

**DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI
DAN KULIT SAPI MENGGUNAKAN
FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM BERBASIS
HIGH POWER UV-LED TERKOMBINASI
*DEEP LEARNING***

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian syarat
memperoleh Sarjana S1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Disusun oleh:

Fathin Musthafa Habiburrahman

17106020020

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN
KALIJAGA YOGYAKARTA**

2022



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-750/Un.02/DST/PP.00.9/04/2022

Tugas Akhir dengan judul : Diskriminasi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Sapi Menggunakan Fluorescence Imaging System Berbasis High Power UV-LED Terkombinasi Deep Learning

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FATHIN MUSTHAFA HABIBURRAHMAN
Nomor Induk Mahasiswa : 17106020020
Telah diujikan pada : Jumat, 08 April 2022
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: 6256139080096



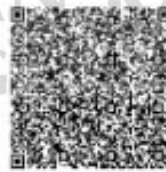
Penguji I
Drs. Nur Untoro, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 625461164036



Penguji II
Dr. Tha'qibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 625601980ca09



Yogyakarta, 08 April 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 62563546ca35

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathin Musthafa Habiburrahman

NIM : 17106020020

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT SAPI MENGGUNAKAN *FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM* BERBASIS *HIGH POWER UV-LED* TERKOMBINASI *DEEP LEARNING*” 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, 21 Maret 2022

Penulis



Fathin Musthafa Habiburrahman

17106020020



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 : FATHIN MUSTHAFA HABIBURRAHMAN
NIM : 17106020020
Judul Skripsi : DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT SAPI
MENGUNAKAN FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM BERBASIS HIGH
POWER UV-LED TERKOMBINASI DEEP LEARNING

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Maret 2022

NIP. 19780510 200501 1 003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Rabb mu hendaknya kamu berharap.

Q.S. Al-Insyirah: 6 - 8

Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tapi perasaan takut yang membuat jadi sulit. Jadi, jangan mudah menyerah.

Ali bin Abi Thalib

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT.

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.

Kedua orang tua, kakak dan adik untuk setiap do'anya.

Teman yang selalu mendukung dalam situasi apapun.

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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT SAPI MENGGUNAKAN *FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM* BERBASIS *HIGH POWER UV-LED* TERKOMBINASI *DEEP LEARNING*” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam tak lupa selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafaatnya di *yaumulqiyamah* kelak. Amin.**

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk komitmen dari penulis sebagai mahasiswa program studi fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta mendapatkan gelar sarjana. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

4. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi ini yang telah meluangkan banyak waktu dan kesabaran untuk memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasinya.
6. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
7. Teman-teman Prodi Fisika angkatan 2017 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
8. 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 dilaporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, 21 Maret 2022

Penulis

**DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT
SAPI MENGGUNAKAN *FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM*
BERBASIS *HIGH POWER UV-LED* TERKOMBINASI *DEEP
LEARNING***

Fathin Musthafa Habiburrahman
17106020020

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya penggunaan kulit babi dalam produk kerajinan kulit serta rumitnya metode uji FTIR sehingga memerlukan tenaga profesional khusus untuk mengoperasikannya dan mahal biaya pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk mengakuisisi dan mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED* terkombinasi *deep learning*. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan, yaitu pengambilan dan pengolahan data. Pengambilan data dilakukan dengan mengakuisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED* terhadap 50 potong sampel kulit babi dan kulit sapi sebagai data latih dan 10 potong sampel kulit babi dan kulit sapi sebagai data uji dengan ukuran 5 x 5 cm hingga didapatkan 100 citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi sebagai data latih dan 10 citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi sebagai data uji. Pengolahan data dilakukan dengan melatih dan memvalidasi 100 data latih citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan algoritma CNN hingga didapatkan model latih, kemudian menguji model latih untuk mendiskriminasi 10 data uji citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi dengan mengklasifikasikan sesuai kelasnya, lalu menghitung nilai akurasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi telah berhasil diakuisisi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED* dan didiskriminasi menggunakan *deep learning* ber algoritma CNN dengan akurasi yang sangat baik yakni 100%.

KATA KUNCI: *fluorescence imaging system*, *high power UV-LED*, kulit babi, kulit sapi, fluoresensi, citra fluoresensi, dan *deep learning*.

