


**Diskriminasi Citra Kerupuk Kulit Babi dan Sapi  
Menggunakan *Third Generation of UIN Sunan Kalijaga's  
High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging  
System* Terkombinasi *Deep Learning* dengan Algoritma  
CNN**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



diajukan oleh :  
Meta Riani Ananda  
18106020003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2022**



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2840/Un.02/DST/PP.00.9/12/2022

Tugas Akhir dengan judul : Diskriminasi Citra Kerupuk Kulit Babi dan Sapi Menggunakan Third Generation of UIN Sunan Kalijaga's High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging System Terkombinasi Deep Learning dengan Algoritma CNN

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : META RIANI ANANDA  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106020003  
Telah diujikan pada : Kamis, 15 Desember 2022  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 63a189a083883

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



Valid ID: 63a161d7c12e0

Penguji I  
Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.  
SIGNED



Valid ID: 63a15e6985ded

Penguji II  
Andi, M.Sc.  
SIGNED



Valid ID: 63a29d978f531

Yogyakarta, 15 Desember 2022  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED



## **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 : META RIANI ANANDA

NIM : 18106020003

Judul Skripsi : DISKRIMINASI CITRA KERUPUK KULIT BABI DAN SAPI MENGGUNAKAN *THIRD GENERATION OF UIN SUNAN KALIJAGA'S HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE SPECTRO-IMAGING SYSTEM* TERKOMBINASI *DEEP LEARNING* DENGAN ALGORITMA 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.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 02 Desember 2022

Pembimbing

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

NIP. 19780510 200501 1 003

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Meta Riani Ananda

NIM : 18106020003

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Diskriminasi Citra Kerupuk Kulit Babi dan Sapi Menggunakan *Third Generation of UIN Sunan Kalijaga’s High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging System* Terkombinasi *Deep Learning* dengan Algoritma 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, 02 Desember 2022

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



Meta Riani Ananda  
18106020003

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

وَلَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَأَنْتُمْ الْأَعْلَوْنَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

*“Dan janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati, sebab kamu paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang beriman.”*

(Q.S. Ali ‘Imran [3] ayat 139)

**Skripsi ini dipersembahkan untuk:**

Allah SWT

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Ayah, Ibu, Adik-Adik tercinta untuk setiap doa dan semangatnya

Keluarga besar Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta angkatan 2018

Study Club Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

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

Partner dalam segala hal

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT sang pencipta alam semesta beserta isinya, berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“DISKRIMINASI CITRA KERUPUK KULIT BABI DAN SAPI MENGGUNAKAN *THIRD GENERATION OF UIN SUNAN KALIJAGA'S HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE SPECTRO-IMAGING SYSTEM* TERKOMBINASI *DEEP LEARNING* DENGAN ALGORITMA CNN”** dengan lancar dan baik. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW., semoga kita mendapatkan syafaatnya di *yaumulqiyamah* kelak. Aamiin.

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. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Triyanto dan Ibunda Rencana Murni serta keluarga di rumah yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi dan dukungan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

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 Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Semoga selalu memberikan yang terbaik untuk generasi fisika.
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. Semoga keberkahan selalu tercurah kepada beliau.
6. Ibu Dr. Nita Handayani, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang membimbing penulis sejak sah statusnya sebagai mahasiswa fisika. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya.
7. Seluruh Dosen Fisika maupun luar Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
8. Teman partner skripsi dan sahabat sejak PBAK, Rai Husnul Arifah yang selalu menemani, memberi semangat, dan menjadi pendengar yang baik di setiap keadaan. Semoga selalu diberi keberkahan dan segera mendapat jodoh, aamiin paling serius.
9. Teman-teman seperjuangan; Ica, Silpa, Imeng, Anisa, Jaim, Rini, Ocín, Rabyñ, Alan, Markho, Munajat, Wahyu, Kiki, dan Aji yang selama ini

selalu mendukung dan menyediakan waktu dalam berbagi ilmu, sayang kalian.

10. Sahabat dalam berkeluh kesah; Pipi, Nuy, Aisyah, Vio, Endah, dan Meida yang selalu menyemangati dan menunggu kepulangan penulis, lopyu gais.
11. Teman-teman seperjuangan selama merantau; Astri, Irfa, dan keluarga besar Alumni MAN 1 Model Kota Bengkulu yang selalu menjadi rumah selama di Jogja.
12. Teman-teman Prodi Fisika angkatan 2018 dan Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
13. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan bantuan tulus dan dukungan dalam menyusun tugas akhir ini.

Penulis memohon maaf, apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan tugas akhir ini dikarenakan kurangnya ilmu yang saya miliki. Terima kasih atas perhatiannya, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 22 December 2022

Penulis



**Diskriminasi Citra Kerupuk Kulit Babi Dan Sapi**  
**Menggunakan *Third Generation of UIN Sunan Kalijaga's***  
***High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging System***  
**Terkombinasi *Deep Learning* dengan Algoritma CNN**

**Meta Riani Ananda**  
**18106020003**

**INTISARI**

Kerupuk kulit merupakan produk turunan dari kulit babi dan sapi. Kemiripan fisik keduanya berpotensi dipalsukannya kerupuk kulit sapi dengan kulit babi. Metode spektroskopi *Fourier Transformed Infrared* (FTIR), PCR DNA, dan Jaringan Saraf Tiruan (JST) pernah digunakan untuk membedakan kerupuk kulit babi dan sapi, namun metode spektroskopi FTIR dan PCR DNA tergolong mahal sedangkan hasil metode JST kurang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengakuisisi dan mendiskriminasi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system* terkombinasi *Deep Learning* dengan algoritma CNN. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dan pengolahan data. Pengambilan data dilakukan dengan mengakuisisi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system* hingga didapatkan 220 citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi. Pengolahan data dimulai dengan persiapan alat dan bahan, *preprocessing*, pembuatan *Deep Learning*, pelatihan dan validasi, serta pengujian. Pelatihan *Deep Learning* dilakukan menggunakan masing-masing 80 data latih citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi, sedangkan validasinya menggunakan masing-masing 20 data validasi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi. Adapun pengujiannya menggunakan 10 data uji citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan 10 data uji citra fluoresensi kerupuk kulit sapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi telah berhasil diakuisisi menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system* dan didiskriminasi dengan baik oleh *Deep Learning* dengan algoritma CNN dengan akurasi 100%.

