

**DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI
DAN KULIT KUDA MENGGUNAKAN *HIGH POWER UV-
LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM*
TERKOMBINASI *DEEP LEARNING* DENGAN
ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN)**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian syarat
memperoleh derajat Sarjana S1 Program Studi Fisika



diajukan oleh :

Eguh Budi Leksono

1716020032

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN 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-1890/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT KUDA
MENGUNAKAN HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM
TERKOMBINASI DEEP LEARNING DENGAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK (CNN)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : EGUH BUDI LEKSONO
Nomor Induk Mahasiswa : 17106020032
Telah diujikan pada : Kamis, 18 Agustus 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: 630448119882



Penguji I

Drs. Nur Untoro, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63058c9d1253



Penguji II

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 63043e62d607



Yogyakarta, 18 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 6305889912d85

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eguh Budi Leksono
NIM : 17106020032
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT KUDA MENGGUNAKAN *HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM* TERKOMBINASI *DEEP LEARNING* DENGAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*" 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, 12 Agustus 2022

Penulis,



Eguh Budi Leksono

17106020032



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 : Eguh Budi Leksono

NIM : 17106020032

Judul Skripsi : DISKRIMINASI CITRA FLUORESENSI KULIT BABI DAN KULIT KUDA
MENGUNAKAN *HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM*
TERKOMBINASI *DEEP LEARNING* DENGAN *ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*

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, 09 Agustus 2022

Pembimbing

Frida Aqunq Rakhmadi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19780510 200501 1 003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Hindarilah sifat malas dan bosan, karena keduanya kunci keburukan. Sesungguhnya jika engkau malas, engkau tidak akan banyak melaksanakan kewajiban. Jika engkau bosan, engkau tidak akan tahan dalam menunaikan kewajiban.

Umar bin Khattab

Skripsi ini dipersembahkan untuk :

Allah SWT.

Ayah Yanto dan Ibu Siti Fatimah untuk setiap do'anya.

Saudara dan Teman yang selalu mendukung dalam situasi apapun.

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

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 KUDA MENGGUNAKAN *HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM* TERKOMBINASI *DEEP LEARNING* DENGAN ALGORITMA *CONVUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*” 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. Ayah Yanto dan Ibu Siti Fatimah 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 KUDA
MENGUNAKAN *HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING
SYSTEM* TERKOMBINASI
DEEP LEARNING DENGAN ALGORITMA *CONVUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)***

**Eguh Budi Leksono
17106020032**

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya penggunaan kulit babi dalam produk kerajinan kulit. Penelitian ini bertujuan untuk mengakuisisi dan mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan *high power fluorescence imaging system UV-LED* terkombinasi *deep learning* dengan algoritma *CNN*. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu pengambilan data, pembuatan model *deep learning*, dan pengujian model *deep learning*. Pengambilan data dilakukan dengan mengakuisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* terhadap 50 potong sampel kulit babi dan kulit kuda sebagai data latih dan 10 potong sampel kulit babi dan kulit kuda sebagai data uji dengan ukuran 5 x 5 cm hingga didapatkan 100 citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda sebagai data latih dan 10 citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda sebagai data uji. Pembuatan model *deep learning* dilakukan menggunakan algoritma *CNN*, lalu dilatih dan divalidasi dengan 100 citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda. Terakhir, pengujian model *deep learning* untuk mendiskriminasi 10 data uji citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda dengan mengklasifikasikan sesuai kelasnya, lalu menghitung nilai akurasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda telah berhasil diakuisisi menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* dan didiskriminasi menggunakan *deep learning* beralgoritma *CNN* dengan akurasi yang sangat tinggi yakni 100%.

KATA KUNCI: *CNN*, *deep learning*, *fluorescence imaging system*, kulit babi, dan kulit kuda.

***DISCRIMINATION FLUORESCENCE IMAGE OF PIGSKIN AND
HORSESKIN USING HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING
SYSTEM COMBINATED DEEP LEARNING WITH CONVUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN) ALGORITHM***

Eguh Budi Leksono

17106020032

ABSTRACK

This research is motivated by the use of pigskin in leather craft products. This study aims to acquire and discriminate fluorescence images of pig skin and horse skin using a high power fluorescence imaging system UV-LED combined with deep learning with CNN algorithm. This research was conducted in three stages, namely data collection, deep learning model creation, and deep learning model testing. Data were collected by acquiring fluorescence images of pigskin and horseskin using a high power UV-LED fluorescence imaging system on 50 samples of pigskin and horseskin as training data and 10 pieces of samples of pigskin and horseskin as test data with a size of 5 x 5 cm to obtain 100 fluorescence images of pigskin and horseskin as training data and 10 fluorescence images of pigskin and horseskin as test data. The deep learning model was made using the CNN algorithm, then trained and validated with 100 fluorescence images of pigskin and horseskin. Finally, testing the deep learning model to discriminate against 10 pigskin and horseskin fluorescence image test data by classifying them according to their class, then calculating the accuracy value. The results showed that the fluorescence images of pigskin and horseskin had been successfully acquired using a high power UV-LED fluorescence imaging system and discriminated against using deep learning with the CNN algorithm with a very high accuracy of 100%.