**DISCRIMINATION FLUORESCENCE IMAGES OF PIG SKIN AND COW
HIDE USING FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM BASED ON HIGH
POWER UV-LED COMBINATED DEEP LEARNING**

Fathin Musthafa Habiburrahman
17106020020

ABSTRACT

This research was motivated by the using of pig skin in leather craft products and the complexity of the FTIR test method, which requires special professionals to operate it and the high cost of testing. This study aims to acquire and discriminate fluorescence images of pig skin and cow hide using a fluorescence imaging system based on high power UV-LED combined with deep learning. This research was conducted in two stages, data collecting and processing. Data collecting was carried out by acquiring fluorescence images of pig skin and cow hide using a fluorescence imaging system based on high power UV-LED on 50 samples of pig skin and cow hide as training data and 10 samples of pig skin and cow hide as test data with a size of 5 x 5 cm to obtain 100 fluorescence images of pig skin and cow hide as training data and 10 fluorescence images of pig skin and cow hide as test data. Data processing was carried out by training and validating 100 training data for pig skin and cow hide fluorescence images using the CNN algorithm until a training model was obtained, then testing the training model to discriminate against 10 pig skin and cow hide fluorescence image test data by classifying them according to class, then calculating the accuracy value. The results showed that the fluorescence images of pig skin and cow hide were successfully acquired using a fluorescence imaging system based on high power UV-LED and discriminated against using deep learning with the CNN algorithm for very good accuracy of 100%.

Keyword: *fluorescence imaging system, high power UV-LED, pig skin, cow hide, fluorescence, fluorescence image, and deep learning.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
INTISARI.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Studi Pustaka.....	9
2.2 Landasan Teori.....	14
2.2.1 Akuisisi dan Diskriminasi.....	14
2.2.2 Kulit Binatang.....	15
2.2.3 Fluoresensi.....	18
2.2.4 Sinar Ultraviolet.....	20
2.2.5 <i>High Power UV-LED</i>	21
2.2.6 <i>Fluorescence Imaging System</i> berbasis <i>high power UV-LED</i>	25
2.2.7 Citra.....	28
2.2.8 Citra Fluoresensi.....	31
2.2.9 <i>Deep Learning</i>	32
2.2.10 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	35

2.2.11	Python	42
2.2.12	<i>Google Colaboratory</i>	44
2.2.13	<i>Confusion Matrix</i>	45
2.2.14	Wawasan Islam tentang Kulit Babi.....	46
BAB III METODE PENELITIAN		50
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	50
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	50
3.2.1	Alat Penelitian.....	50
3.2.2	Bahan Penelitian	51
3.3	Prosedur Penelitian	52
3.3.1	Pengambilan Data	52
3.3.2	Pengolahan Data	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		65
4.1	Hasil Penelitian	65
4.1.1	Akuisisi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Sapi	65
4.1.2	Diskriminasi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Sapi	68
4.2	Pembahasan.....	72
4.2.1	Akuisisi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Sapi	72
4.2.2	Diskriminasi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Sapi	75
4.2.3	Integrasi-Interkoneksi	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN.....		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan kulit ternak.....	16
Gambar 2.2 Diagram Jablonski.....	19
Gambar 2.3 Macam–macam kemasan	22
Gambar 2.4 Skema ilustrasi kemasan seri Luxeon	23
Gambar 2.5 Muatan listrik dalam bahan semikonduktor tipe-p dan tipe-n.....	24
Gambar 2.6 Bias maju sambungan p-n	25
Gambar 2.7 Representasi citra	29
Gambar 2.8 Perbedaan letak titik asal (0,0)	29
Gambar 2.9 Citra fluoresensi rongga mulut tikus	32
Gambar 2.10 Ilustrasi skema <i>neural network</i>	32
Gambar 2.11 <i>Deep Neural Network</i> untuk klasifikasi digit.....	33
Gambar 2.12 Representasi model klasifikasi digit.....	34
Gambar 2.13 Susunan arsitektur CNN.....	36
Gambar 2.14 Hasil konvolusi citra RGB	37
Gambar 2.15 <i>Max pooling</i> dan <i>average pooling</i>	39
Gambar 2.16 Representasi <i>confusion matrix</i>	46
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pengambilan data.....	52
Gambar 3.2 Antarmuka perangkat lunak <i>UV flourescence spectro-imaging system</i>	56
Gambar 3.3 Diagram alir tahapan pengolahan data	57
Gambar 3.4 Diagram alir skrip program <i>preprocessing</i>	59
Gambar 3.5 Diagram alir skrip program pelatihan dan validasi	60
Gambar 3.6 Diagram alir skrip program pengujian	62
Gambar 4.1 Hasil akuisisi citra fluoresensi kulit babi 1	65
Gambar 4.2 Hasil akuisisi citra fluoresensi kulit babi 2	66
Gambar 4.3 Hasil akuisisi citra fluoresensi kulit sapi 1	66
Gambar 4.4 Citra fluoresensi kulit babi 1	67
Gambar 4.5 Citra fluoresensi kulit babi 2	67
Gambar 4.6 Citra fluoresensi kulit sapi 1	68
Gambar 4.7 Hasil klasifikasi data uji citra fluoresensi kulit babi 1	69
Gambar 4.8 Hasil klasifikasi data uji citra fluoresensi kulit sapi 1	69
Gambar 4.9 Hasil klasifikasi data uji citra fluoresensi kulit babi 2	70
Gambar 4.10 Hasil klasifikasi data uji citra fluoresensi kulit kuda	70