**Kata kunci:** citra fluoresensi, *Deep Learning*, *fluorescence spectro-imaging system*, *high power UV-LED*, kerupuk kulit babi, kerupuk kulit sapi

***Discrimination of Pig and Cow Rambak  
Fluorescence Image Using Third Generation of UIN Sunan Kalijaga's  
High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging System  
Combined Deep Learning with CNN Algorithms***

**Meta Riani Ananda  
18106020003**

**ABSTRACT**

*Rambak are products derived from pig and cow skins. The physical similarity of them has potential for counterfeiting cow skin with pig skin. Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, PCR DNA, and Artificial Neural Network (ANN) methods have been used to differentiate pig and cow rambak, but FTIR spectroscopy and PCR DNA methods were relatively expensive while the result of ANN method was not good. This study aimed to acquire and discriminate fluorescence images of pig and cow rambak using a third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system combined with Deep Learning using CNN algorithm. This research was conducted by collecting and processing data. Data was collected by acquiring fluorescence images of pig and cow rambak using third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system until obtained 220 fluorescence images of pig and cow rambak. Data processing began with the preparation of tools and materials, preprocessing, making Deep Learning, training and validation, and testing. Training of Deep Learning was carried out using each of 80 fluorescence image training data of pig and cow rambak, while the validation used each of 20 fluorescence image validation data of pig and cow rambak. The test used 10 fluorescence image test data of pig rambak and 10 fluorescence image test data of cow rambak. The results showed that the fluorescence images of pig and cow rambak were successfully acquired using third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system and well discriminated by Deep Learning using CNN algorithm with 100% accuracy.*

**Keyword:** *cow rambak, Deep Learning, fluorescence image, fluorescence spectro-imaging system, high power UV-LED, pig rambak*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSEUJUAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
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.....	13
2.2.1 Kerupuk.....	13
2.2.2 Citra Digital.....	16
2.2.3 Citra Floresensi.....	20
2.2.4 <i>Third Generation of UIN Sunan Kalijaga's High Power UV-LED                 Fluorescence Spectro-Imaging System</i> .....	23
2.2.5 <i>Deep Learning</i> .....	29
2.2.6 CNN.....	31

2.2.7 Python.....	38
2.2.8 Google Colaboratory .....	40
2.2.9 <i>Confusion Matrix</i> .....	41
2.2.10 Jaminan Produk Halal (JPH) .....	42
2.2.11 Makanan Halal dan Haram dalam Islam .....	44
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>46</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	46
3.1.1 Waktu Penelitian.....	46
3.1.2 Tempat Penelitian .....	46
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	46
3.2.1 Alat Penelitian .....	46
3.2.2 Bahan Penelitian .....	47
3.3 Prosedur Kerja.....	48
3.3.1 Pengambilan Data.....	48
3.3.2 Pengolahan Data .....	51
3.3.3 Pembahasan Hasil.....	59
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan .....</b>	<b>61</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	61
4.1.1 Hasil Akuisisi Citra Fluoresensi Kerupuk Kulit Babi dan Sapi .....	61
4.1.2 Hasil Diskriminasi Citra Fluoresensi Kerupuk Kulit Babi dan Sapi ....	63
4.2 Pembahasan .....	64
4.2.1 Pembahasan Akuisisi Citra Fluoresensi Kerupuk Kulit Babi dan Sapi	64
4.2.2 Pembahasan Diskriminasi Citra Fluoresensi Kerupuk Kulit Babi dan Sapi .....	66
4.2.3 Integrasi-Interkoneksi .....	70
<b>BAB V Kesimpulan dan saran .....</b>	<b>72</b>
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>