KEYWORDS: *CNN, deep learning, fluorescence imaging system, pigskin, and horseskin.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	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	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Studi Pustaka	10
2.2 Landasan teori	18
2.2.1 Diskriminasi dan Akuisisi.....	18
2.2.2 Kulit Hewan	18
2.2.3 Kulit Kuda.....	21
2.2.4 Kulit Babi.....	23
2.2.5 Fluoresensi	25

2.2.6 <i>High Power UV-LED Fluorescence Imaging System</i>	27
2.2.7 Citra Digital	30
2.2.8 <i>Deep Learning</i>	35
2.2.9 CNN	40
2.2.10 Pengujian Akurasi	47
2.2.11 Google Colaboratory	48
2.2.12 <i>Fiqh Kulit Babi dan Kulit Kuda</i>	51
BAB III METODE PENELITIAN	54
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	54
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	54
3.3 Prosedur Penelitian	56
3.3.1 Pengambilan Data	56
3.3.2 Pembuatan Model <i>Deep Learning</i>	61
3.3.3. Pengujian Model <i>Deep Learning</i>	68
BAB IV HASIL DAN PEMHASASAN	72
4.1 Hasil Penelitian	72
4.1.1. Akuisisi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Kuda Menggunakan <i>High Power UV-LED Fluorescence Imaging System</i> ..	72
4.1.1. Diskriminasi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Kuda Menggunakan <i>Deep Learning</i> dengan Algoritma CNN	73
4.1 Pembahasan	76
4.1.1 Akuisisi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Kuda Menggunakan <i>High Power UV-LED Fluorescence Imaging System</i> ..	76
4.1.2 Diskriminasi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Kuda Menggunakan <i>Deep Learning</i> dengan Algoritma CNN	78
4.1.3 Integrasi–Interkoneksi	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1. Kesimpulan	86
5.2. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur histologi kulit hewan	20
Gambar 2. 2 Struktur histologi kulit kuda.....	22
Gambar 2. 3 Struktur histologi kulit babi landrace	24
Gambar 2. 4 Diagram Jablonski.....	26
Gambar 2. 5 Koordinat citra digital	31
Gambar 2. 6 Representasi citra biner	32
Gambar 2. 7 Contoh citra digital <i>Greyscale</i>	33
Gambar 2. 8 Warna RGB	34
Gambar 2. 9 Deep Learning dengan 4 layer	36
Gambar 2. 10 Lapisan pada CNN	41
Gambar 2. 11 Operasi konvolusi stride 1	42
Gambar 2. 12 Operasi <i>zero padding</i> 2 pada data 3x3.	42
Gambar 2. 13 Operasi <i>max pooling</i> dan <i>average pooling</i>	44
Gambar 3. 1 Diagram alir tahapan pengambilan data.....	56
Gambar 3. 2 Antarmuka perangkat lunak <i>UV fluorescence spectro-imaging system</i> . 60	
Gambar 3. 3 Diagram alir tahapan pemrograman model.....	61
Gambar 3. 4 Skrip program <i>preprocessing</i>	63
Gambar 3. 5 Skrip program <i>target size</i> dan <i>callback</i>	64
Gambar 3. 6 Skrip program CNN	65
Gambar 3. 7 Skrip program model <i>compile</i>	67
Gambar 3. 8 Skrip program pelatihan dan validasi	67
Gambar 3. 9 Skrip program prediksi.....	69
Gambar 4. 1 Citra fluoresensi yang disimpan dalam format PNG	72
Gambar 4. 2 Hasil prediksi model dengan data uji citra fluoresensi kulit babi	74
Gambar 4. 3 Hasil prediksi model dengan data uji citra fluoresensi kulit kuda	74
Gambar 4. 4 Hasil prediksi model dengan data uji citra fluoresensi kulit sapi.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar penelitian terkait sebelumnya	10
Tabel 2. 2 Representasi confusion matrix	48
Tabel 3. 1 Daftar alat untuk mengakisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan <i>High power fluorescence imaging system</i>	54
Tabel 3. 2 Daftar alat untuk mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan <i>deep learning</i>	55
Tabel 3. 3 Daftar bahan untuk mengakisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan <i>High power UV-LED fluorescence imaging system</i> ...	55
Tabel 3. 4 Daftar bahan untuk mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan <i>deep learning</i>	55
Tabel 3. 5 Hasil prediksi model pada sampel data uji.....	71
Tabel 3. 6 <i>Confusion matrix</i> diskriminasi sampel citra kulit babi dan kulit kuda	71
Tabel 4. 1 Rekap hasil prediksi model pada data uji citra fluoresensi kulit babi.....	75
Tabel 4. 2 Rekap hasil prediksi model pada data uji citra fluoresensi kulit kuda.....	75
Tabel 4. 3 Rekap hasil prediksi model pada data uji citra fluoresensi kulit sapi	76
Tabel 4. 4 <i>Confusion matrix</i> diskriminasi data uji citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pengambilan data	94
Lampiran 2 : Pembuatan model <i>deep learning</i>	103
Lampiran 3 : Pengujian model <i>deep learning</i>	108

DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

Gambar 1 Alat untuk mengambil citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda	94
Gambar 2 Bahan untuk mengambil citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda.....	95
Gambar 3 Proses pembersihan rambut dan pemotongan sampel kulit	95
Gambar 4 Sampel potongan kulit 5 x 5 cm yang bersih	96
Gambar 5 Proses pengakuisisian citra fluoresensi	96
Gambar 6 Hasil pengakuisisian sampel sebagai dataset kulit kuda	97
Gambar 7 Hasil pengakuisisian sampel sebagai dataset kulit kuda	98
Gambar 8 Hasil pengakuisisian sampel sebagai dataset kulit kuda	99
Gambar 9 Hasil pengakuisisian sampel sebagai dataset kulit babi	99
Gambar 10 Hasil pengakuisisian sampel sebagai dataset kulit babi	100
Gambar 11 Hasil pengakuisisian sampel sebagai dataset kulit babi	101
Gambar 12 Hasil pengakuisisian sampel sebagai data uji kulit kuda	101
Gambar 13 Hasil pengakuisisian sampel sebagai data uji kulit babi	102
Gambar 14 Hasil pengakuisisian sampel sebagai data uji kulit sapi.....	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi yang sangat besar di sektor industri kerajinan kulit. Menurut Kementerian Perindustrian, investasi di sektor industri kulit pada tahun 2020 mencapai Rp 3,48 triliun atau lebih tinggi dibanding industri pakaian (Rp 1,65 triliun). Terdapat banyak kawasan industri kerajinan kulit di berbagai wilayah Indonesia, antara lain Sidoarjo, Bandung, Yogyakarta, Magetan serta wilayah-wilayah lainnya di luar Pulau Jawa. Jenis hewan yang dimanfaatkan untuk kerajinan kulit juga beragam, mulai dari sapi, kambing, kuda, dan buaya (Limostin, 2013).

Industri kerajinan kulit kuda memiliki potensi yang menjanjikan. Berdasarkan Badan Pusat Statistik, tercatat populasi kuda mengalami kenaikan setiap tahunnya, yaitu 2019 (374.566 ekor), 2020 (384.109 ekor), dan 2021 (401.328 ekor). Persebaran populasi tersebut hampir di setiap provinsi, dengan jumlah terbanyak ada di Sulawesi Selatan dan NTT. Kuda termasuk hewan pekerja, kulit kuda memiliki ketebalan ideal dan tekstur mirip dengan kulit sapi. Kulit kuda lebih awet dibanding kulit sapi, harganya pun lebih mahal dibanding dengan kulit sapi. Bagian terbaik kulit kuda adalah bagian pantat, beberapa perusahaan kulit terkenal menjadikannya bahan kulit andalan (Nugraha, 2018).

Adisty (2012) melaporkan bahwa terdapat sepatu kulit bermerek yang berlabel halal ternyata kulit yang digunakan adalah kulit babi. Kasus tersebut dapat terjadi di manapun dan kapanpun karena beberapa faktor penyebabnya, salah satunya adalah harga dari bahan baku kulitnya. Harga kulit babi lebih murah daripada kulit sapi. Hal tersebut tentu meresahkan mengingat semua produk yang berasal dari unsur babi jelas diharamkan. Selain itu, peluang kecurangan juga terbuka pada produk kulit kuda, mengingat kulit kuda adalah bahan kulit termahal dibandingkan sapi (Somantri, 2019).

Pemerintah telah mencanangkan upaya pencegahan tersebut yang sejalan dengan perintah agama Islam yang telah dirumuskan oleh Majelis Ulama Indonesia (MUI) melalui kumpulan fatwa yang mereka keluarkan. Fatwa MUI tentang penyamakan kulit hewan dan pemanfaatannya tercantum dalam surat keputusan MUI Nomor 56 Tahun 2014. Sejalan dengan fatwa MUI, DPR RI juga telah mengeluarkan Undang-Undang (UU) nomor 33 tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (JPH), menyatakan bahwa produk halal adalah produk yang tidak mengandung bahan-bahan yang haram menurut syariat islam, serta bersih dan suci.