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar alat untuk mengakuisisi citra fluoresensi.....	50
Tabel 3.2 Daftar alat untuk mendiskriminasi citra fluoresensi	51
Tabel 3.3 Daftar bahan untuk mengakuisisi citra fluoresensi	51
Tabel 3.4 Daftar bahan untuk mendiskriminasi citra fluoresensi.....	51
Tabel 3.5 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kulit babi.....	63
Tabel 3.6 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kulit sapi	63
Tabel 3.7 <i>Confusion matrix</i>	63
Tabel 4.1 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kulit babi 1	70
Tabel 4.2 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kulit sapi 1	71
Tabel 4.3 <i>Confusion matrix</i> citra fluoresensi kulit babi 1 dan kulit sapi 1	71
Tabel 4.4 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kulit babi 2.....	71
Tabel 4.5 <i>Confusion matrix</i> citra fluoresensi kulit babi 2.....	71
Tabel 4.6 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kulit kuda.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Pengambilan data	89
Lampiran 2: Pengolahan data.....	101
Lampiran 3: Skrip program diskriminasi citra fluorensensi kulit babi dan kulit sapi.....	112

DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

Gambar 1 Alat untuk mengakuisisi citra fluorensensi	89
Gambar 2 Bahan untuk mengakuisisi citra fluorensensi.....	89
Gambar 3 Proses pembersihan bulu dan pemotongan kulit babi dan kulit sapi.....	90
Gambar 4 Potongan kulit babi dan kulit sapi.....	90
Gambar 5 Proses akuisisi citra fluorensensi kulit babi dan kulit sapi.....	91
Gambar 6 Hasil akuisisi citra fluorensensi kulit babi 1	92
Gambar 7 Hasil akuisisi citra fluorensensi kulit babi 1	93
Gambar 8 Hasil akuisisi citra fluorensensi kulit babi 1	94
Gambar 9 Hasil akuisisi citra fluorensensi uji kulit babi 1	95
Gambar 10 Hasil akuisisi citra fluorensensi kulit sapi 1	96
Gambar 11 Hasil akuisisi citra fluorensensi kulit sapi 1	97
Gambar 12 Hasil akuisisi citra fluorensensi kulit sapi 1	98
Gambar 13 Hasil akuisisi citra fluorensensi uji kulit sapi 1.....	99
Gambar 14 Hasil akuisisi citra fluorensensi uji kulit babi 2	100
Gambar 15 Hasil citra fluorensensi uji kulit kuda	100
Gambar 16 Mengunggah citra fluorensensi ke google drive	101
Gambar 17 Penulisan skrip program menyambungkan ke google drive	101
Gambar 18 Penulisan skrip program pengaturan direktori	102
Gambar 19 Penulisan skrip program pembagian data.....	102
Gambar 20 Penulisan skrip program augmentasi data.....	103
Gambar 21 Penulisan skrip program target pelatihan dan validasi.....	103
Gambar 22 Penulisan skrip program arsitektur CNN	104
Gambar 23 Penulisan skrip program memulai pelatihan dan validasi	104
Gambar 24 Penulisan skrip program pengujian	105
Gambar 25 Hasil pengujian terhadap citra fluorensensi kulit babi 1	105
Gambar 26 Hasil pengujian terhadap citra fluorensensi kulit babi 1	106
Gambar 27 Hasil pengujian terhadap citra fluorensensi kulit sapi 1	107
Gambar 28 Hasil pengujian terhadap citra fluorensensi kulit babi 2.....	109
Gambar 29 Hasil pengujian terhadap citra fluorensensi kulit kuda	110

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehalalan suatu produk menjadi kebutuhan wajib bagi setiap konsumen, terutama konsumen muslim. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Dukcapil) Kementerian Dalam Negeri, jumlah penduduk Indonesia pada Juni 2021 sebanyak 272,23 juta jiwa. Dari jumlah tersebut, sebanyak 86,88% atau 236,53 juta jiwa beragama Islam (Kusnandar, 2021). Artinya mayoritas penduduk Indonesia adalah muslim. Seiring besarnya kuantitas jumlah penduduk muslim, dengan sendirinya pasar Indonesia menjadi pasar konsumen muslim yang sangat besar. Oleh karena itu, ketersediaan produk halal memiliki urgensi penting terkait keamanan, kenyamanan, dan perlindungan terhadap produk makanan, minuman, obat-obatan dan kosmetika, serta meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk.

Menurut Undang-Undang (UU) nomor 33 tahun 2014, produk halal adalah produk yang tidak mengandung bahan-bahan yang haram menurut syariat islam, serta bersih dan suci. Selain itu, proses produksinya juga harus halal, artinya tidak terkontaminasi dengan bahan-bahan yang haram. Produk halal tersebut meliputi barang dan/atau jasa yang terkait dengan makanan, minuman, obat, kosmetik, produk kimiawi, produk biologi, produk rekayasa genetik, serta barang-gunaan yang dipakai, digunakan, atau dimanfaatkan oleh masyarakat.