LAMPIRAN.....	79
CURRICULUM VITAE.....	105



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beberapa pustaka Python dan fungsinya .....	40
Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan dalam mengakuisisi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi.....	47
Tabel 3.2 Alat-alat untuk mendiskriminasi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan <i>Deep Learning</i> .....	47
Tabel 3.3 Daftar bahan untuk mengakuisisi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan <i>Third Generation of UIN Sunan Kalijaga's High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging System</i> .....	47
Tabel 3.4 Daftar bahan untuk mendiskriminasi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan <i>Deep Learning</i> .....	47
Tabel 3. 5 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kerupuk kulit babi .....	58
Tabel 3. 6 Hasil prediksi model pada sampel citra fluoresensi kerupuk kulit sapi.....	59
Tabel 3. 7 <i>Confusion matrix</i> pada diskriminasi sampel citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi.....	59
Tabel 4.1 Hasil klasifikasi model pada sampel citra fluoresensi kerupuk kulit babi .....	63
Tabel 4.2 Hasil klasifikasi model pada sampel citra fluoresensi kerupuk kulit sapi.....	64
Tabel 4.3 <i>Confusion matrix</i> pada diskriminasi sampel citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Kulit sapi yang telah dikeringkan (b) Kerupuk kulit sapi.....	15
Gambar 2. 2 Kerupuk kulit babi.....	15
Gambar 2. 3 Sistem <i>sampling</i> .....	17
Gambar 2. 4 Sistem kuantisasi .....	17
Gambar 2. 5 Representasi citra digital dalam 2 dimensi.....	18
Gambar 2. 6 Diagram Jablonski 1. Eksitasi; 2. Relaksasi Vibrasional; 3. Emisi..	21
Gambar 2.7 Citra fluoresensi rongga mulut tikus dengan variasi panjang gelombang cahaya (a) 385 nm (b) 420 nm (c) 455 nm .....	23
Gambar 2. 8 (a) <i>casing</i> tampak depan (b) <i>casing</i> tampak belakang .....	24
Gambar 2.9 Subsistem perekam citra.....	25
Gambar 2.10 Subsistem sumber cahaya.....	26
Gambar 2.11 Antarmuka perangkat lunak <i>Fluorescence Imaging System</i> .....	27
Gambar 2.12 Tampilan setelah citra sampel di- <i>capture</i> .....	28
Gambar 2.13 Perbandingan <i>Neural Network</i> sederhana dengan <i>Deep Learning Neural Network</i> .....	30
Gambar 2.14 Tahapan proses pada CNN.....	31
Gambar 2.15 Operasi 'dot' antara input dengan filter.....	33
Gambar 2.16 Grafik fungsi aktivasi pada <i>ReLU layer</i> .....	33
Gambar 2. 17 Perbedaan <i>max pooling</i> dengan <i>average pooling</i> .....	34
Gambar 2.18 Proses <i>reshape feature map</i> pada <i>flatten</i> .....	35
Gambar 2.19 Implementasi <i>Dropout Regularization</i> .....	36
Gambar 2.20 Proses <i>fully connected layer</i> .....	37
Gambar 2.21 Penggunaan <i>softmax</i> dalam proses klasifikasi .....	38
Gambar 2.22 Model klasifikasi <i>confusion matrix</i> .....	42
Gambar 4.1 Tampilan antarmuka perangkat lunak <i>Fluorescence Imaging System</i> dalam proses akuisisi citra fluoresensi kerupuk kulit babi ..	61
Gambar 4.2 Tampilan antarmuka perangkat lunak <i>Fluorescence Imaging System</i> dalam proses akuisisi citra fluoresensi kerupuk kulit sapi...	62
Gambar 4.3 Contoh hasil citra kerupuk kulit babi .....	62
Gambar 4.4 Contoh hasil citra kerupuk kulit sapi.....	62

Gambar 4.5 Salah satu hasil klasifikasi data uji kerupuk kulit babi ..... 63

Gambar 4.6 Salah satu hasil klasifikasi data uji kerupuk kulit sapi..... 63





## DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

Gambar 1 Seperangkat alat .....	79
Gambar 2 Tempat sampel .....	79
Gambar 3 Sarung tangan.....	79
Gambar 4 Kerupuk kulit babi.....	80
Gambar 5 Kerupuk kulit sapi .....	80
Gambar 6 Kerupuk kulit diletakkan pada tempat sampel .....	80
Gambar 7 Kerupuk kulit (a) sapi dan (b) babi pada tempat sampel.....	80
Gambar 8 Sampel dimasukkan pada subsistem tempat sampel.....	81
Gambar 9 Pengoperasian perangkat lunak <i>Fluorescence Imaging System</i> .....	81
Gambar 10 Citra fluoresensi kerupuk kulit babi.....	81
Gambar 11 (Lanjutan).....	82
Gambar 12 (Lanjutan).....	83
Gambar 13 (Lanjutan).....	84
Gambar 14 (Lanjutan).....	85
Gambar 15 Citra fluoresensi kerupuk kulit sapi .....	85
Gambar 16 (Lanjutan).....	86
Gambar 17 (Lanjutan).....	87
Gambar 18 (Lanjutan).....	88
Gambar 19 Data citra uji kerupuk kulit babi.....	89
Gambar 20 Data citra uji kerupuk kulit sapi .....	89
Gambar 21 (Lanjutan).....	90
Gambar 22 Folder ‘Diskriminasi’ .....	90
Gambar 23 Folder ‘bahan’ yang berisi data citra sampel .....	90
Gambar 24 Folder 'model' .....	90
Gambar 25 Folder 'latih' .....	91
Gambar 26 Folder 'validasi' .....	91
Gambar 27 Penghubungan dengan Google Drive.....	91
Gambar 28 Pemilihan akun Google Drive .....	91
Gambar 29 Persetujuan akun Google Drive.....	92

Gambar 30 Penulisan skrip program penginputan pustaka dan menyambungkan ke Google Drive.....	92
Gambar 31 Penulisan skrip program pengaturan direktori .....	92
Gambar 32 Penulisan skrip program pembagian data.....	93
Gambar 33 Penulisan skrip program augmentasi data.....	93
Gambar 34 Penulisan skrip program target pelatihan dan validasi.....	94
Gambar 35 Penulisan skrip program arsitektur CNN .....	94
Gambar 36 Penulisan skrip program memulai pelatihan dan validasi.....	95
Gambar 37 Penulisan skrip program untuk menampilkan tingkat akurasi dan <i>loss</i> selama pelatihan .....	95
Gambar 38 Grafik (a) akurasi serta ( <i>loss</i> ) dalam proses latih dan validasi.....	95
Gambar 39 Penulisan skrip program pengujian.....	96
Gambar 40 Data citra uji kerupuk kulit sapi .....	96
Gambar 41 (Lanjutan).....	97
Gambar 42 Hasil pengujian terhadap citra fluoresensi kerupuk kulit babi.....	97
Gambar 43 (Lanjutan).....	98

