

**DIFERENSIASI NILAI RGB CITRA KUAH
TERKONTAMINASI MINYAK BABI DAN MINYAK
AYAM MENGGUNAKAN *HIGH POWER UV-LED*
FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM
TERKOMBINASI MACHINE LEARNING
BERALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Disusun oleh :

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
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-1839/Un.02//PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : Diferensiasi Nilai RGB Citra Kuah Terkontaminasi Minyak Babi dan Minyak Ayam Menggunakan High Power UV-LED Fluorescence Imaging System Terkombinasi Machine Learning Beralgoritma K-Nearest Neighbor

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FRIESCA AYAZYA NUR FAIDZA
Nomor Induk Mahasiswa : 18106020042
Telah diujikan pada : Senin, 15 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: 63036e64d1f3a



Penguji I

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

Valid ID: 630385248d139



Penguji II

Nia Maharani Raharja, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 63036af3d35479

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 63044090588a



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Friesca Ayazya Nur Faidza

NIM : 18106020042

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Diferensiasi Nilai RGB Citra Kuah Terkontaminasi Minyak Babi dan Minyak Ayam Menggunakan *High Power UV-LED Fluorescence Imaging System* Terkombinasi *Machine Learning* Beralgoritma K-Nearest Neighbor” 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.

**SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

Yogyakarta, 2 Agustus 2022

Penulis



Friesca Ayazya Nur Faidza
18106020042



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 : Friesca Ayazya Nur Faidza
NIM : 18106020042
Judul Skripsi : DIFERENSIASI NILAI RGB CITRA KUAH TERKONTAMINASI MINYAK BABI DAN MINYAK AYAM MENGGUNAKAN HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM TERKOMBINASI MACHINE LEARNING BERALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR

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

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 2 Agustus 2022

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, S.Si, M.Sc

NIP. 19780510 200501 1 003

HALAMAN MOTTO

Jalanilah kehidupan di dunia ini tanpa membiarkan dunia hidup di dalam dirimu, karena ketika perahu berada di atas air, ia mampu berlayar dengan sempurna, tetapi ketika air masuk ke dalamnya, perahu itu tenggelam.

Ali bin Abi Thalib

Salah satu bentuk kesempurnaan nikmat Allah bagi para hamba yang beriman adalah Dia turunkan kesulitan dan bahaya terhadap mereka serta hal-hal yang mendorong mereka meng-esakan-Nya.

Ibnu Taimiyah

Even tough tulips don't bloom like roses, they are still special for those who love them



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah hirobbil alamin

Dengan mengucap segala rasa syukur

Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada

Allah Swt dan Nabi Muhammad SAW

Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta.

Ibu Nurul Janati, ayah Sunardi dan adik Duwi Nur Aziza.

Seluruh penikmat ilmu pengetahuan



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

*Alhamdulillahi rabbil 'aalamiin, segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, hidayah, inayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesikan skripsi dengan judul "**DIFERENSIASI NILAI RGB CITRA KUAH TERKONTAMINASI MINYAK BABI DAN MINYAK AYAM MENGGUNAKAN HIGH POWER UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM TERKOMBINASI MACHINE LEARNING BERALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR**" dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW., semoga kita mendapatkan syafaatnya di yaumulqiyamah aamiin.*

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk komitmen dan kewajiban peneliti sebagai mahasiswa Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta guna memenuhi salah satu syarat kelulusan serta mendapatkan gelar sarjana. Peneliti berharap karya sederhana dalam bentuk tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak-pihak terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan serta pelaksanaan skripsi ini peneliti mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu yang selalu berdo'a serta memberi semangat untuk kelancaran penulisan skripsi.

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.
5. Ibu Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing, mengarahkan serta memantau progres pendidikan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan banyak waktu, selalu sabar dalam membimbing, memberikan nasihat serta motivasi kepada peneliti.
7. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si selaku dosen pendukung yang senantiasa membimbing peneliti dalam proses penelitian.
8. Seluruh Dosen Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmunya.
9. Mbah buk Siti Marfu'ah, Mas Zainal Abidin, Mbak Ina Kusumawati, dan Adik Duwi Nur Aziza yang selalu memberikan semangat, motivasi serta doa-doanya kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Teman keluh kesah, Ulung Markho Mayzebe yang setiap hari selalu setia membantu dengan ikhlas dan sabar.
11. Teman-teman seperjuangan dalam penelitian; Meta, Rai dan Rini.