Pada pasal 3 UU nomor 33 tahun 2014 juga telah dijelaskan urgensi penyelenggaraan JPH. Pertama, memberikan kenyamanan, keamanan, keselamatan, dan kepastian ketersediaan produk halal bagi masyarakat dalam mengonsumsi dan menggunakan produk. Kedua, meningkatkan nilai tambah

bagi pelaku usaha untuk memproduksi dan menjual produk halal. Upaya tersebut diwujudkan melalui Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH). Tentu BPJPH tidak bisa berjalan sendiri, karena penyelenggaraan jaminan produk halal terkait erat dengan Kementerian/Lembaga (K/L), Organisasi Kemasyarakatan (Ormas) Islam serta Lembaga Pemeriksa Halal (LPH) dan pemenuhan terhadap seluruh standardisasi yang dibutuhkan dalam melaksanakan JPH. Untuk memperlancar layanan BPJPH, mengedukasi pelaku usaha dan masyarakat serta menciptakan ekosistem halal, maka BPJPH mendirikan *Halal Centre* yang bekerjasama dengan Perguruan Tinggi Negeri maupun Swasta dan Ormas Islam.

Berdasarkan Rencana strategis BPJH (2020) pada rentang waktu tahun 2020 s.d 2024, layanan sertifikasi produk halal se-Indonesia diestimasikan berjumlah 1.057.695 dengan rincian jumlah pelaku usaha mikro dan kecil (UMK) sejumlah 994.525 dan pelaku usaha menengah dan besar sejumlah 63.170 dengan rata-rata setiap tahunnya berjumlah 211.539. Pada tahun 2021-2023, layanan sertifikasi halal yang terdiri dari pendaftaran dan sertifikasi halal bagi pelaku usaha akan ada kenaikan jumlah layanan antara 30% - 40% sejalan dengan penerapan kewajiban label halal pada produk yang beredar di Indonesia. Sehingga diasumsikan jumlah layanan BPJPH tahun 2020-2024 akan meningkat setiap tahunnya. Untuk menunjang tugas dan fungsi BPJPH, maka diperlukan sarana dan prasarana yang lebih baik dari yang ada saat ini. Seiring

meningkatnya perkembangan tugas dalam sistem JPH, maka sarana dan prasarana yang ada tidak lagi memadai untuk dapat mengemban tugas dan amanah yang diberikan kepada BPJPH. Untuk itu diperlukan juga peralatan-peralatan atau metode-metode baru yang mampu meningkatkan tugas dan kinerja secara lebih baik nantinya.

Kewajiban serifikasi halal berlaku pada produk kulit. Menurut agenda pelaksanaan penahapan kewajiban bersertifikat halal, agenda tersebut telah dimulai dari tanggal 17 Oktober 2021 sampai dengan tanggal 17 Oktober 2026 mendatang. Kewajiban serifikasi halal diperlakukan bagi barang gunaan yang dipakai kategori sandang, penutup kepala, dan aksesoris. Sandang, antara lain meliputi pakaian, pakaian dalam, kaos kaki, dan jaket yang mengandung dan/atau berasal dari hewan. Penutup kepala, antara lain meliputi peci, topi, kerudung, dan helm yang mengandung dan/atau berasal dari hewan. Aksesoris, antara lain meliputi cincin, jam tangan, anting, gelang, pengikat rambut, ikat pinggang, dompet, tas, sepatu, sandal, bingkai kaca mata, dan bros, yang mengandung dan/atau berasal dari hewan. Dari sekian bahan yang dijadikan barang gunaan tersebut paling banyak adalah kulit hewan. Mengenai itu, pengembangan metode uji halal sangat diperlukan mengingat keberagaman jenis bahan kulit hewan ada berbagai macam (BPJH, 2020).

Terdapat beberapa metode uji untuk mendiskriminasi kulit hewan yang telah dikembangkan di antaranya adalah spektroskopi *Fourier Transform*

Infrared (FTIR) dan *electronic nose*. Metode uji spektroskopi FTIR digunakan untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan, emisi, dan raman hamburan benda padat, cair atau gas. Analisa dengan menggunakan FTIR dapat digunakan untuk mengetahui kehalalan suatu produk dengan melihat pola spektrum pada lemak hewannya (Andriyani, 2019). Metode uji spektroskopi FTIR telah berhasil diaplikasikan oleh (Kusumastuti, 2011) dengan mendiskriminasi pola khas spektra inframerah protein kulit babi dan kulit sapi. Metode uji ini memiliki kelemahan yakni membutuhkan proses yang rumit, biaya yang relatif mahal dan keahlian khusus untuk mengoperasikan FTIR.

