09 Desember 2020

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 5fe181ec82c39

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- Allah SWT.
- Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.
- Tim TOR-C F-MIPA UGM
- Bapak, ibu dan kakak tercinta untuk setiap do'a dan kasih sayangnya.
- Partner dalam segala hal
- Keluarga besar Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta angkatan 2016
- Study Club Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

Mohon, mangesthi, mangastuti, marem.

*“Selalu meminta petunjuk Tuhan untuk menyelaraskan antara ucapan dan perbuatan agar dapat
berguna bagi sesama”*

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu
ada kemudahan” (Q.S. Al-Insyirah: 5-6)*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT., yang telah memberikan rahmat, nikmat, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PEMBUATAN SISTEM MACHINE LEARNING DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) YANG TER-COUPLED OLEH ELECTRONIC NOSE (E-NOSE) UNTUK MENDETEKSI POLA AROMA KULIT BABI DAN KULIT SAPI”** dengan baik dan lancar. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada beliau, Rasulullah Muhammad SAW., semoga kita mendapatkan syafaatnya di yaumulqiyamah kelak. Amiin.

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk kewajiban bagi penulis untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta untuk mendapatkan gelar sarjana. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak dan Ibu selaku orang tua yang selalu memberikan doa dan semangat dalam setiap langkah.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Anis Yuniati, P.hD. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Cecilia Yanuarief, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik Prodi Fisika UIN Sunan Kalijaga.
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan skripsi ini, terimakasih banyak atas kesabaran dan waktu yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada henti-hentinya.
7. Mas Shidiq Nur Hidayat, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II penulisan skripsi, yang telah memberikan arahan, ilmu, serta motivasi kepada penulis.
8. Bapak Prof. Dr. Eng. Kuwat Triyana, M.Si. yang telah memberikan idenya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta., yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
10. Bapak Agung Nugroho, selaku PLP Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika UIN Sunan Kalijaga, yang telah memberikan ilmu, pikiran, serta tenaganya untuk membantu penulis.
11. Kedua orangtua penulis, Bapak Eko Mulyono dan Ibu Lilik Prihatin, beserta keluarga di rumah yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa-doanya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

12. Teman keluh kesah, Kurnia Amri Susetyo yang setiap harinya tak bosan menyemangati dan memotivasi. Terimakasih telah sabar membimbing, mendampingi, dan menghadapi dengan ikhlas dan luar biasa selama ini.
13. Teman-teman seperjuangan; Rakha, Nadia, Indira, Salisa, Umar dan Annas selama ini selalu mendukung dan menemani berjuang bersama dalam pengerjaan skripsi ini.
14. Teman-teman Prodi Fisika angkatan 2016 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
15. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses yang telah laporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
HALAMAN MOTTO.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	13
2.2.1 Kulit Binatang.....	13
2.2.2 <i>Volatile Organic Compounds (VOC)</i>	15
2.2.3 Aroma.....	15
2.2.4 <i>Electronic Nose (E-Nose)</i>	16
2.2.5 Bahasa Pemrograman Python.....	25
2.2.6 Machine Learning (ML).....	28
2.2.7 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	30
2.2.8 Fiqih Kulit Babi dan Implementasinya dalam Industri Kerajinan Kulit.....	34

BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.2.1 Alat Penelitian.....	32
3.2.2 Bahan penelitian.....	33
3.3 Prosedur Penelitian.....	34
3.3.1 Pengambilan Data.....	34
3.3.2 Pengolahan Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil Penelitian.....	45
4.1.1 Hasil Deteksi Pola Aroma Kulit Babi dan Kulit Sapi menggunakan <i>E-Nose</i>	45
4.1.2 Hasil Klasifikasi Pola Aroma Kulit Babi dan Kulit Sapi menggunakan <i>ML</i> dengan Metode <i>SVM</i> yang <i>ter-coupled</i> oleh <i>E-Nose</i>	47
4.2 Pembahasan.....	50
4.2.1 Pembahasan Hasil Deteksi Pola Aroma Kulit Babi dan Kulit Sapi menggunakan <i>E-Nose</i>	50
4.2.2 Pembahasan Hasil Klasifikasi Pola Aroma Kulit Babi dan Kulit Sapi menggunakan <i>ML</i> dengan metode <i>SVM</i> yang <i>ter-coupled</i> oleh <i>E-Nose</i>	53
4.2.3 Integrasi - Interkoneksi.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	66