12. Teman-teman rumpi dan *push tea* yang telah menemani sepanjang masa studi, teman belajar sekaligus teman *healing*, semoga impian dan cita-cita kita tercapai.
13. Teman-teman Program Studi Fisika angkatan 2018 UIN Sunan Kalijaga.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang turut memberi semangat dan doa hingga laporan ini dapat terselesaikan.
15. *Last but not least I wanna thank me, I wanna thank me for believeing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than receive. I wanna thank me for trying do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat kekurangan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses penulisan. Penulis berharap dengan dilakukannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memajukan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang sains dan teknologi. Aamiin.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, 3 Agustus 2022

Penulis

**DIFERENSIASI NILAI RGB CITRA KUAH TERKONTAMINASI
MINYAK BABI DAN MINYAK AYAM MENGGUNAKAN *HIGH POWER*
UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM TERKOMBINASI
MACHINE LEARNING BERALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR**

Friesca Ayazya Nur Faidza

18106020042

INTISARI

Di Indonesia, ditemukan oknum yang melakukan kecurangan, yakni mencampurkan minyak babi pada makanan, salah satunya pada kuah. Kuah yang terkontaminasi minyak babi sangat sulit dibedakan dengan kuah halal lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mendiferensiasi nilai RGB pada citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *machine learning*. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu pembuatan sampel, pengambilan data dan pengolahan data. Pada pembuatan sampel, disiapkan 10 sampel kuah terkontaminasi minyak babi dan 10 sampel kuah terkontaminasi minyak ayam. Pengambilan data dilakukan dengan mendeteksi sampel kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* sehingga didapatkan 100 data nilai RGB kuah terkontaminasi minyak babi dan 100 data nilai RGB kuah terkontaminasi minyak ayam. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software* RapidMiner dengan algortima K-NN. Hasil penelitian membuktikan bahwa kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam berhasil dideteksi menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* dan didiferensiasi menggunakan *machine learning* beralgoritma K-NN dengan nilai akurasi, presisi dan recall sebesar 100 %, serta nilai AUC 1,0.

KATA KUNCI : diferensiasi, *high power UV-LED fluorescence imaging system* , minyak babi, minyak ayam, nilai RGB

**DIFERENSIASI NILAI RGB CITRA KUAH TERKONTAMINASI
MINYAK BABI DAN MINYAK AYAM MENGGUNAKAN HIGH POWER
UV-LED FLUORESCENCE IMAGING SYSTEM TERKOMBINASI
MACHINE LEARNING BERALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR**

Friesca Ayazya Nur Faidza

18106020042

ABSTRACT

In Indonesia, it's been discovered people made the mistake of mixed lard in the food, one of the food is a broth. Lard-contaminated broth was very difficult to be differentiated from other halal broth. This research aimd to detect and differentiate RGB values in the image of lard and chicken oil-contaminated broth using machine learning. This research was conducted in three stages, that were samples making, data collection, and data processing. In the samples making, it obtained 10 samples of lard-contaminated broth and 10 samples of chicken oil-contaminated broth. In addition, data collection was carried out by detecting lard and chicken oil-contaminated broth using high power UV-LED fluorescence imaging system, so that 100 data were obtained from broth RGB's values of lard and 100 broth RGB's values of chicken oil. Data processing was done using RapidMiner software with the K-NN algorithm. The results showed that lard and chicken oil contaminated broth was succesfully detected using a high power UV-LED fluorescence imaging system and differentiated using machine learning with the K-NN algorithm with accuracy, precision and recall values of 100 %, also an AUC value of 1,0.

Keyword: *differentiate, high power UV-LED fluorescence imaging system, lard, chicken oil, RGB's values*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
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.....	16
2.2.1 Minyak Babi.....	16
2.2.2 Minyak Ayam	17
2.2.3 Citra Digital	18
2.2.4 Fluoresensi	22
2.2.5 High Power UV-LED Fluorescence Imaging System	24
2.2.6 <i>Machine Learning</i>	26
2.2.7 RapidMiner	29
2.2.8 Metode Bootstrap	31
2.2.9 K-NN.....	33
2.2.10 Akurasi.....	35
2.2.11 Presisi dan <i>Recall</i>	36
2.2.12 AUC (<i>Area Under ROC Curve</i>).....	37
2.2.13 Wawasan Islam Tentang Makanan Halal	39
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	42
3.1.1 Waktu Penelitian	42
3.1.2 Tempat Penelitian	42
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	43