Penggunaan bahan yang berasal dari organ babi dalam produk halal seringkali dilakukan oleh pelaku usaha nakal untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Organ babi biasanya digunakan untuk menggantikan produk halal yang menggunakan organ sapi, umumnya dalam produk yang berbahan dasar daging dan kulit. Seperti yang dilaporkan oleh Wiryono (2020) bahwa dalam sidak pasar yang dilakukan Dinas Ketahanan Pangan Kota Tangerang ditemukan daging sapi yang dicampur dengan daging babi. Demikian pula yang dilaporkan oleh Adisty (2012) bahwa ditemukan sepatu kulit dengan merk tertentu berlabel halal yang seharusnya menggunakan kulit sapi namun ternyata kulit yang digunakan adalah kulit babi. Kasus tersebut disebabkan karena faktor harga kulit babi yang lebih murah daripada harga kulit sapi.

Organ babi sangat jelas diharamkan dalam islam. Pengharaman ini dinyatakan dalam firman Allah surat al-Baqarah ayat 173 yang berbunyi:

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَلَحْمَ الْخِنزِيرِ وَمَا أُهْلَ بِهِ لِغَيْرِ اللَّهِ فَمَنْ اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ

Artinya: “*Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang yang (ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah. Tetapi barangsiapa dalam keadaan terpaksa (memakannya) sedang dia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.*” (Departemen Agama RI, 2013)

Penyebutan daging babi dikarenakan pemanfaatan paling banyak pada hewan babi adalah dagingnya. Pengharaman tersebut tidak hanya pada dagingnya, namun keseluruhan dari babi termasuk kulitnya, rambutnya, tulangnya, lemaknya, maupun anggota tubuh lainnya (Ali, 2016).

Merujuk UU Nomor 33 tahun 2014 tentang jaminan produk halal dan fatwa MUI tentang penyamakan kulit hewan dan pemanfaatannya yang tercantum dalam surat keputusan MUI Nomor 56 Tahun 2014, pencampuran daging babi dengan daging sapi serta penggunaan kulit babi dalam kegiatan produksi pada produk halal adalah sesuatu yang melanggar. Adanya kecurangan pencampuran daging babi dan penggunaan kulit babi pada produk halal membuat jaminan produk halal menjadi sangat penting. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mencegah kecurangan tersebut.

Daging sapi dan daging babi pada dasarnya mudah untuk dibedakan secara langsung tanpa alat bantu, karena terdapat perbedaan yang mencolok. Perbedaannya terdapat pada warna daging, serat daging, penampakan lemak, tekstur daging dan aroma daging. Daging sapi memiliki warna lebih terang, garis-garis seratnya terlihat jelas, penampakan lemak daging lebih kaku, tekstur dagingnya lebih kaku dan padat, dan aromanya lebih anyir. Berbeda dengan daging babi yang memiliki warna lebih pucat, garis-garis seratnya terlihat samar dan renggang, tekstur dagingnya lebih lembek dan elastis, dan aromanya tidak terlalu anyir (Rahmi dan Kusuma, 2020). Dari perbedaan tersebut upaya untuk mencegah kecurangan pencampuran daging babi dengan daging sapi lebih mudah dilakukan.

Berbeda dengan dagingnya, antara kulit babi dan kulit sapi cenderung lebih sulit untuk dibedakan secara langsung. Maka dari itu, pengembangan metode identifikasi kulit babi dan kulit sapi memiliki urgensi yang sangat penting. Dengan identifikasi yang baik terhadap kulit babi dan kulit sapi,

kehalalan suatu produk diharapkan dapat lebih terjamin sehingga konsumen terutama umat muslim tidak lagi dirugikan. Produk halal yang terjamin juga dapat meningkatkan nilai ekonomis dan tingkat kepercayaan konsumen.

Terdapat beberapa metode identifikasi kulit babi dan kulit sapi yang telah dikembangkan di antaranya adalah metode spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *electronic nose*. Metode spektroskopi FTIR digunakan untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan, emisi, fotokonduktivitas atau raman hamburan benda padat, cair atau gas. Analisis dengan menggunakan FTIR dapat digunakan untuk mengetahui kehalalan suatu produk dengan melihat pola spektrum pada lemak hewannya (Andriyani dkk, 2019). Metode spektroskopi FTIR telah berhasil diaplikasikan oleh (Kusumastuti dkk, 2011) dalam identifikasi pola khas spektra inframerah protein kulit babi dan kulit sapi. Akan tetapi metode ini memiliki kelemahan yakni membutuhkan proses yang rumit, biaya yang relatif mahal dan keahlian khusus untuk mengoperasikan FTIR.