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar sensor yang digunakan di <i>E-Nose</i> (Hidayat dkk, 2019).....	22
Tabel 2. 2 Kelebihan dan Kelemahan Bahasa Pemrograman Python.....	26
Tabel 2. 3 Kelebihan dan Kelemahan Metode <i>SVM</i>	33
Tabel 3. 1 Daftar alat untuk mendeteksi aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan <i>E-Nose</i>	33
Tabel 3. 2 Daftar alat untuk mengklasifikasi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan <i>ML</i> yang ter-coupled oleh <i>E-Nose</i>	33
Tabel 3. 3 Daftar bahan untuk mendeteksi aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan <i>E-Nose</i>	34
Tabel 3. 4 Daftar bahan untuk mengklasifikasi pola aroma kulit babi dan kulit sapi.....	34
Tabel 3. 5 Data sinyal dari sensor larik <i>E-Nose</i>	39
Tabel 3. 6 Dataset untuk dianalisis oleh <i>SVM</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Electronic Nose (Laboratorium Material dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta).....	17
Gambar 2. 2 Model penghalang potensial antar butir (jika tidak ada gas).....	19
Gambar 2. 3 Skema reaksi antara CO dan oksigen teradsorpsi pada SnO ₂	19
Gambar 2. 4 Model penghalang potensial antar pembatas (dengan adanya gas).....	20
Gambar 2. 5. Rangkaian pembagi tegangan (ohmslawcalculator.com).....	21
Gambar 2. 6 Prinsip kerja <i>E-Nose</i> (Hidayat dkk, 2019).....	24
Gambar 2. 7 Respons sensor gas <i>E-Nose</i> selama proses penundaan atau pembersihan dan pengambilan sampel (Astantri dkk, 2020).....	24
Gambar 2. 8 tipe-tipe algoritma machine learning (Atul, 2019).....	30
Gambar 2. 9 Hyperplane yang memisahkan dua kelas positif (+1) dan negatif (-1) (Samsudiney, 2019).....	32
Gambar 3. 1 Diagram alir pengambilan data.....	37
Gambar 3. 2 Pengambilan data lewat <i>GeNose</i>	39
Gambar 3. 3 Diagram alir pembuatan sistem machine learning pada aroma kulit babi dan kulit sapi.....	41
Gambar 3. 4 Persamaan akurasi menggunakan confusion matrix.....	44
Gambar 4. 1 Grafik respon sinyal larik sensor pada kulit babi.....	45
Gambar 4. 2 Grafik respon sinyal larik sensor pada kulit sapi.....	46
Gambar 4. 3 Plot radar yang diperoleh dari nilai rata-rata respon <i>E-Nose</i>	46
Gambar 4. 4 Hasil akurasi <i>E-Nose SVM</i> menggunakan confusion matrix dengan data uji pola aroma kulit babi (0) dan kulit sapi (1).....	47
Gambar 4. 5 Plot grafik klasifikasi <i>SVM</i> 2D pola aroma kulit babi (area abu-abu) dan kulit sapi (area putih) menggunakan data latih.....	48
Gambar 4. 6 Plot grafik klasifikasi <i>SVM</i> 2D pola aroma kulit babi (area abu-abu) dan kulit sapi (area putih) menggunakan data uji.....	48
Gambar 4. 7 Hasil akurasi <i>E-Nose SVM</i> menggunakan confusion matrix dengan data uji-baru pola aroma kulit babi (0) dan kulit sapi (1).....	49
Gambar 4. 8 Plot grafik klasifikasi <i>SVM</i> 2D pola aroma kulit babi (area abu-abu) dan kulit sapi (area putih) menggunakan data uji-baru.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pengambilan Data.....	66
Lampiran 2 : Pengolahan Data.....	70