3.3 Prosedur Penelitian	45
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan	45
3.3.2 Pengambilan Data	47
3.3.3 Pengolahan Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Hasil	57
4.1.1 Deteksi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam	57
4.1.2 Diferensiasi nilai RGB citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam.....	58
4.2 Pembahasan.....	60
4.2.1 Deteksi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam.....	60
4.2.2 Diferensiasi nilai RGB citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam.....	63
4.2.3 Integrasi Interkoneksi.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	75



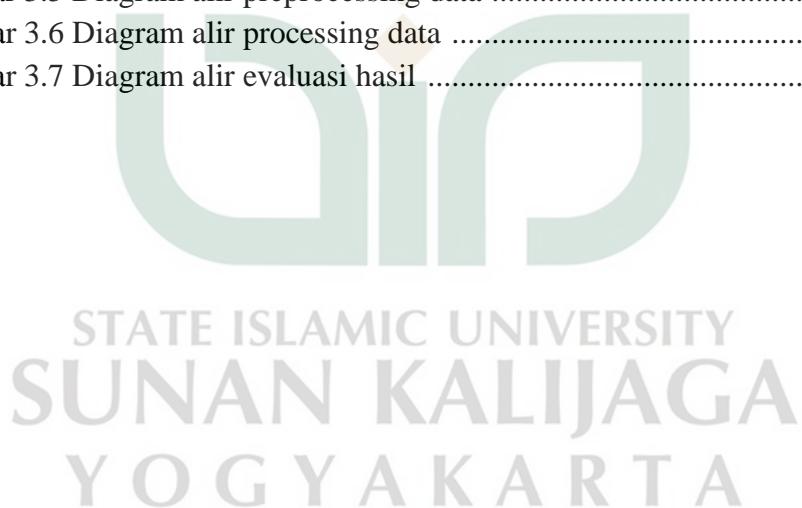
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian yang relevan	14
Tabel 2.2 Kandungan minyak ayam.....	18
Tabel 2.3 Matrik confusion untuk klasifikasi 2 kelas	36
Tabel 2.4 Klasifikasi pengujian diagnostik	38
Tabel 3.1 Alur waktu penelitian	42
Tabel 3.1 Alur waktu penelitian	42
Tabel 3.2 Peralatan untuk mendeteksi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam	43
Tabel 3.3 Peralatan untuk membuat sampel	43
Tabel 3.4 Peralatan untuk mendiferensiasi kuat terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam	44
Tabel 3.5 Bahan-bahan untuk mendeteksi kuah terkontaminasi minyak ayam dan minyak babi	44
Tabel 3.6 Bahan-bahan untuk mendiferensiasi minyak babi dan minyak ayam .	45
Tabel 3.7 Data nilai RGB minyak ayam dan minyak babi	49
Tabel 3.9 Matrik confusion untuk klasifikasi dua kelas	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra digital	19
Gambar 2.2 Representasi citra digital pada komputer	20
Gambar 2.3 Perbedaan letak titik asal koordinat citra dengan koordinat kartesian	20
Gambar 2.4 Citra RGB	21
Gambar 2.5 Skala keabuan	21
Gambar 2.6 Citra biner	22
Gambar 2.7 Diagram jablonski 1 Eksitasi; 2 Relaksasi Vibrasional; 3 Emisi	23
Gambar 2.8 Jenis-jenis machine learning	27
Gambar 2.9 Kurva ROC	38
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan sampel	46
Gambar 3.2 Diagram alir pengambilan data	48
Gambar 3.3 Antarmuka software UV fluorescence spectro imaging	48
Gambar 3.4 Diagram alir pengolahan data	50
Gambar 3.5 Diagram alir preprocessing data	51
Gambar 3.6 Diagram alir processing data	52
Gambar 3.7 Diagram alir evaluasi hasil	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	75
Lampiran 2	78
Lampiran 3	78
Lampiran 4	79
Lampiran 5	80
Lampiran 6	81
Lampiran 7	82
Lampiran 8	84
Lampiran 9	86

DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

Gambar 1 Peralatan untuk mendeteksi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam	75
Gambar 2 Antarmuka software UV spectro imaging	75
Gambar 3 Peralatan untuk membuat sampel	76
Gambar 4 Peralatan untuk mendiferensiasi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam	76
Gambar 5 Antarmuka software RapidMiner	77
Gambar 6 Bahan untuk membuat sampel	77
Gambar 7 Proses pembuatan sampel	78
Gambar 8 Proses pengambilan data	78
Gambar 9 Imputasi data excel pada software RapidMiner	81
Gambar 10 Imputasi bootstrap pada software RapidMiner	81
Gambar 11 Imputasi data baru pada software RapidMiner	84
Gambar 12 Imputasi multyply dan validation	84
Gambar 13 Imputasi K-NN	85
Gambar 14 Imputasi apply mode dan performance	85

DAFTAR LAMPIRAN TABEL

Tabel 1 Data nilai RGB kuah terkontaminasi minyak ayam.....	79
Tabel 2 Data nilai RGB kuah terkontaminasi minyak babi	80
Tabel 3 Data baru setelah dilakukan imputasi bootstrap	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan mayoritas penduduk beragama Islam. Berdasarkan data Kementerian Dalam Negeri pada bulan Desember 2021, masyarakat yang memeluk agama Islam di Indonesia berjumlah 237,53 juta jiwa, yang artinya 86,9% penduduk Indonesia adalah muslim. Dalam Islam, Allah SWT telah memerintahkan umat muslim agar mengonsumsi makanan halal dan *thayyib* (Setiawan, 2020). Oleh karenanya jaminan produk halal pada makanan sangat penting dan harus mendapatkan perhatian khusus dari pemerintah (Arifin dkk, 2020).

Dalam al-Qur'an perintah mengkonsumsi makanan halal dan haram telah dimuat pada surat al-Baqarah [2] ayat 168 yang berbunyi :

يَأَيُّهَا النَّاسُ كُلُّوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوطَ الشَّيْطَنِ إِنَّهُ لَكُمْ عَذُولٌ مُّبِينٌ

Artinya : "Wahai manusia, Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu" (Departemen Agama RI, 2019)

Menurut Samsuddin (2020), dalam ayat tersebut seruan kehalalan makanan ditujukan untuk seluruh manusia, akan tetapi tidak semua makanan halal adalah *thayyib*, yang artinya ada makanan yang halal dan baik untuk seseorang dengan kondisi tertentu, ada pula yang kurang baik untuknya dan ada yang baik namun tidak bergizi sehingga menjadi kurang baik. Oleh karena itu makanan halal dan *thayyib* sangat dianjurkan untuk dikonsumsi.

Selain memerintahkan mengonsumsi makanan halal dan *thayyib*, Islam juga melarang umatnya untuk mengonsumsi makanan yang haram. Secara etimologis haram artinya sesuatu yang dilarang untuk menggunakannya, dalam istilah hukum Islam haram dapat dilihat dari dua segi, pertama, batasan dan esensinya, kedua, bentuk dan sifat (Sucipto, 2012). Salah satu yang diharamkan dalam Islam yaitu makanan. larangan untuk mengkonsumsi makanan haram dimuat pada surat al-Maidah [5] ayat 3 yang berbunyi :

حُرِّمَتْ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةُ وَالدَّمُ وَلَحْمُ الْخِنْزِيرِ وَمَا أَهْلَ لِغَيْرِ اللَّهِ بِهِ وَالْمُنْخَنِقَةُ وَالْمَوْقُوذَةُ
 وَالْمُنَّارَدَيَّةُ وَالنَّطِيحَةُ وَمَا أَكَلَ السَّيْعُ إِلَّا مَا دَكَيْتُمْ وَمَا دُبِّحَ عَلَى النُّصُبِ وَأَنْ تَسْقِسْمُوا
 بِالْأَرْلَامَ ذَلِكُمْ فِسْقُ الْيَوْمِ يَبِسُ الَّذِينَ كَفَرُوا مِنْ دِيْنِكُمْ فَلَا تَحْشُوْهُمْ وَاحْشُوْنَ الْيَوْمَ
 أَكْمَلْتُ لَكُمْ دِيْنُكُمْ وَأَتَمَّتُ عَلَيْكُمْ نِعْمَتِي وَرَضِيْتُ لَكُمُ الْإِسْلَامَ دِيْنًا فَمَنْ اضْطَرَّ فِي
 مَحْمَصَةٍ غَيْرَ مُتَجَانِفٍ لِإِلَّمْ فَلَمَّا اللَّهُ غَفُورٌ رَّحِيمٌ