Metode *electronic nose* menjadi metode yang cukup populer dikarenakan ramah lingkungan serta penggunaannya yang tidak merusak sampel. *Electronic 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 *Volatil Organic Compound* (VOC) (Triyana dkk, 2015). Metode *electronic nose* telah berhasil diaplikasikan oleh Putri dkk (2020) dalam mengklasifikasi pola aroma kulit

babi dan kulit sapi. Akan tetapi metode ini terdapat kelemahan yakni beberapa sensornya terkadang tidak merespon adanya VOC.

Berdasarkan kelemahan-kelemahan metode identifikasi kulit babi di atas, maka diperlukan metode alternatif. Salah satu metode yang bisa dikembangkan untuk mengakuisisi dan mendiskriminasi citra kulit babi dan kulit sapi adalah metode *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED* yang terkombinasi *deep learning*. *Deep learning* dapat dibuat menggunakan algoritma *convolutional neural network* (CNN). Algoritma ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengenali sebuah obyek pada sebuah citra digital. Kemampuan CNN diklaim sebagai model terbaik untuk memecahkan permasalahan *object detection* dan *object recognition* (Suartika dkk, 2016).

Fluorescence imaging system berbasis *high power UV-LED* telah digunakan oleh Rifai (2019) untuk menganalisis lemak babi dan lemak sapi. Metode tersebut berhasil membangkitkan fluoresensi pada sampel yang kemudian diakuisisi menggunakan perangkat lunak *UV Fluorescence Spectro-Imaging* sehingga menampilkan citra fluoresensi, spektrum warna citra fluoresensi dan nilai histogram warna rata-rata citra. Akan tetapi terdapat kelemahan pada proses analisis, dimana klasifikasi sampel uji yang dikategorikan sebagai lemak babi atau lemak sapi dilakukan secara manual dengan cara membandingkan perbedaan data dari perangkat lunak.

Pada tahun 2017, Nadira mengimplementasikan *deep learning* untuk mengidentifikasi citra bahan kulit hewan. *Deep learning* berhasil digunakan

untuk melatih dan mengklasifikasi citra bahan kulit hewan dengan nilai akurasi yang tinggi. *Deep learning* merupakan cabang dari *machine learning* yang terinspirasi dari korteks manusia dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan yang memiliki banyak *hidden layer* (Santoso dan Ariyanto, 2018). Jaringan syaraf tiruan pada *deep learning* dapat mengajarkan sebuah komputer untuk melakukan suatu tindakan yang dianggap alami oleh manusia, sehingga dapat mengklasifikasikan secara langsung sebuah gambar, teks atau suara dengan terlebih dahulu melatih komputer tersebut.

Data yang diakuisisi oleh *fluorescence imaging system* dan ditampilkan oleh perangkat lunak *UV Fluorescence Spectro-Imaging* berupa citra fluoresensi, spektrum warna dan nilai histogram. Sistem tersebut belum mampu mengklasifikasikan sampel yang diuji. Oleh karena itu, perlu dilakukan kombinasi antara *deep learning* dengan *fluorescence imaging system* untuk mendiskriminasi citra kulit babi dan kulit sapi. *Deep learning* dengan algoritma CNN yang memiliki kemampuan klasifikasi pada citra digital diharapkan mampu menyelesaikan persoalan diskriminasi citra kulit babi dan kulit sapi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan. Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mengakuisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED*?
2. Bagaimana mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *deep learning* dengan algoritma CNN?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian dapat ditentukan.

Tujuan penelitian ini dapat diperinci sebagai berikut:

1. Mengakuisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED*.
2. Mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *deep learning* dengan algoritma CNN.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk memperjelas tujuan penelitian, dilakukan pembatasan penelitian.

Batasan-batasan dalam penelitian ini diperinci sebagai berikut:

1. *Fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED* yang digunakan adalah generasi kedua.
2. Obyek penelitian yang digunakan adalah kulit babi dan kulit sapi mentah yang belum mengalami proses pengolahan dan pengawetan serta didapatkan dari pasar Patuk dan RPH di Segoroyoso.
3. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan 50 potong kulit babi 1 dan 50 potong kulit sapi 1 untuk data pelatihan dan validasi dengan pengulangan 2 kali.
4. Diskriminasi dilakukan dengan pelatihan dan validasi 100 citra fluoresensi kulit babi 1 dan 100 citra fluoresensi kulit sapi 1, serta pengujian masing-masing 10 citra fluoresensi kulit babi 1, kulit sapi 1, kulit babi 2, dan kulit kuda.

5. Algoritma CNN dibuat menggunakan perangkat lunak *Google Colaboratory* berbasis *Python*.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika akuisisi dan diskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED* terkomposisi *deep learning* berhasil dilakukan secara memuaskan, maka metode ini dapat dikembangkan untuk analisis produk halal. Jika metode analisis produk halal semakin bervariasi maka berpengaruh baik pada bidang riset produk halal. Jika bidang riset tentang produk halal semakin berkembang maka dapat membantu pemerintah merealisasikan UU No. 33 tahun 2014 tentang jaminan produk halal.