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kerajinan kulit merupakan salah satu potensi besar bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pada akhir tahun 2017 investasi industri kulit dan alas kaki menunjukkan kinerja yang positif. Investasi telah mencapai 7,62 triliun rupiah atau naik empat kali lipat dibandingkan tahun 2016 (Anonim, 2017). Berdasarkan berita yang dimuat media online Republika.co.id diinformasikan bahwa kinerja ekspor industri tersebut diyakini bisa terus ditingkatkan seiring pertumbuhan pelaku industri kerajinan di tanah air (Setyaningsih, 2020). Dengan adanya potensi kerajinan kulit yang ada di Indonesia dikhawatirkan terjadi tindakan kecurangan. Tindakan kecurangan yang dimaksud yaitu penggantian kulit sapi dengan kulit babi. Kondisi ini tentu merugikan masyarakat dan sangat mengkhawatirkan. Oleh karena itu, kerajinan kulit perlu dikembangkan dengan mengikuti *trend* dan dijaga kualitas beserta keaslian dari produknya baik produk yang akan diimpor maupun di ekspor.

Berdasarkan kasus yang dimuat media online Kompas.com, terdapat sepatu dengan merek tertentu yang dijual di pusat perbelanjaan berlabel *pigskin* tetapi sepatu tersebut tertempel stiker halal (Adisty, 2012). Kasus tersebut bisa terjadi dimana pun dan kapan saja karena ada beberapa faktor penyebab, salah satunya yakni harga dari bahan baku kulit. Harga kulit babi lebih murah dibandingkan

harga kulit sapi. Dikutip dari media online Kompas.com, diinformasikan bahwa motif para pelaku ingin mengambil keuntungan lebih karena ada selisih harga yang cukup tinggi (Yuwono, 2019).

Berdasarkan fakta diatas, perlu dilakukan upaya untuk mencegah tindakan kecurangan penggantian kulit sapi dengan kulit babi. Upaya pencegahan tersebut sejalan dengan perintah agama Islam bahwa kulit babi itu haram sebagaimana telah termaktub dalam Al-Qur'an Surat Al-Baqarah 2: 173. Perintah Al-Qur'an tersebut telah dirumuskan oleh Majelis Ulama Indonesia (MUI) melalui fatwa yang mereka keluarkan (MUI, 2010). Salah satunya fatwa MUI tentang penyamakan kulit hewan dan pemanfaatannya tercantum dalam surat keputusan MUI Nomor 56 Tahun 2014. Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia (DPR RI) juga telah melakukan upaya penjaminan produk halal, yakni melalui Undang-undang (UU) nomor 33 tahun 2014. Sebagai implementasi UU tersebut Pemerintah RI juga telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 31 Tahun 2019.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk upaya pencegahan adalah pendekatan aroma. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) aroma merupakan bau-bauan yang harum yang berasal dari tumbuh-tumbuhan atau akar-akaran. Semua material termasuk kulit babi dan kulit sapi menghasilkan aroma. Setiap hewan memiliki aroma khas yang ditimbulkan oleh *VOC (Volatile Organic Compounds)* (Tumlinson,

2014). Aroma dihasilkan oleh kandungan senyawa organik yang mudah menguap (Hidayat, dkk 2018).