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Makanan menjadi kebutuhan pokok setiap umat manusia. Makanan yang baik merupakan makanan yang sehat dan higienis. Dalam agama Islam, selain menyehatkan dan higienis, makananpun harus halal. Makanan halal merupakan makanan yang tidak mengandung unsur atau bahan haram yang dilarang dikonsumsi (Ardilla, 2018). Perintah untuk mengonsumsi makanan yang *halalan thayyiban* (halal lagi baik), salah satunya disebutkan pada Q.S. al-Maidah [5]:88 sebagai berikut:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

*“Makanlah apa yang telah Allah anugerahkan kepadamu sebagai rezeki yang halal lagi baik, dan bertakwalah kepada Allah yang hanya kepada-Nya kamu beriman.”* (Kementerian Agama, 2019).

Ayat di atas merupakan perintah Allah SWT dalam memakan makanan yang halal lagi baik, yang telah dikaruniakan-Nya. Dalam ayat ini terdapat kata “halal” dan “*thayyib*” (baik). Pengertian “halal” dalam ayat ini yakni halal bendanya demikian pula cara mendapatkannya. Adapun kata “*thayyib*” (baik) berarti baik dari segi kemanfaatannya, yakni mengandung gizi, vitamin, protein, dan lain-lain yang sesuai dengan kebutuhan tubuh. Apabila makanan yang tidak baik dikonsumsi maka akan merusak kesehatan tubuh, contohnya memakan makanan yang telah kedaluwarsa, mengandung formalin, dan lain-lain (Yanggo, 2013).

Makanan yang diharamkan terdapat dalam beberapa dalil naqli. Salah satunya dijelaskan oleh firman Allah SWT dalam Q.S al-Maidah [5] : 3 :

حُرِّمَتْ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةُ وَالدَّمُ وَلَحْمُ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهْلِيَ لغيرِ اللَّهِ بِهِ وَالْمُنْخَنِقَةُ وَالْمَوْقُوذَةُ وَالْمُتَرَدِّيَةُ  
وَالنَّطِيحَةُ وَمَا أَكَلَ السَّبُعُ إِلَّا مَا ذَكَّيْتُمْ وَمَا ذُبِحَ عَلَى النُّصُبِ وَأَنْ تَسْتَقْسِمُوا بِالْأَزْلَامِ ذَلِكُمْ فَسُقُ الْيَوْمَ بِبَيْسِ  
الَّذِينَ كَفَرُوا مِنْ دِينِكُمْ فَلَا تَحْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِ الْيَوْمَ أَكْمَلْتُ لَكُمْ دِينَكُمْ وَأَتَمَمْتُ عَلَيْكُمْ نِعْمَتِي وَرَضِيْتُ لَكُمُ  
الْإِسْلَامَ دِينًا فَمَنْ اضْطُرَّ فِي مَخْمَصَةٍ غَيْرِ مُتَجَانِفٍ لِإِثْمٍ فَإِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ

*“Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, dan (daging hewan) yang disembelih bukan atas (nama) Allah, yang tercekik, yang dipukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan yang diterkam binatang buas, kecuali yang (sempat) kamu sembelih. (Diharamkan pula) apa yang disembelih untuk berhala. (Demikian pula) mengundi nasib dengan azlām (anak panah), (karena) itu suatu perbuatan fasik. Pada hari ini orang-orang kafir telah putus asa untuk (mengalahkan) agamamu. Oleh sebab itu, janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku. Pada hari ini telah Aku sempurnakan agamamu untukmu, telah Aku cukupkan nikmat-Ku bagimu, dan telah Aku ridai Islam sebagai agamamu. Maka, siapa yang terpaksa karena lapar, bukan karena ingin berbuat dosa, sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.”* (Kementerian Agama, 2019).

Ayat di atas menegaskan bahwa Allah SWT mengharamkan beberapa jenis makanan, salah satunya daging babi. Penyebutan daging babi pada ayat tersebut mencakup semua bagian tubuhnya, baik daging, kulit, tulang, lemak, darah, dan sebagainya (Janna, 2021).

Selain diharamkan dalam Islam, banyak mudarat yang diperoleh ketika mengonsumsi daging babi. Babi merupakan hewan yang kotor serta berbahaya bagi kesehatan. Bahaya daging babi telah ditetapkan oleh ahli kedokteran kontemporer bahwa babi mempunyai banyak cacing pita dan cacing-cacing lainnya di dalam tubuhnya. Daging babi juga susah dicerna oleh orang yang mengonsumsinya, hal tersebut menyebabkan terhambatnya kelancaran pencernaan

yang berakibatkan kembung, jantung berdebar-debar, atau denyut jantung tidak teratur (Yanggo, 2013).

Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia (DPR-RI) dan Presiden RI telah mengeluarkan Undang-Undang tentang Jaminan Produk Halal (JPH) yakni UU nomor 33 tahun 2014. Dalam UU nomor 33 tahun 2014 ditegaskan bahwa pemerintah mewajibkan produk yang masuk, beredar, dan diperdagangkan di wilayah Indonesia wajib bersertifikat halal kecuali produk yang diharamkan. Larangan ini juga ditegaskan pada standardisasi fatwa MUI nomor 4 tahun 2003. Fatwa MUI juga melarang mengonsumsi dan memperdagangkan makanan dengan berbahan baku daging babi maupun olahan babi.