Artinya : “Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah, yang tercezik, yang terpukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu menyembelihnya, dan (diharamkan bagimu) yang disembelih untuk berhala. Dan (diharamkan juga) mengundi nasib dengan anak panah, (mengundi nasib dengan anak panah itu) adalah kefasikan. Pada hari ini orang-orang kafir telah putus asa untuk (mengalahkan) agamamu, sebab itu janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Pada hari ini telah Kusempurnakan untuk kamu agamamu, dan telah Ku-cukupkan kepadamu nikmat-Ku, dan telah Ku-ridhai Islam itu jadi agama bagimu. Maka barangsiapa terpaksa karena kelaparan tanpa sengaja berbuat dosa, sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang (Departemen Agama RI, 2019)

Menurut Anshori (2020), ayat tersebut menjelaskan mengenai larangan Allah Swt untuk memakan makanan yang haram, salah satunya babi. Penyebutan ini mencakup semua bagian dari babi yaitu daging, darah, tulang, dan semua yang ada

pada babi. Seperti yang telah dijelaskan dalam surat al-Maidah ayat 3, bahwa mengonsumsi makanan haram dapat menimbulkan efek samping dari segi kesehatan dan spiritual. Dari segi kesehatan mengkonsumsi makanan haram dapat membahayakan tubuh dan mengganggu akal pikiran. (Zamakhsyari, 2018). Sedangkan dari segi spiritual mengonsumsi makanan haram dapat menurunkan rasa keimanan dalam diri, enggan untuk menerima kebenaran, dan tidak diterimanya amalan selama 40 hari (Kusuma, 2021). Oleh karena itu Islam melalui al-Quran melarang umatnya untuk mengkonsumsi makanan haram dan memerintahkan untuk mengkonsumsi makanan halal.

Majelis Ulama Indonesia (MUI) mengeluarkan beberapa fatwa berdasarkan perintah dalam al-Quran salah satunya yaitu mengenai standarisasi produk halal, fatwa tersebut termuat dalam surat keputusan MUI Nomor 4 Tahun 2003. Dalam hal ini Dewan Perwakilan Rakyat juga mengeluarkan undang-undang nomor 33 tahun 2014 tentang jaminan produk halal. Sebagai penerapan undang-undang tersebut pemerintah mengeluarkan Peraturan (PP) nomor 39 tahun 2021 yaitu tentang penyelenggaraan bidang jaminan produk halal.

Namun faktanya, di Indonesia ditemukan oknum yang melakukan kecurangan dengan mencampurkan minyak babi pada makanan salah satunya kuah. Seperti yang telah dilaporkan oleh Adji (2022) bahwa ditemukan warung bakso berlabel halal namun terdapat kandungan babi pada kuahnya. Menurut Wongso (2017), kandungan minyak babi memberikan aroma yang wangi dan dapat melembutkan tekstur makanan. Kuah yang terkontaminasi minyak babi sulit

dibedakan dengan kuah lainnya. Oleh karena itu diperlukan teknologi untuk membantu mendeteksi makanan halal.

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi minyak babi yaitu *Real-time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)*. *RT-PCR* telah banyak dimanfaatkan untuk menganalisis sampel biologis salah satunya digunakan untuk mengamplifikasi molekul DNA (Ma dkk, 2006). *RT-PCR* memiliki sensitivitas yang cukup tinggi (Bai dkk, 2019), oleh karena itu dalam beberapa tahun ini *RT-PCR* dikembangkan untuk uji kehalalan pangan (Rahmania dkk, 2021).

Akan tetapi pendekslan menggunakan *RT-PCR* untuk mengamplifikasi molekul DNA pada kuah yang terkontaminasi minyak babi harus didampingi tenaga profesional yang membutuhkan biaya cukup besar (Bai, 2019). Berdasarkan uraian di atas biaya yang dibutuhkan dalam analisis menggunakan *RT-PCR* cukup memberatkan bagi beberapa pihak. Oleh karena itu diperlukan pengembangan teknologi yang lebih terjangkau. Salah satu alat deteksi yang dapat digunakan untuk mendeteksi kuah yang terkontaminasi minyak babi yaitu *high power UV-LED fluorescence imaging system* yang dikembangkan oleh Rakhmadi dkk pada tahun 2020 di laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

High power UV-LED fluorescence imaging system tersebut terdiri dari tiga bagian yaitu case, sistem perekam citra dan sumber eksitasi. Pada tahun 2020, sistem tersebut telah digunakan oleh Baraya untuk uji presisi pada larutan detergen cair. Pada tahun yang sama, Rahmaningrum dkk menggunakan alat tersebut untuk

mendeteksi tahu yang terkontaminasi formalin. Pada tahun 2021, alat tersebut juga digunakan oleh Haryarta dkk untuk menganalisis cilok terkontaminasi borak. Pada tahun yang sama alat tersebut juga digunakan oleh Hidayatulloh untuk menganalisis mie basah yang terkontaminasi boraks.