Aroma yang ditimbulkan *VOC* dapat dideteksi menggunakan alat *GC/MS* (*Gas Chromatography / Mass Spectrometry*) (Sparkman dkk, 2011). *GC/MS* merupakan alat *gold standards* untuk skrining spektrum obat-obatan karena *GC/MS* memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Lynch, 2017). *GC/MS* dapat digunakan sebagai alat yang memberikan pola karakteristik atau sidik jari “kimiawi” yang dapat digunakan sebagai dasar untuk identifikasi senyawa *VOC* yang terkandung dalam obyek yang diuji (Sparkman dkk, 2011). Akan tetapi, untuk mendeteksi aroma *VOC* menggunakan *GC/MS* membutuhkan biaya yang relatif mahal, membutuhkan keahlian khusus untuk mengoperasikan dan sampel yang digunakan harus spesifik. Oleh karena itu, teknik analisis menggunakan *GC/MS* yang disebutkan di atas biasanya jauh melampaui kemampuan ekonomi peneliti (Hidayat dkk., 2019).

Berdasarkan biaya analisis menggunakan *GC/MS* yang melampaui kemampuan ekonomi peneliti, maka diperlukan alat analisis lainnya 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 membuat dan mengembangkan *electronic nose* (*E-Nose*) sebagai alat analisis alternatif yang memungkinkan untuk mendeteksi aroma kulit babi dan kulit sapi berdasarkan kepekaannya terhadap

VOC yang bertanggung jawab atas aroma kedua kulit yang spesifik dan eksklusif. *E-Nose* memiliki biaya yang lebih murah untuk mendeteksi sampel, sampel yang digunakan tidak spesifik, dan pengoperasiannya mudah (Hidayat dkk., 2019).

Ada beberapa peneliti yang mengaplikasikan *E-Nose* untuk menganalisis obyek tertentu yang telah *ter-coupled* dengan *Machine Learning*. *Machine Learning* merupakan sistem yang mampu belajar dari data untuk meningkatkan kecerdasannya. Melalui algoritma pembelajaran mesin, komputer perlu dilatih sedemikian rupa sehingga bisa memahami model objek yang dikenali manusia (Wahyono, 2018). Pada tahun 2017, Lelono dkk. menggunakan *E-Nose* untuk mengklasifikasi tingkat kualitas teh hitam dengan metode *principal component analysis (PCA)* dan *linear discriminant analysis (LDA)* menggunakan *Machine Learning*. Tahun 2018, Ralisnawati dkk. menggunakan *E-Nose* untuk mendeteksi perubahan aroma jahe, serai, dan daun jeruk nipis pada teh hijau dengan menggunakan metode *principal component analysis (PCA)* menggunakan *Machine Learning*. Tahun 2019, Hidayat dkk. menggunakan *E-Nose* untuk mendeskriminasi kualitas *Superior Java Cocoa Beans* dengan metode *linear discriminant analysis (LDA)*, *support vector machine (SVM)*, and *artificial neural networks (ANN)* menggunakan *Machine Learning*. Tahun 2020, Astantri dkk. menggunakan *E-Nose* untuk mendeteksi *Listeria monocytogenes (L. monocytogenes)* dan *Bacillus cereus (B. cereus)* dengan metode *linear* dan *quadratic discriminant analysis (LDA dan QDA)*, dan *support vector machine (SVM)* menggunakan *machine learning*.

Keberhasilan penelitian – penelitian tersebut menginspirasi penulis untuk mengaplikasikan *machine learning* (ML) pada *E-Nose* untuk mendeteksi aroma kulit sapi dan kulit babi. Pada penelitian ini ML berfungsi untuk membedakan data serta mampu menganalisa secara *statistic* berdasarkan algoritma yang akan dipakai. Dalam penelitian ini, metode *SVM* dipilih dan digunakan sebagai model ML yang di-*coupled* dengan *E-Nose* untuk membedakan aroma kulit babi dan kulit sapi. Data *E-Nose* disimpan dan ditampilkan melalui perangkat lunak bernama *GeNose datalogger*. Perangkat lunak tersebut hanya menampilkan data tegangan dari kedua pola aroma kulit sapi dan babi, tetapi belum menampilkan perbedaan antara kedua pola aroma kulit tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sistem ML untuk membedakan pola aroma pada kedua kulit tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana cara mendeteksi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan *electronic nose* (*E-Nose*)?
2. Bagaimana cara mengklasifikasi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan *machine learning* dengan metode *SVM* (*Support vector machine*) yang ter-*coupled* oleh *electronic nose* (*E-Nose*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini dapat diperinci sebagai berikut:

1. Mendeteksi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan *electronic nose* (*E-Nose*).
2. Mengklasifikasi pola aroma kulit babi dan kulit sapi menggunakan *machine learning* dengan metode *SVM* (*Support vector machine*) yang ter-coupled oleh *electronic nose* (*E-Nose*).

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, maka batasan penelitian ini dapat diperinci sebagai berikut:

1. Jenis kulit sapi yang digunakan yakni sapi ternak yang diperoleh dari RPH Segoroyoso Bantul.
2. Jenis kulit babi yang digunakan yakni babi ternak yang diperoleh dari pasar Pathuk Yogyakarta.
3. Kulit binatang yang digunakan terdiri dari dua ekor kulit babi dan kulit sapi.
4. Bahasa pemrograman yang digunakan pada pembuatan sistem *machine learning* adalah Bahasa Python.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika pola aroma kulit babi dan kulit sapi berhasil dideteksi menggunakan *E-Nose* dan berhasil diklasifikasi menggunakan *machine learning* dengan metode *SVM*, maka dapat membantu pemerintah untuk mendukung jaminan produk halal yang telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2014 dan Peraturan Pemerintah Nomor 31 Tahun 2019.

Jika industri kerajinan kulit sapi 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 penelitian dan pembahasannya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola aroma kulit babi dan kulit sapi telah berhasil dideteksi menggunakan *E-Nose*.
2. Pola aroma kulit babi dan kulit sapi telah berhasil diklasifikasi menggunakan *machine learning* dengan metode *SVM (Support vector machine)* yang ter-coupled oleh *electronic nose (E-Nose)* dengan tingkat keberhasilan 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki pada pengembangan penelitian yang akan dilakukan berikutnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Dilakukan pengujian dengan variasi sampel yang lebih banyak untuk menambah tingkat validitas penelitian.
2. Dilakukan evaluasi sampel kulit babi dan kulit sapi dalam jangka waktu yang sama.

3. Dilakukan analisis data dengan beberapa metode *machine learning* yakni *LDA*, *PCA*, *KNN*, dan lain-lain serta dilakukan perbandingan untuk mengetahui metode yang paling efektif untuk analisis data pada *E-Nose*.