Penggunaan pangan haram telah dilarang dengan tegas dalam al-Quran. Namun pada kenyataannya, masih banyak pedagang yang memalsukan bahan pangan yang halal dengan sesuatu yang haram. Seperti yang terjadi di Lampung Timur, terdapat kasus perdagangan daging sapi yang dipalsukan menggunakan daging babi (Jaya, 2021). Pemalsuan daging sapi menggunakan daging babi sangat merugikan masyarakat. Hal tersebut dapat melanggar syariat agama dan juga merusak kepercayaan masyarakat terhadap pedagang daging yang lain.

Selain kasus di atas, ada pula kasus lain yang terjadi di Bengkulu Selatan seperti yang dilaporkan oleh Rahmat (2021). Terdapat pedagang yang memproduksi kerupuk kulit babi tanpa adanya izin usaha. Produk tersebut juga sudah beredar di masyarakat tanpa mencantumkan keterangan non-halal. Produk tanpa logo non-halal tentu sangat merugikan masyarakat. Masyarakat akan mengalami kesulitan dalam membedakan kerupuk kulit babi dan sapi, karena

tampilan fisik kedua produk tersebut yang hampir sama. Hal tersebut memungkinkan para pedagang dapat memalsukan produk kerupuk kulit sapi menggunakan kerupuk kulit babi. Pemalsuan tersebut juga didukung dengan harga kulit babi yang lebih murah dibandingkan kulit sapi sehingga lebih menguntungkan dari segi biaya produksinya.

Secara umum, upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk mengatasi kecurangan yang dilakukan pedagang yaitu dengan melakukan penelusuran dan autentikasi. Penelusuran yang dilakukan yaitu ketika produk pangan mulai beredar (*premarket*) dan setelah produk pangan telah beredar luas (*post market*). *Premarket* dilakukan dengan melakukan pemeriksaan sarana produksi seperti bahan baku, bahan tambahan pangan, kode produksi, dan penyimpanan produk pangan. Kemudian *post market* dilakukan untuk memvalidasi label dan komposisi produk dengan yang didaftarkan (Tiofani, 2021). Sementara itu, upaya autentikasi yang dilakukan yakni menguji kehalalan pangan dengan uji laboratorium menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction Deoxyribonucleic Acid* (PCR DNA). Implementasi pengujian dengan metode PCR DNA yang dilakukan pada Laboratorium Halal Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM MUI), menggunakan alat-alat penunjang antara lain *real time* PCR, kromatografi gas (*Flame Ionization Detector* atau FID dan *Mass Spectrometry* atau MS), *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS), mikroskop stereo, dan lainnya. Autentikasi berbasis PCR DNA ini tergolong membutuhkan biaya yang relatif tidak murah serta

membutuhkan keahlian khusus di bidang molekuler serta dilakukan di laboratorium yang memenuhi standar pengujian molekuler (Heryani, 2022).

Secara khusus, terdapat beberapa metode yang telah dikembangkan dalam pengidentifikasian kerupuk kulit sapi dan kerupuk kulit babi di antaranya yakni metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan analisis citra. Metode spektroskopi FTIR menggunakan gelombang elektromagnetik inframerah atau *infrared* sebagai sumber cahaya. Ketika gelombang elektromagnetik inframerah mengenai suatu material, maka akan terjadi interaksi berupa absorpsi atau penyerapan energi oleh atom-atom atau molekul-molekul material tersebut yang menyebabkan terjadinya vibrasi atom-atom pada molekul tersebut (Anam dkk, 2007). Penggunaan FTIR dapat digunakan untuk menganalisis kehalalan suatu produk turunan babi dengan melihat pola spektrum pada lemak hewannya (Andriyani dkk, 2019). Metode spektroskopi FTIR telah berhasil diaplikasikan oleh Erwanto dkk (2016) dalam menganalisis kandungan lemak dalam kerupuk rambak. Namun metode ini memiliki kelemahan, yaitu proses yang rumit serta harga alat dan penunjangnya yang relatif mahal (Sucipto dkk, 2013).

Metode lainnya yang telah berhasil diaplikasikan dalam mengidentifikasi jenis kerupuk kulit atau kerupuk rambak yaitu dengan metode analisis citra. Metode ini dilakukan dengan mengolah barisan data piksel yang bertujuan untuk mendapatkan informasi suatu citra. Metode tersebut berhasil diaplikasikan oleh Sucipto dkk (2018). Ciri objek yang diamati menggunakan metode tersebut yaitu warna dan tekstur. Akan tetapi kelemahan metode ini terletak pada hasil yang diperoleh, yaitu nilai akurasi sebesar 76,4228% menunjukkan hasil kurang akurat.

Berdasarkan kelemahan-kelemahan beberapa metode yang telah dilakukan, maka diperlukan metode alternatif lain. Metode alternatif yang dapat dikembangkan untuk membedakan kerupuk kulit babi dan sapi, salah satunya menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system*. Sistem ini merupakan alat yang berguna untuk memunculkan fluoresensi pada sampel dengan menggunakan sinar UV. Sistem kerja dari fluoresensi ini terjadi ketika cahaya diinduksikan ke material uji atau sampel. Material tersebut terdiri dari atom-atom atau molekul-molekul yang mempunyai tingkat-tingkat energi tertentu. Ketika cahaya mengenai material, energi foton digunakan untuk mengeksitasi atom-atom atau molekul-molekul ke tingkat energi yang lebih tinggi (Pohan, 2018). Sistem ini dilengkapi dengan kamera sehingga dapat menangkap citra dari hasil radiasi cahaya sampel. Namun sistem ini belum mampu mengklasifikasi sampel yang diuji. Data citra yang diperoleh perlu dikombinasi dengan *Deep Learning* dengan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN).