Metode uji kedua untuk mendiskriminasi kulit hewan adalah *electronic nose*. *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, 2018). Metode uji *electronic nose* telah berhasil diaplikasikan oleh Saputra dkk (2020) untuk mendiskriminasi pola aroma kulit kuda dan kulit babi. Metode uji ini masih memiliki kelemahan yakni sensornya terkadang tidak merespon dengan baik adanya VOC dan memiliki eror sekitar 2-5% atau bahkan 10% dalam beberapa kasus (Spinelle dkk, 2017).

Berdasarkan kelemahan-kelemahan metode uji untuk mendiskriminasi kulit hewan di atas, maka diperlukan metode uji alternatif. Salah satu alternatif

metode uji untuk mendiskriminasi kulit hewan adalah metode uji *high power UV-LED fluorescence imaging system* yang terkombinasi *deep learning* dengan algoritma CNN. *Fluorescence imaging* merupakan penggabungan komponen spektrometer fluoresensi dengan memanfaatkan komponen optik, cahaya berenergi tinggi sebagai penginduksi dan kamera CMOS sebagai detektor (Shiddiq dan Umami, 2016).

High power UV-LED fluorescence imaging system dikombinasi *deep learning* telah digunakan oleh Habiburrahman (2022) untuk mendiskriminasi kulit babi dan kulit sapi. Metode uji tersebut berhasil mendiskriminasi kulit babi dan kulit sapi dengan akurasi 100%, angka yang memuaskan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *high power UV-LED fluorescence imaging system* yang terkombinasi *deep learning* dengan algoritma CNN mampu melakukan diskriminasi terhadap sampel yang diuji. Keberhasilan penelitian tersebut menginspirasi peneliti untuk menerapkan *high power UV-LED fluorescence imaging system* yang terkombinasi *deep learning* dengan algoritma CNN untuk mendiskriminasi kulit kuda dan kulit babi.

Data yang diakuisisi oleh *high power fluorescence imaging system* akan ditampilkan perangkat lunak *UV Fluorescence Spectro-Imaging* berupa citra fluoresensi, spektrum warna dan nilai histogram. Citra fluoresensi *output* sistem tersebut belum mampu mendiskriminasi sampel yang diuji. Oleh karena itu, perlu dilakukan kombinasi antara *deep learning* dengan algoritma CNN dan *UV*

Flourescence Spectro-Imaging untuk mendiskriminasi citra kulit kuda dan kulit babi. *Deep learning* dengan algoritma CNN yang memiliki kemampuan klasifikasi baik pada citra digital diharapkan mampu menyelesaikan persoalan diskriminasi citra kulit kuda dan kulit babi.

Deep learning memiliki kelebihan yang luar biasa karena mampu untuk mengajarkan komputer cara mengenali pola dalam data yang tidak terstruktur. Caranya yaitu memanfaatkan berbagai variabel kompleks dalam analisisnya, sehingga komputer dapat memahami suatu pola yang timbul dari suatu kejadian (Hamdany dkk., 2021). Nadira (2019) telah mengimplementasikan *deep learning* untuk mengklasifikasi citra bahan kulit 5 jenis hewan. Hasilnya *deep learning* berhasil digunakan untuk melatih dan mengklasifikasi citra bahan kulit hewan tersebut dengan memuaskan.

Algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) telah terbukti memiliki akurasi tertinggi dibanding algoritma lainnya. Sebelumnya Naufal (2021) melakukan perbandingan antara algoritma SVM (*Support Vector Machine*), KNN (*K-Nearest Neighbors*) dan CNN. Perbandingan tersebut dilakukan dengan membandingkan dari segi hasil akurasi klasifikasi citra untuk 4 jenis cuaca. Hasilnya, meskipun CNN memiliki waktu eksekusi paling lama bahkan terpaut jauh dibanding SVM dan KNN, akan tetapi CNN memiliki akurasi tertinggi untuk memecahkan permasalahan klasifikasi citra dibanding SVM dan KNN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian dapat diperinci sebagai berikut :

1. Apakah *high power UV-LED fluorescence imaging system* dapat mengakuisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda?
2. Apakah *deep learning* dengan algoritma CNN dapat mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian dapat diturunkan sebagai berikut :

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

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi hanya pada hal-hal sebagai berikut :

1. *High power UV-LED fluorescence imaging system* yang digunakan adalah generasi 2 yang sudah portabel.
2. Jenis kulit babi yang digunakan adalah dari babi ternak yang diperoleh dari Pasar Pathuk, Yogyakarta.
3. Jenis kulit kuda yang digunakan adalah dari kuda ternak yang diperoleh dari Segoroyoso Stable, Bantul.