Jika UU No. 33 tahun 2014 tentang jaminan produk halal dapat terealisasi dengan baik maka hak-hak konsumen, terutama konsumen muslim dapat terpenuhi. Jika hak-hak konsumen dapat terpenuhi maka tingkat kepercayaan konsumen terhadap suatu produk dapat meningkat. Jika tingkat kepercayaan konsumen pada suatu produk tinggi maka dapat meningkatkan nilai ekonomis dari produk tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya, maka dapat diambil dua kesimpulan. Kedua kesimpulan tersebut sebagai berikut.

1. Citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi telah berhasil diakuisisi menggunakan *fluorescence imaging system* berbasis *high power UV-LED*.
2. Citra fluoresensi kulit babi dan kulit sapi telah berhasil didiskriminasi menggunakan model *deep learning* beralgoritma CNN dengan akurasi sebesar 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa kekurangan. Kekurangan-kekurangan tersebut dapat disempurnakan pada penelitian-penelitian berikutnya. Oleh karena itu, saran untuk pengembangan penelitian berikutnya sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya mengambil sampel dari satu sumber, yakni kulit babi yang diperoleh dari Pasar Pathuk, Yogyakarta dan sampel kulit sapi yang diperoleh dari RPH Segoroyoso, Bantul. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu mengambil sampel kulit babi dan kulit sapi dari banyak sumber untuk meningkatkan variasi model dan validitas penelitian.
2. Penelitian ini hanya digunakan sampel kulit babi dan kulit sapi mentah. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu digunakan sampel kulit babi dan kulit sapi yang telah diawetkan atau disamak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir (Jilid 1)*. Penerjemah: M. A. Ghofar. Pustaka Imam asy-Syafi'i. Bogor.
- Abdullah, M. A., Minhaji, A., Radjasa, Idris, M. W., Najib, M. A., Munthe, B., Aryani, S. A., Sutrisno, Rifa'i, A., Nahdi, S. M., Suwandi, Shodik, M., Zein, R., dan Mulyanto, A. 2004. *Kerangka Dasar Keilmuan & Pengembangan Kurikulum UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*. Pokja Akademik UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Adisty, L. O. 2012. *Jual Sepatu Kulit Babi Berlabel Halal, 'Kickers' Diadukan ke Polisi*. Diakses 30 April 2021 dari <https://megapolitan.kompas.com/read/2012/12/20/21411832/Jual.Sepatu.Kulit.Babi.Berlabel.Halal..Kickers.Diadukan.ke.Polisi>.
- Ali, M. 2016. Konsep Makanan Halal Dalam Tinjauan Syariah dan Tanggung Jawab Produk Atas Produsen Industri Halal. *AHKAM: Jurnal Ilmu Syariah*, **Vol. 16 No. 2** : 291–306.
- Amersham Bioscience. 2002. *Fluorescence Imaging: principles and methods*. Amersham Bioscience.
- Andriyani, E., Fais, N. L., dan Muarifah, S. 2019. Perkembangan Penelitian Metode Deteksi Kandungan Babi Untuk Menjamin Kehalalan Produk Pangan Olahan. *Journal of Islamic Studies and Humanities*, **Vol. 4 No. 1** : 104–126. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21580/jish.41.4888>
- Awangga, R. M., dan Batubara, N. A. 2020. *Tutorial Object Detection Plate Number With Convolution Neural Network*. CV. Kreatif Industri Nusantara. Bandung.
- Basuki, A., Palandi, J. F., dan Fatchurrochman. 2005. *Pengolahan citra digital menggunakan Visual Basic*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Bonner, A. 2019. *Getting Started With Google Colab*. Diakses 29 November 2021 dari <https://towardsdatascience.com/getting-started-with-google-colab-f2fff97f594c>
- Cahyonugroho, O. H. 2011. Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet Dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, **Vol. 2 No. 1** : 18–23.
- Chollet, F. 2018. *Deep Learning with Python*. Manning Publications. United States.
- Departemen Agama RI. 2013. *Al-Qur'an dan Terjemahannya Al-Fatih*. PT. Insan Media Pustaka. Jakarta.
- Enterprise, J. 2017. *Otodidak Pemrograman Python*. Elex Media Komputindo. Jakarta.