DAFTAR PUSTAKA

- Adama. 2017. *Volatile Organic Compounds (VOCs)*. Diakses 13 April 2020 dari https://www.adama.com/documents/444852/445866/Adama_VOCs_tcm13-26422.pdf/32c89b3d-b080-4511-a11b-882a1a5c7e62.
- Adisty, L.O. 2012. *Jual Sepatu Kulit Babi Berlabel Halal, “Kickers” Diadukan ke Polisi*. Diakses 12 Maret 2020 dari <https://regional.kompas.com/read/2012/12/20/21411832/Jual.Sepatu.Kulit.Babi.Berlabel.Halal.Kickers.Diadukan.ke.Polisi>.
- Alyuruk, H. 2019. Introduction to R and Python. *R and Python for Oceanographers*, **Vol.11 No.3 Tahun 2019** : 1–21.
- Andi, N. 2019. *Kelebihan dan Kekurangan Bahasa Pemrograman Python*. Diakses 12 Juni 2020 dari <https://medium.com/@wan.knowledge/kelebihan-dan-kekurangan-bahasa-pemrograman-python-50c5ad7926ef>.
- Andress, J., dan Linn, R. 2017. Introduction to Python. In *Coding for Penetration Testers*, **Vol.3 No.15 Tahun 2017** : 43-79.
- Anonim. 2017. *Investasi industri produk kulit dan alas kaki tembus Rp. 7,6 Triliun*. Diakses 12 Maret 2020 dari <https://kemenperin.go.id/artikel/18386/Investasi-Industri-Produk-Kulit-dan-Alas-Kaki-Tembus-Rp7,6-Triliun>.
- Astantri, P. F., Prakoso, W. S. 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 Tahun 2020** :1- 11.
- Atul. 2019. *What is Machine Learning? Machine Learning For Beginners*. Diakses 14 April 2020 dari <https://www.edureka.co/blog/what-is-machine-learning/>.
- Brownlee, J. 2016. *Machine Learning Mastery with Python Understand Your Data, Create Accurate Models and Work Projects End-to-End*. Australia.
- Cumeras, R., Correig, X. 2019. *Volatile Organic Compound Analysis in Biomedical Diagnosis Applications*. Diakses 28 April 2020 dari <https://books.google.co.id/books?id=duZ3DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=volatile+organic+compounds&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwjyhLPjyoLpAhWlYjgGHY5bDXsQ6AEITTAE#v=onepage&q=volatile%20organic%20compounds&f=false>.
- Djojowidagdo, S., Wikantadi, B., Soeparno. 1978. *Pengaruh Beberapa Cara Pengawetan Kulit Mentah Kambing Terhadap Kekuatan Tarik dan Kemuluran Kulit Saamak Jadi*. UGM.Yogyakarta.
- Enterprise, J. 2019. *Python untuk Programmer Pemula*. Diakses 12 Juni 2020 dari

https://books.google.co.id/books?id=78SZDwAAQBAJ&pg=PA1&dq=python+adalah&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwiCsLizx_vpAhWGU0KHaTmCs4Q6AEIOTAC#v=onepage&q=python%20adalah&f=false.

Fauzia, A.P. 2018. *Belajar Mengenal Metode Klasifikasi SVM*. Diakses 14 September 2020 dari <https://garudacyber.co.id/artikel/654-belajar-mengenal-metode-klasifikasi-SVM#>.

Fariad, A.I., Sembiring, R., dan Nasution, L.N. 2019. *Inovasi Trend Kekinian Industri Halal Fashion Semakin Menjamur di Indonesia*. Diakses 16 Juni 2020 dari <https://books.google.co.id/books?id=hdHgDwAAQBAJ&pg=PA42&dq=pengertian+halal+dan+haram&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwjtuOXJvoXqAhWDc30KHVazCz4Q6AEIKDAA#v=onepage&q=pengertian%20halal%20dan%20haram&f=false>.

Figaro Engineering Inc. 2013. General Informasi for TGS Sensors. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, **Vol.7 No.2 Tahun 2013** : 1–12.

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.

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, 1(August)*, **Vol.1 No.30 Tahun 2018** :1–6.

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 Tahun 2018** : 167–176.

Hidayat, S. N., Triyana, K., Fauzan, I., Julian, T., Lelono, D., Yusuf, Y., Peres, A. M. 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** : 1-14.

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.

Ismail A. 2011. *Senyawa Organik Mudah Menguap (Volatile Organic Compound)*. Diakses 13 April 2020 dari <http://healthsafetyprotection.com/VOC/#page-content>.