CNN adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk mengolah data dua dimensi salah satunya data citra fluoresensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. Algoritma CNN dibuat menggunakan perangkat lunak Google Colaboratory berbasis Python. Kombinasi *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system* dengan algoritma CNN diharapkan dapat membedakan citra kerupuk kulit babi dan sapi.



## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengakuisisi citra kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system*?
2. Bagaimana mendiskriminasi citra kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *Deep Learning* dengan algoritma CNN?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Mengakuisisi citra kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system*.
2. Mendiskriminasi citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *Deep Learning* dengan algoritma CNN.

## 1.4 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini meliputi berikut ini:

1. *High Power UV-LED Fluorescence Spectro-Imaging System* yang digunakan adalah generasi ketiga.
2. Objek penelitian yang digunakan adalah kerupuk kulit babi dan sapi asli yang siap dikonsumsi.

3. Kerupuk kulit sapi didapatkan dari usaha rumahan Krupuk Kulit Sapi Situmulyo Jogja, sedangkan kerupuk kulit babi diperoleh dari *platform* Shopee di toko Kerupuk Kulit Central Pork.
4. Citra fluoresensi yang digunakan sebanyak 60 potong kerupuk kulit babi dan 60 potong kerupuk kulit sapi.
5. Algoritma CNN dibuat menggunakan perangkat lunak Google Colaboratory berbasis Python.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat yaitu, dapat menjadi salah satu solusi untuk menjamin kehalalan pangan sebagaimana yang telah diatur dalam UU nomor 33 tahun 2014, serta akan meringankan tugas pengawas produk halal. Manfaat lain yang diperoleh yakni, dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dan mampu dikembangkan menjadi lebih sempurna.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi telah berhasil diakuisisi menggunakan *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system*.
2. Citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi telah berhasil didiskriminasi menggunakan *Deep Learning* dengan algoritma CNN secara baik dengan akurasi sebesar 100%.

#### 5.2 Saran

Penelitian ini hanya mengolah hasil citra fluoresensi kerupuk kulit babi dan sapi menggunakan *Deep Learning* dengan algoritma CNN. Masih terdapat dua *output* dari *third generation of UIN Sunan Kalijaga's high power UV-LED fluorescence spectro-imaging system* yang belum diolah, yakni nilai RGB dan nilai bins. Kedua nilai tersebut dapat diolah dengan *Machine Learning*. Hasilnya dapat menjadi pembandingan dari hasil klasifikasi menggunakan metode *Deep Learning* dengan algoritma CNN dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Farisi, M. S. 2020. Preferensi Masyarakat Terhadap Pembelian Produk Makanan Halal di Dusun Mlangi Yogyakarta: Masyarakat Terhadap Pembelian Produk Makanan Halal di Dusun Mlangi Yogyakarta. *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Keuangan*. **Vol.1 No 2 Tahun 2020** : 60-75.
- Amertaningtyas, D. 2014. Pengolahan Kerupuk Rambak Kulit di Indonesia. Mini Review. *Jurnal Ilmu–Ilmu Peternakan*. **Vol. 21 No 3 Tahun 2014** : 18-29.
- Anam, C., Sirojudin, dan Firdausi, K.F. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*. **Vol. 10 No 1 Tahun 2007** : 79-85.
- Andono, P. N., dan Sutojo, T. 2017. *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- 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 Tahun 2019** : 104–126.
- Anshori, M. 2020. Makanan Haram dan Pengaruhnya dalam Kehidupan. *Islamitsch Familierecht Journal*. **Vol. 1 No 01 Tahun 2020** : 66-90.
- Ardilla, D., Taufik, M., Tarigan, D. M., Thamrin, M., Razali, M., dan Siregar, H. S. 2018. Analisis lemak babi pada produk pangan olahan menggunakan spektroskopi UV–vis. *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. **Vol. 1 No 2 Tahun 2018**.
- Awangga, R. M., Prastya, R., Simamora, T. A. D., Majesty, D., dan Fadilah, I. 2019. *Dasar-dasar Python*. Kreatif.
- Bayu, Dimas. 2022. *Sebanyak 86,9% Penduduk Indonesia Beragama Islam*. Diakses pada 27 September 2022 dari <https://dataindonesia.id/sebanyak-869-penduduk-indonesia-beragama-islam>.
- Benny, Prijono. 2018. *Student Notes: Convolutional Neural Networks (CNN) Introduction*. Diakses 1 Juli 2022 dari <https://indoml.com/2018/03/07/student-notes-convolutional-neural-networks-cnn-introduction/>.
- Bonner, A. 2019. *Getting Started with Google Colab*. Diakses pada 27 September 2022 dari <https://towardsdatascience.com/getting-started-with-google-colab>.