- Faridah, D. N., Erawan, D., Sutriah, K., Hadi, A., dan Budiantari, F. 2018. *Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Faridah, N. 2018. *Mengenal Lebih Dekat dengan Cahaya dan Warna*. Leutikaprio. Yogyakarta.
- Figura, L., dan Teixeira, A. A. 2007. *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications*. Springer. Jerman.
- Fraden, J. 2016. *Handbook of Modern Sensors: Fifth Edition*. Springer. United States.
- Géron, A. 2019. *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. O'Reilly Media. United States.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., dan Courville, A. 2016. *Deep Learning*. MIT Press. United Kingdom.
- Google Research. 2021. *Colaboratory*. Diakses 15 November 2021 dari <https://research.google.com/colaboratory/faq.html>
- Hafizd, M., Santoni, M. M., dan Muliawati, A. 2020. Implementasi Metode Local Binary Pattern dan Gray Level Run Length Matrix Untuk Identifikasi Citra Bahan Kulit Hewan. *SEINASI-KESI, Vol. 3 No. 1* : 173–180.
- Harani, N. H., dan Hasanah, M. 2020. *Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Berbasis Python*. Kreatif Industri Nusantara. Bandung.
- Hastutiningrum, S. 2009. Pemanfaatan Limbah Kulit Split Industri Penyamakan Kulit untuk Glue dengan Hidrolisis Kolagen. *Jurnal Teknologi, Vol. 2 No. 2* : 208–212.
- Hemanth, D. J., dan Estrela, V. V. 2017. *Deep Learning for Image Processing Applications*. IOS Press. Amsterdam.
- Hidayatullah, P. 2017. *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata*. Penerbit Informatika. Bandung.
- Imron, A. M., Hamidy, M., dan Fanany, U. 1994. *Terjemahan Nailul Authar Himpunan Hadits-hadits Hukum Jilid 5*. Bina Ilmu. Surabaya.
- Ishak, H., Shiddiq, M., Fitra, R. H., dan Yasmin, N. Z. 2019. Ripeness Level Classification of Oil Palm Fresh Fruit Bunch Using Laser Induced Fluorescence Imaging. *Journal of Aceh Physics Society, Vol. 8 No. 3* : 84–89. <https://doi.org/10.24815/jacps.v8i3.14139>
- Jameson, D. M. 2014. *Introduction to fluorescence*. Taylor & Francis. New York.
- Kantardzic, M. 2020. *Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms*. IEEE Press. Kanada.

- Kelleher, J. D. 2019. *Deep Learning*. MIT Press. United Kingdom.
- Khan, S., Rahmani, H., Shah, S. A. A., dan Bennamoun, M. 2018. A Guide to Convolutional Neural Networks for Computer Vision. *Synthesis Lectures on Computer Vision*, **Vol. 8 No. 1** : 1–207.
<https://doi.org/10.2200/S00822ED1V01Y201712COV015>
- Kusnandar, V. B. 2021. *Sebanyak 86,88% Penduduk Indonesia Beragama Islam*. Diakses 23 Desember 2021 dari
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/09/30/sebanyak-8688-penduduk-indonesia-beragama-islam>
- Kusumastuti, A., Barroroh, H., dan Hakim, A. 2011. *Identifikasi Pola Khas Spektra Infra Merah Protein Kulit, Kikil dan Rambak Babi dan Sapi*. Lembaga Penelitian dan Pengembangan UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Laganier, V. 2004. LED Wall of Light. *International Lighting Review*, 72.
- Lee, H., Kim, M. S., Lee, W.-H., dan Cho, B.-K. 2018. Determination of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in pork meat using hyperspectral fluorescence imaging. *Sensors and Actuators B: Chemical*, **Vol. 259** : 532–539. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.12.102>
- Liu, S., dan Luo, X. 2011. *LED Packaging for Lighting Applications: Design, Manufacturing, and Testing*. Chemical Industry Press. Jerman.
- Luker, G. D., dan Luker, K. E. 2008. Optical Imaging: Current Applications and Future Directions. *Journal of Nuclear Medicine*, **Vol. 49 No. 1** : 1–4.
<https://doi.org/10.2967/jnumed.107.045799>
- Mala Dwi Putri, D., Saputra, R., Agung Rakhmadi, F., Nur Hidayat, S., dan Triyana, K. 2020. Klasifikasi Aroma Kulit Babi dan Kulit Sapi Menggunakan Electronic Nose (e-Nose). *Sunan Kalijaga Journal of Physics*, **Vol. 2 No. 2** : 72–76.
- Nadira, M. 2017. *Implementasi Deep Learning Dengan Metode Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Citra Bahan Kulit Hewan*. UPN Veteran Jakarta. Jakarta.
- Nurmansyah, I. 2020. Dialektika Tafsir dan Kemajuan Pengetahuan dalam Transplantasi Organ Babi Pada Manusia. *Jurnal Studi Ilmu-Ilmu Al-Quran dan Hadis*, **Vol. 21 No. 1** : 1–22.
- Nurwantoro, dan Mulyani, S. 2003. *Buku Ajar “Dasar Teknologi Hasil Ternak.”* Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Oxford Learner’s Dictionaries. *Oxford Learner’s Dictionaries*. Diakses 9 April 2022, dari
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/discriminate?q=discriminate>