4. Kedua kulit yang diambil masih dalam keadaan mentah dan belum digarami.
5. Citra fluoresensi yang digunakan berjumlah 110 data untuk kulit babi, 110 data untuk kulit kuda, dan 10 data kulit sapi.
6. Algoritma CNN dibuat menggunakan *Google Colaboratory*.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika akuisisi dan diskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda menggunakan *High power UV-LED fluorescence imaging system* terkombinasi *deep learning* dengan algoritma CNN berhasil dilakukan secara memuaskan, maka metode ini dapat dijadikan metode alternatif diskriminasi kulit babi dan kuda. Secara lebih luas, metode ini akan menambah variatif metode analisis kehalalan produk. Jika metode analisis kehalalan produk semakin bervariasi maka berpengaruh baik pada bidang riset kehalalan produk. 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 terlaksana baik maka hak-hak konsumen, terutama konsumen muslim dapat terpenuhi. Jika hak-hak konsumen terpenuhi maka taraf kepercayaan konsumen terhadap suatu produk dapat meningkat. Jika taraf kepercayaan konsumen pada produk tinggi maka dapat meningkatkan kualitas 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. *High power UV-LED fluorescence imaging system* generasi 2 versi portabel dapat mengakuisisi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda sebanyak 220 buah.
2. *Deep learning* dengan algoritma CNN dapat mendiskriminasi citra fluoresensi kulit babi dan kulit kuda dengan akurasi sebesar 100%.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa kekurangan. Kekurangan-kekurangan tersebut dapat disempurnakan penelitian-penelitian mendatang. 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 kuda yang diperoleh dari Segoroyoso Stable Bantul. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya, perlu sampel kulit babi dan kulit kuda yang lebih bervariasi untuk meningkatkan variasi model.

2. Penelitian ini hanya digunakan sampel kulit babi dan kulit kuda mentah. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu digunakan sampel kulit babi dan kulit kuda yang telah disamak.



DAFTAR PUSTAKA

- Adisty. 2012. Jual Sepatu Kulit Babi Berlabel Halal, ‘Kickers’ Diadukan Ke Polisi. Diakses pada 20 Januari 2022 dari (<https://megapolitan.kompas.com/read/2012/12/20/21411832/Jual.Sepatu.Kulit.Babi.Berlabel.Halal..Kickers.Diadukan.ke.Polisi.>).
- Aghdam, H. H. dan Elnaz, J. H. 2017. *Guide to Convolutional Neural Networks*. Springer. Cham
- Albelwi, S. dan Ausif, M. 2017. A Framework for Designing the Architectures of Deep Convolutional Neural Networks. *Entropy*, **Vol. 19 No. 6** : 242. doi: <https://doi.org/10.3390/e19060242>
- Andriyani, E. 2019. Perkembangan Penelitian Metode Deteksi Kandungan Babi Untuk Menjamin Kehalalan Produk Pangan Olahan. *Journal of Islamic Studies and Humanities*, **Vol 4 No, 1** : 104–26. doi: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21580/jish.41.4888>
- Apriani, N. M. N., Setiasih, N. L. E., dan Heryani, L. G. S. S.. 2019. Struktur Histologi Dan Histomorfometri Kulit Babi Landrace. *Indonesia Medicus Veterinus*, **Vol. 8 No. 5** : 595–605. doi: <https://doi.org/10.19087/imv.2019.8.5.595>
- Basuki, A. 2005. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. ANDI. Yogyakarta.
- Bengio, Y. 2009. *Learning Deep Architectures for AI*. Foundations and Trends in Machine Learning, **Vol. 2, No. 1**. doi: <https://doi.org/10.1561/22000000006>
- Castelluccio, M., Poggi, G., Sansone, C., dan Verdoliva, L. 2015. Land Use Classification in Remote Sensing Images by Convolutional Neural Networks. doi: <https://doi.org/1508.00092>
- Cholissodin, I dan Soebroto, A. A. 2019. *Ai, Machine Learning & Deep Learning (Teori & Implementasi)*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Malang.
- Chollet, F. 2018. *Deep Learning with Python*. 1st ed. Manning Publications. New York.
- Darma, P. 2014. *Pengolahan Citra Digital*. ANDI. Yogyakarta.
- Delgado, T. R. 2018. *Hands-on Data Analytics for Beginners with Google*

Colaboratory. Packt Publishing Ltd. California.