- Charity, M. L. 2017. Jaminan produk halal di Indonesia (Halal products guarantee in Indonesia). *Jurnal Legislasi Indonesia*. **Vol. 14 No 01 Tahun 2017** : 99-108.
- Choldun, M. I., dan Surendro, K. 2018. Klasifikasi Penelitian dalam *Deep Learning. Improve*. **Vol. 10 No 1 Tahun 2018** : 25-33.
- Erwanto, Y., Muttaqien, A. T., Sugiyono, Sismindari, dan Rohman, A. 2016. Use of fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and chemometrics for analysis of lard adulteration in “rambak” crackers. *International Journal of Food Properties*. **Vol. 19 No 12 Tahun 2016** : 2718-2725.
- Fahmi, A., dan Ramadhan, I. 2020. Analisis Sentiment Masyarakat Selama Bulan Ramadhan dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)*. **Vol. 1 No 2 Tahun 2020** : 608-617.
- 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 Tahun 2020** :173-180.
- Hartati, R. 2019. Peran Negara dalam Pelaksanaan Jaminan Produk Halal. *ADIL: Jurnal Hukum*. **Vol. 10 No 1 Tahun 2019**.
- Haryarta, G., Rakhmadi, F. A., dan Fajriati, I. 2021. Analisis Cilok Terkontaminasi Boraks Menggunakan Spektroskopi Fluoresensi Berbasis High Power UV-LED. *Sunan Kalijaga Journal of Physics*. **Vol. 3 No 1 Tahun 2021** : 28-35.
- Hasan, I. 2021. *Rela Menahan Bau Anyir Pekerja Pembuat Kerupuk Kulit Sapi di Depok*. Diakses 28 juli 2022 dari <https://merdeka.com/bau-anyir-pembuatan-kerupuk-kulit-sapi>.
- Herho, S. H. S. 2018. *Tutorial Pemrograman Python 2 untuk Pemula*. WCPL Press Bandung.
- Herlambang. 2019. *Deep Learning: Convolutional Neural Networks*. Diakses 1 Juli 2022 dari <https://www.megabagus.id/deep-learning-convolutional-neural-networks/7/>.
- Heryani. 2022. Mengenal pengujian daging. Diakses pada 30 September 2022 dari <https://halalmui.org/mengenal-pengujian-daging-2/>.
- Hidayatullah, P. 2017. *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata*. Penerbit Informatika.
- Indonesia, M. U. 2003. *Standarisasi Fatwa Halal*. Majelis Ulama Indonesia, Jakarta.

- Janna, N. M., dan Arsyam, M. 2021. *Makanan dan Minuman dalam Islam*.
- Jaya, T. P. 2021. *Begini 2 Modus Pedagang Babi Berkedok Daging Sapi Menipu Konsumennya*. Diakses 18 Maret 2022 dari <https://regional.kompas.com/begini-2-modus-pedagang-babi-berkedok-daging-sapi-menipu-konsumennya>.
- Jumadi, J., Yupianti, Sartika. D. 2021. Pengolahan Citra Digital untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering. *Jurnal Sains dan Teknologi*. **Vol.10 No 2 Tahun 2021** : 148-156.
- Karsito, K., dan Susanti, S. 2019. Klasifikasi Kelayakan Peserta Pengajuan Kredit Rumah dengan Algoritma Naïve Bayes di Perumahan Azzura Residencia. *Jurnal SIGMA*. **Vol.9 No 3 Maret 2019** : 43-48.
- Koswara, S. 2009. *Pengolahan Aneka Kerupuk*. eBook Pangan.
- Kusumanto, R. D., dan Tompunu, A. N. 2011. *Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB*. Semantik. **Vol.1 No 3 Tahun 2011**.
- Lay, I. H. L., Sabtu, B., dan Armadianto, H. 2021. Pengaruh Lama Perebusan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Kerupuk Kulit Babi. *Journal Of Tropical Animal Science and Technology*. **Vol. 3 No 1 Tahun 2021** : 10-20.
- 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*. 532-539.
- Lerrick, R. I. 2022. *Fotoluminesensi Organik: Sintesis, Desain, dan Aplikasinya*. UGM Press.
- Lina, Q. 2019. *Apa itu Convolutional Neural Network?*. Diakses 1 Juli 2022 dari <https://medium.com/apa-itu-convolutional-neural-network->.
- Lubis, A. M., dan Perangin–angin, B. 2016. Study of Observation Fluorescence with Domain Wavelength Based on Spectroscopy Fluorescence for Material Identification. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*. **Vol. 20 No 1 Tahun 2016**.
- Nadia, L. 2005. Nutrisi dan Beberapa Kriteria Halal Kerupuk Kulit Jangek. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*. **Vol. 6 No 2 Tahun 2005** : 100-107.
- Nadia, L. 2006. Kandungan Non Nutrisi Dan Bilangan Peroksida Kerupuk Kulit (Kerupuk Jangek). *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*. **Vol. 7 No 2 Tahun 2006** : 111-120.

- Nugroho, P. A., Fenriana, I., dan Arijanto, R. 2020. Implementasi *Deep Learning* Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Ekspresi Manusia. *Algor.* **Vol. 2 No 1 Tahun 2020** : 12-20.
- Pangestu, M. A., dan Bunyamin, H. 2018. Analisis Performa dan Pengembangan Sistem Deteksi Ras Anjing pada Gambar dengan Menggunakan Pre-Trained CNN Model. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi.* **Vol. 4 No 2 Tahun 2018** : 341-348.
- Pangestu, R. A., Rahmat, B., dan Anggraeny, F. T. 2020. Implementasi Algoritma CNN untuk Klasifikasi Citra Lahan dan Perhitungan Luas. *JIFOSI: Jurnal Informatika dan Sistem Informasi.* **Vol. 1 No 1 Tahun 2020** : 166-174.
- Peryanto, A., Yudhana, A., dan Umar, R. 2019. Rancang Bangun Klasifikasi Citra dengan Teknologi *Deep Learning* Berbasis Metode Convolutional Neural Network. *Format J. Ilm. Tek. Inform.* **Vol. 8 No 2 Tahun 2019** : 138.
- Pickett, S. dan McNamara, P. 2002. *Fluorescence Imaging: Principles and Methods.* USA: Amersham Biosciences.
- Platinum899. *Kerupuk Kulit isi 250gram.* Diakses pada 27 September 2022 dari <https://www.tokopedia.com/platium899/kerupuk-kulit-babi-isi-250gram>
- Pohan, P. S., dan Minarni, H. 2018. Aplikasi Metode Fluorescence Imaging pada Akar Berbasis Laser untuk Mendeteksi Tingkat Kekeringan pada Tanaman Kelapa Sawit. *In Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau.* **Vol. 3 Tahun 2018.**
- Prabhu. 2018. *Understanding of Convolutional Neural Network (CNN).* Diakses 26 September 2022 dari <https://medium.com/@RaghavPrabhu>.
- Pujoseno, J. 2018. *Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Alat Tulis.*
- Purnama, B. 2020. *3 Fungsi Aktivasi Favorit Neural Network.* Diakses 1 Juli 2022 dari <https://medium.com/fungsi-aktivasi-favorit-neural-network>.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital.* Andi Offset.
- Putra, K. B. V., Bayupati, I. P. A., dan Arsa, D. M. S. 2019. Klasifikasi Citra Daging Menggunakan *Deep Learning* dengan Optimisasi *Hard Voting.* *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi).* **Vol. 5 No 4 Tahun 2019** : 656-662.
- Rahmat. 2021. *Polisi Endus Peredaran Kerupuk Kulit Babi di Bengkulu Selatan.* Diakses 18 Maret 2022 dari <https://satujuang.com/polisi-endus-peredaran-kerupuk-kulit-babi-di-bengkulu-selatan/>.