- JavanLabs. 2015. Tafsir.com. Diakses 16 juni 2020 dari <https://tafsirq.com/2-al-baqarah/ayat-173>.
- 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.
- Kukuh R. 2018. *Melakukan Feature Scalling pada Dataset*. Diakses 12 Maret 2020 dari <https://medium.com/machine-learning-id/melakukan-feature-scaling-pada-dataset-229531bb08de>.
- Lelono, 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.
- Lintang, C. A., Widodo, T. W., dan Lelono, D. 2016. Rancang Bangun Electronic Nose untuk Mendeteksi Tingkat Kebusukan Ikan Air Tawar. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, **Vol.6 No.2 Tahun 2016** : 129.
- Lufthie, H.A. 2018. *Syariat Tentang Babi dan Awal Mula Diharamkannya*. Diakses 21 Juli 2020 dari <https://halalcorner.id/syariat-tentang-babi-dan-awal-mula-diharamkannya/>.
- Lynch, K. L. 2017. *Toxicology: Liquid chromatography mass spectrometry, Mass Spectrometry for the Clinical Laboratory*. Elsevier Inc. California
- Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G. R., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. 2019. A high-bias, low-variance introduction to Machine Learning for physicists. *Physics Reports*, **Vol.810 No.1 Tahun 2019** : 1–124.
- Mottram, D. S., dan Elmore, J. S. 2003. *SENSORY EVALUATION | Aroma. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Inggris
- MUI. 2010. *Himpunan Fatwa Halal Majelis Ulama Indonesia 2010*. Departemen Agama. Jakarta
- Nugroho, A. S., Witarto, A. B., dan Handoko, D. 2003. *Support Vector Machine*. Jakarta Timur
- Okubo, M., dan Kuwahara, T. 2020. *Prospects for marine diesel engine emission control. In New Technologies for Emission Control in Marine Diesel Engines*. Jepang.

- Patel, H.K. 2014. *The Electronic Nose: Artificial Olfaction Technology*. Diakses 29 April 2020 dari <https://books.google.co.id/books?id=Ka7BBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=E-Nose&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwjovva614LpAhV2yDgGHYJcBMAQ6AEIJzAA#v=onepage&q=E-Nose&f=false>.
- Patel S. 2017. *Chapter 2 : SVM (Support Vector Machine)-Theory*. Diakses 1 Mei 2020 dari <https://medium.com/machine-learning-101/chapter-2-SVM-support-vector-machine-theory-f0812effc72>.
- Rocha, M., dan Ferreira, P. G. 2018. An Introduction to the Python Language. In *Bioinformatics Algorithms, Vol.7 No.5 Tahun 2018* : 5-58.
- Samsudiney. 2019. *Penjelasan Sederhana SVM*. Diakses 1 Mei 2020 dari <https://medium.com/@samsudiney/penjelasan-sederhana-tentang-apa-itu-SVM-149fec72bd02>.
- Septyaningsih, I. 2020. *Kemenperin Dorong Industri Kerajinan Dalam Negeri*. Diakses 12 Maret 2020 dari <https://republika.co.id/berita/q6ey7o380/kemenperin-dorong-industri-kerajinan-dalam-negeri>.
- Sparkman, O. D., Penton, Z. E., dan Kitson, F. G. 2011. *Introduction and History. Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide*. California.
- Subandri, M. A., dan Sarno, R. 2019. *E-Nose Sensor Array Optimization Based on Volatile Compound Concentration Data. Journal of Physics: Conference Series, Vol.1201 No.1 Tahun 2019* : 1-9.
- Tothill, I. E., dan Turner, A. P. F. 2003. *Biosensor : an overview*. Inggris.
- Triatmojo, S., Abidin, M.Z., 2014. *Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- TuMLinson, J. H. 2014. The Importance of Volatile Organic Compounds in Ecosystem Functioning. *Journal of Chemical Ecology, Vol.40 No.3 Tahun 2014* : 212–213.
- Vapnik, V., Golowich, S. E., Ave, M., dan Hill, M. (n.d.). 1999. *Support Vector Method for Function Approximation , Regression Estimation , and Signal Processing*. Berlin
- Wahyono, T. 2018. *Fundamental of Python for Machine Learning*. Gava Media. Yogyakarta.
- Yildirim, S. 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>

Yuwono, M. 2019. *Jual Daging Sapi Dioplos Babi, 2 Pedagang Diamankan*. Diakses 12 Maret 2020 dari <https://regional.kompas.com/read/2019/01/23/15022201/jual-daging-sapi-dioplos-babi-2-pedagang-diamankan>.

Zarkasih, A. 2019. *Sepatu Dari Kulit Babi*. Rumah Fiqih Publishing. Jakarta Selatan.