- Departemen Agama RI. 2013. *Al-Qur'an dan Terjemahannya Al-Fatih*. PT. Insan Media Pustaka. Jakarta
- Fettelschoss, V., Olomski, F., Birkmann, K., Kündig, T.M., Bergvall, K., dan Fettelschoss-Gabriel, A.. 2021. Interleukin 31 and Targeted Vaccination in a Case Series of Six Horses with Chronic Pruritus. *Equine Veterinary Education*, **Vol. 33 No. 12** : 73.doi: <https://doi.org/10.1111/eve.13408>
- Géron, A.. 2019. *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. 2nd ed. O'Reilly Media, Inc. California.
- Gonzalez, R. C. dan Richard E. W. 2008. *Digital Image Processing Third Edition Pearson*. Prentice Hall. Michigan.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., dan Courville, A. 2016. *Deep Learning*. MIT Press. London.
- Habiburrahman, F. M.. 2022. *Diskriminasi Citra Fluoresensi Kulit Babi dan Kulit Sapi Menggunakan Fluorescence Imaging System Berbasis High Power UVLED Terkombinasi Deep Learning*. (Tugas Akhir) Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta
- Hamdany, A.H.S., Ebrahim, A.T., dan Alkababji, A.M. 2021. Earprint Recognition Using Deep Learning Technique. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, **Vol 19 No. 2** : 432. doi: <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v19i2.16572>
- Harani, N. H. dan Miftahul, H. 2020. *Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Berbasis Python*. Kreatif. Bandung
- Haryarta, G. 2020. *Analisis Cilok Terkontaminasi Boraks Menggunakan Sistem Spektroskopi Fluoresensi Berbasis High Power UV-LED*. (Tugas Akhir) Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Hastutiningrum, S. 2009. Pemanfaatan Limbah Kulit Split Industri Penyamakan Kulit Untuk Glue Dengan Hidrolisis Kolagen. *Jurnal Teknologi*, **Vol.2 No.2** : 208–212
- Hegy, J. dan V. Hegyi. 2016. New Developments in Fluorescence Diagnostics. *Imaging in Dermatology*, 89–94. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802838-4.00009-1>
- Hemanth, D. J. dan Vania, V. E. 2017. *Deep Learning for Image Processing Applications*. IOS Press BV. Amsterdam.

- Hidayatullah, P. 2017. *Pengolahan Citra Digital: Teori Dan Aplikasi Nyata*. Penerbit Informatika. Bandung
- Hope, T., Resheff, Y.S., dan Lieder, I. 2017. *Learning TensorFlow: A Guide to Building Deep Learning Systems*. O'Reilly Media. New Jersey
- Jameson, D. 2014. *Introduction to Fluorescence*. Taylor & Francis. New York.
- Judoamidjojo, M. 1984. *Teknik Penyamakan Untuk Pedesaan*. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Juliyarsi, I., Melia, S. N., dan Purwati, E. D. 2019. *Kulit Ilmu, Teknologi, & Aplikasi*. Andalas University Press. Padang
- Kantardzic, M. 2011. *Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms*. John Wiley & Sons Inc. New Jersey.
- 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. doi: <https://doi.org/10.2200/S00822ED1V01Y201712COV015>
- Kusumastuti, A. 2011. Pengenalan Pola Gelombang Khas dengan Interpolasi. Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi, **Vol. 2 No. 1** : 7. doi: <https://doi.org/10.18860/ca.v2i1.1803>
- LeCun, Y., Bengio, Y., dan Hinton, G. 2015. Deep Learning. Nature, **Vol. 521 No. 553** : 436–444. doi: <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.12.102>
- Limostin, T. 2013. Perkembangan Industri Kerajinan Kulit Dan Pengaruhnya Terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi Di Kelurahan Selosari Kecamatan Megetan Kabupaten Magetan. Candi, **Vol. 5 No. 1** : 1–16.
- Lindgren, G., Naboulsi, R., Frey, R., dan Solé, M. 2020. Genetics of Skin Disease in Horses. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, **Vol. 36 No. 2** : 323–339. doi <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2020.03.010>
- Mclaughlin, J. dan Stephen, B. S. 2008. Using a Virtual Tissue Culture System to Assist Students in Understanding Life at the Cellular Level. American Biology Teacher, **Vol. 70 No. 7** : 415–20.

- Mohamad, M. A. 2014. *Islam Dan Sains Kesehatan: Mudarat Dan Manfaat Babi*. The University of Malaya Press. Kuala Lumpur
- Nadira, M. 2019. *Implementasi Deep Learning Dengan Metode Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Citra Bahan Kulit Hewan*. (Tugas Akhir), Jurusan Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Jakarta.
- Chakravartula, N., Moschetti, R., Bedini, G., Nardella, M., dan Massantini, R. 2022. Use of Convolutional Neural Network (CNN) Combined with FT-NIR Spectroscopy to Predict Food Adulteration: A Case Study on Coffee. *Food Control*, **Vol. 135 No. 108816 May 2022**. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108816>
- Naufal, M. F.. 2021. Analisis Perbandingan Algoritma Svm, Knn, Dan Cnn Untuk Klasifikasi Citra Cuaca. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, **Vol. 8 No. 2** : 311–318. doi: <https://doi.org/10.25126/jtiik.202184553>
- NIIR Board of Consultants Engineers. 2011. *Leather Processing & Tanning Technology Handbook*. NIIR Project Consultancy Services. Delhi.
- Ntziachristos, V. 2008. *Encyclopedia of Diagnostic*. Springer Berlin Heidelberg. Berlin.
- Nugraha, A. 2018. *Belajar Membuat Kerajinan Tangan Dari Kulit*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Nurmansyah, I. 2020. Dialektika Tafsir dan Kemajuan Pengetahuan Dalam Transplantasi Organ Babi Pada Manusia. *Jurnal Studi Ilmu-Ilmu Al-Qur'an dan Hadis*, **Vol. 21 no. 1** : 1. doi: <https://doi.org/10.14421/qh.2020.2101-01>
- Pancapalaga, W. 2008. Evaluasi Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Proceeding Joint Conference on Community Development. LPPM Universitas Surabaya*.
- Peryanto, A., Yudhana, A., dan Umar, R. 2020. Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network Dan K Fold Cross Validation. *Journal of Applied Informatics and Computing*, **Vol. 4 No. 1** : 45–51. <https://doi.org/10.30871/jaic.v4i1.2017>
- Primartha, R. 2018. *Belajar Machine Learning; Teori Dan Praktik*. CV. Informatika. Bandung.
- Putra, J. W. G. 2019. Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin Dan Deep Learning. *Computational Linguistics and Natural Language Processing Laboratory*, **Vol. 4 Agustus 2019** : 1–235. doi:<https://www.researchgate.net/publication/323700644>