- Rakhmadi, F. A., Karmanto, K., dan Martiwi, I. N. A. (2020). Rancang Bangun Instrumen Urine Analyzer System Berbasis Resistansi Bagi Analisis Gangguan Fungsi Ginjal. *Integrated Lab Journal*. **Vol. 2 No 1 Tahun 2020**.
- 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*. In *Fluorescence Imaging System Using High Power LED to Generate Oral Auto-fluorescence of Sprague dawley Rat*. *Journal of International Conference Science and Engineering (ICSE)*. **Vol. 1 Tahun 2017** : 183–187.
- Sabtu, B., Lay, I. H. L., & Armadianto, H. 2021. The Effect of Boiling Time Agint the Physical Properties, Chemical Properties, and Organoleptik of Pork Skin Crakers. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 3(1), 10-20.
- Sadoon, T. A., dan Ali, M. H. 2021. *Deep Learning* model for glioma, meningioma and pituitary classification. *Int J Adv Appl Sci ISSN, 2252(8814)*, 8814.
- Sari, F. 2017. Identifikasi Spesies Babi pada Produk Pangan Asal Hewan di Pasar Tradisional Povinsi Riau dengan Metode *Polymerase Chain Reaction*. *Jurnal Riau Biologia*. **Vol. 2 No 1 Tahun 2017** : 55.
- Sayekti, N. W. 2014. Jaminan Produk Halal dalam Perspektif Kelembagaan. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik*. **Vol. 5 No 2 Tahun 2014** : 193-209.
- Setiawan, F. 2020. *Kerupuk kulit babi*. Diakses pada 27 September 2022 dari <https://cookpad.com/id/resep/13537022-kerupuk-kulit-babi>.
- Suartika, E. P. I. W., Wijaya, A. Y., dan Soelaiman, R. 2016. Image Classification Using Convolutional Neural Network (CNN) on Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*. **Vol. 5 No 1 Tahun 2016**.
- Sucipto, Djatna, T., Tedja, T., dan Fauzi, A. M. 2013. Application of Electrical Properties to Differentiate Lard from Tallow and Palm Oil. *Media Peternakan*. **Vol. 36 No 1 Tahun 2013** : 32-32.
- Sucipto, S., Zahrok, I. A., dan Hendrawan, Y. 2018. Identifikasi Jenis Rambak Olahan Berbasis Analisis Citra dan Jaringan Saraf Tiruan. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*. **Vol. 4 No 2 Tahun 2018** : 90-98.
- Sulistiyan, R. S., Setiyawan, FX Arinto, Komarudin M. 2016. *Pengolahan Citra Dasar dan Contoh Penerapannya*. Teknosain. Yogyakarta.



- Supardi, Y., Yogi Syarief, S. T., dan Kom, M. 2020. *Tip Dan Trik Program Database Python*. Elex Media Komputindo.
- Tiofani, K. 2022. *5 Cara Olah Kulit Sapi Jadi Kerupuk Rambak Renyah dan Tidak Bantat*. Diakses 28 juli 2022 dari <https://asset.kompas.com/crops/.jpg>.
- Tiofani, K. 2022. *Penyebab Kasus Pemalsuan Produk Pangan dan Cara BPOM Mengatasinya*. Diakses 28 juli 2022 dari <https://www.kompas.com//penyebab-kasus-pemalsuan-produk-pangan-dan-cara-bpom-mengatasinya>.
- Undang-Undang Republik Indonesia. 2014. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal*.
- Winarno, F.G. 1992. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Gramedia. Jakarta
- Wu, Xindong, dan Kumar, Vipin. 2009. *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. Boca Raton: CRC Press.
- Wulandari, I., Yasin, H., dan Widiharih, T. 2020. Klasifikasi Citra Digital Bumbu Dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Gaussian*. **Vol. 9 No 3 Tahun 2020** : 273-282.
- Yanggo, H. T. 2013. Makanan dan Minuman dalam Perspektif Hukum Islam. *Tahkim*. **Vol. 9 No 2 Tahun 2013** : 1-21.
- Yanto, B., Fimawahib, L., Supriyanto, A., Hayadi, B. H., dan Pratama, R. R. 2021. Klasifikasi Tekstur Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Tingkat Kecerahan Warna dengan Metode *Deep Learning Convolutional Neural Network*. *INOVTEK Polbeng-Seri Informatika*. **Vol. 6 No 2 Tahun 2021** : 259-268.
- Zulaekah, S., dan Kusumawati, Y. 2005. *Halal dan Haram Makanan dalam Islam*.