- Purnomo, E. 1987. *Pengetahuan Dasar Teknologi Penyamakan Kulit*. Akademi Teknologi Kulit. Yogyakarta.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Rabe, J. 2001. *Equality, Affirmative Action and Justice*. Books on Demand. Jerman.
- Rahmi, Y., dan Kusuma, T. S. 2020. *Ilmu Bahan Makanan*. UB Press. Malang.
- Rakhmadi, F. A., Rifai, R., dan Khamidinal. 2020. Design of First Generation of Sunan Kalijaga's High Power UV-LED Fluorescence Spectroscopy System. *Proceeding International Conference on Science and Engineering*, **Vol. 3 April 2020** : 17–19. <https://doi.org/10.14421/icse.v3.460>
- Reksi, E., dan Ernawati, I. 2020. Penggunaan Convolutional Neural Network Dalam Identifikasi Bahan Kulit Sapi dan Babi dengan Tensorflow. *SEINASI-KESI*, **Vol. 3 No. 1** : 140–146.
- Rifai, R. 2019. *Rancang Bangun Fluorescence Imaging System Berbasis High Power UV-LED Untuk Mendukung Analisis Lemak Babi dan Sapi*. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Rifki, D. 2014. *Teknologi Pengolahan dan Pemanfaatan Kulit Sapi*. Diakses 2 Juni 2021 dari <http://kesmavet.ditjenpkh.pertanian.go.id/index.php/berita/tulisan-ilmiah-populer/81-teknologi-pengolahan-dan-pemanfaatan-kulit-sapi>.
- Sa'adah, L., Rakhmadi, F. A., dan Widyaningrum, R. 2017. Fluorescence Imaging System Using High Power LED to Generate Oral Auto-fluorescence of Sprague dawley Rat. *Proceeding International Conference on Science and Engineering*, **Vol. 1** : 183–187. <https://doi.org/10.14421/icse.v1.298>
- Sabtu, B., Djojowidagdo, S., dan Triajmojo, S. 2000. Kualitas Kerupuk Kulit Stratum Papilare dan Retikulare. *Jurnal Agrosains*, **Vol. 13 No. 2** : 211–224.
- Sammut, C., dan Webb, G. I. 2011. *Encyclopedia of Machine Learning*. Springer. New York.
- Santoso, A., dan Ariyanto, G. 2018. Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, **Vol. 18 No. 1** : 15–21.
- Sayuti, R., Ramli, M., Arnia, F., Muharar, R., Zen, M., dan Ikhwan, M. 2021. *Convolutional Neural Network Untuk Visi Komputer*. Deepublish. Yogyakarta.
- Schrieber, R., dan Gareis, H. 2007. *Gelatine handbook: Theory and industrial practice*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran*. Lentera Hati. Jakarta.

- Sianipar, R. H., dan Wadi, H. 2015. *Pemrograman Python (Teori dan Implementasi)*. Penerbit Informatika. Bandung.
- Suartika, I. W., Wijaya, A. Y., dan Soelaiman, R. 2016. Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*, **Vol. 5 No. 1** : 65–69.
- Suharti, T. 2013. *Dasar-dasar spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. CV Anugrah Utama Raharja. Lampung.
- Sulistiyanti, S. R., Setyawan, F. A., dan Komarudin, M. 2016. *Pengolahan Citra; Dasar dan Contoh Penerapannya*. Teknosain. Yogyakarta.
- Sutrisno. 1986. *Elektronika : Teori Dasar Dan Penerapannya Jilid 1*. Penerbit ITB. Bandung.
- Tilley, R. J. D. 2010. *Colour and the Optical Properties of Materials*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester <https://doi.org/10.1002/9780470974773>
- Triono. 2014. *Pengaruh Penyamakan Kulit Kambing Dengan Menggunakan Gambir Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik*. Universitas Andalas. Padang.
- Triyana, K., Tauhid Subekti, M., Aji, P., Nur 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** : 50–54. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.771.50>
- Vasilev, I., Slater, D., Spacagna, G., Roelants, P., dan Zocca, V. 2020. *Python Deep Learning (Second Edition)*. Packt. United Kingdom.
- Wahyudi, A. 2020. *Prinsip Kerja Dioda Hukum Coloumb*. Diakses 15 September 2021 dari <https://www.tptumetro.com/2020/03/prinsip-kerja-dioda-hukum-coloumb.html>
- Wardana. 2019. *Belajar Pemrograman dan Hacking Menggunakan Python*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Wiryono, S. 2020. *Fakta Kasus Daging Oplosan Sapi dan Babi di Tangerang, Kelabui Pembeli dengan Harga Murah*. Kompas.com. Diakses 30 Desember 2021 dari <https://megapolitan.kompas.com/read/2020/05/19/07120811/fakta-kasus-daging-oplosan-sapi-dan-babi-di-tangerang-kelabui-pembeli?page=all>
- Zarkasih. 2019. *Sepatu Kulit Babi*. Rumah Fiqih Publishing. Jakarta.
- Zhi, T., Duan, L.-Y., Wang, Y., dan Huang, T. 2016. Two-Stage Pooling of Deep Convolutional Features For Image Retrieval. *2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2465–2469. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2016.7532802>