- Rahmaningrum, N. 2020. *Analisis Tahu Terkontaminasi Formalin Menggunakan Sistem Spektroskopi Fluoresensi Berbasis High Power UV-LED*. (Tugas Akhir) Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Rakhmadi, F. A., Widayanti, dan Rifai, R. 2021. A Design of the Second Generation of UIN Sunan Kalijaga's UV Fluorescence Spectro-Imaging System. Proceedings of the International Conference on Science and Engineering (ICSE-UIN-SUKA 2021), **Vol. 211** : 92–94. doi: <https://doi.org/10.2991/aer.k.211222.014>
- Ramjiawan, B., Jackson, M., dan Mantsch, H. 2006. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- 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
- Reshi, A.A., Rustam, F., Mehmood, A., Alhossan, A., Alrabiah, Z., Ahmad, A., Alsuwailem, H., dan Choi, G.S. 2021. An Efficient CNN Model for COVID-19 Disease Detection Based on X-Ray Image Classification. *Complexity*, **Vol. 2021** : 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/6621607>
- Sankaran, S., Mishra, A., Ehsani, R., dan Davis, C. 2010. A Review of Advanced Techniques for Detecting Plant Diseases. *Computers and Electronics in Agriculture*, **Vol 72 No. 1** : 1–13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.02.007>
- Saputra, R. 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)*. (Tugas Akhir) Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Sarwat, A. 2014. *Halal Atau Haram? Kejelasan Menuju Keberkahan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Shiddiq, M. dan Reza, U. 2016. Analysis of Relation Between Fluorescence Intensity and Ripeness Levels of Loosed Palm Oil Fruits. *Jurnal Penelitian Sains*, **Vol. 18 No. 2**. doi: <https://doi.org/10.36706/jps.v18i2.29>
- Smith, J. 2009. *Encyclopædia Britannica*. 8th ed. Encyclopædia Britannica. Chicago.
- Spinelle, L., Gerboles, M., Kok, G., Persijn, S., dan Sauerwald, T. 2017. Review of Portable and Low-Cost Sensors for the Ambient Air Monitoring of Benzene and Other Volatile Organic Compounds. *Sensors*, **Vol. 17 No. 7** :1520.
- Sudarminto. 2000. Pengaruh Lama Perebusan Pada Pembuatan Rambak Sapi. *Jurnal*

Makanan Tradisional.

- Syaifullah, A. 2012. *Analisis Pendapat Imam Asy-Syaukani Tentang Pemanfaatan Kulit Binatang Buas*. UIN Walisongo. Semarang.
- Triatmojo. 2014. *Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Triono. 2014. *Pengaruh Penyamakan Kulit Kambing Dengan Menggunakan Gambir Terhadap Sifat Fisik Dan Organoleptik*. Andalas University Press. Padang
- Triyana, K. 2018. Development of Electronic Nose with Low-Cost Dynamic Headspace for Classifying Vegetable Oils and Animal Fats. *Applied Mechanics and Materials*, **Vol. 771** : 50–54. doi: 10.4028/www.scientific.net/amm
- Valarmathi, G., Suganthi, S.U., Subashini, V., Janaki, R., Sivasankari, R., dan Dhanasekar, S. 2020. CNN Algorithm for Plant Classification in Deep Learning. *Materials Today: Proceedings*, **Vol. 46** :3684–3689. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.847>
- Vasilev, I., Daniel Slater, Gianmario Spacagna, Peter Roelants, dan Valentino Zocca. 2019. *Python Deep Learning* (2nd ed.). Packt Publishing Ltd. Birmingham.
- 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. *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, **2016** : 2465–69.