Penggunaan minyak sebagai sampel telah digunakan dalam beberapa penelitian. Pada tahun 2020, Muthmainnah dkk menganalisis kandungan minyak babi pada minyak kanola melalui klasifikasi pola menggunakan hidung elektronik (*E-nose*) berbasis *linear diskriminan analysis* (LDA). Pada tahun 2021, Asda melakukan perbandingan efek pemberian minyak ayam, minyak kelapa, dan minyak sawit terhadap profil lipid dan gambaran histologi liver pada tikus wistar (*rattus norvegicus*) jantan. Pada tahun 2021, Nurzakiyah juga menganalisis kontaminan minyak babi pada krim pelembab wajah yang mengandung minyak zaitun menggunakan FTIR (*fourier transform infrared spectroscopy*).

Keberhasilan penelitian menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* dan keberhasilan penelitian menggunakan minyak sebagai sampel, menginspirasi peneliti untuk menerapkan *high power UV-LED fluorescence imaging system* sebagai alat pendekripsi dan menggunakan kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam sebagai sampel. Alat tersebut akan dikombinasikan dengan *machine learning* beralgoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk mendiferensiasi nilai RGB citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam.

Karena kelebihannya yang sederhana dan efektif, algoritma K-NN telah banyak digunakan pada permasalahan klasifikasi (Setiawan dkk, 2015). Algoritma ini digunakan untuk mengklasifikasi sebuah objek berdasarkan data mayoritas dari kategori data terdekat. Metode ini diklaim sebagai metode terbaik untuk mengklasifikasi data (Muhammadiyah dkk, 2021), sehingga diharapkan mampu menyelesaikan persoalan diferensiasi hasil citra kuah yang terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam.

Algoritma K-NN juga banyak diaplikasikan untuk mengklasifikasi sebuah data. Pada tahun 2019, Wijaya, dkk. menggunakan K-NN untuk membuat sistem klasifikasi guna mengetahui tingkat kemurnian bahan bakar minyak. Pada tahun yang sama, Satriyawan, dkk. menggunakan K-NN untuk mengklasifikasi tahu yang terkontaminasi dengan formalin. Pada tahun 2020, Faruk, dkk. menggunakan K-NN untuk mengklasifikasi jenis kanker kulit berdasarkan fitur tekstur dan warna citra. Pada tahun 2021, Yana, dkk. menggunakan K-NN dan SVM (*Support Vector Machine*) untuk mengklasifikasikan citra pisang secara berturut-turut dari fitur warna, tekstur, dan bentuk, dengan hasil uji coba 41,67%, 33,3%, dan 8,3% untuk algoritma SVM, 55,95%, 58,33% dan 45,24% untuk algoritma K-NN.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana mendeteksi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system*?.
2. Bagaimana mendiferensiasi nilai RGB citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* terkombinasi *machine learning* beralgoritma K-NN (*K-Nearest Neighbor*)?.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mendeteksi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* UIN Sunan Kalijaga generasi kedua.
2. Mendiferensiasi nilai RGB citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *machine learning* dengan algoritma K-NN (*K-Nearest Neighbor*).

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini sesuai dengan tujuan maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Variasi sampel kontaminan minyak babi dan minyak ayam yang digunakan adalah 0,5 gram sampai dengan 5 gram dengan interval 0,5 gram.
2. *High power UV-LED fluorescence imaging system* yang digunakan ialah generasi kedua.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika deteksi dan diferensiasi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* yang terkombinasi *machine learning* dengan algoritma KNN berhasil dilakukan, maka dapat membantu pemerintah untuk melaksanakan UU No.33 tahun 2014 mengenai jaminan produk halal. Serta dapat membantu merealisasikan penyelenggaraan bidang jaminan produk halal yang telah tertuang pada PP no 39 tahun 2021.

Jika para penjual makanan tidak melakukan kecurangan dan mematuhi peraturan dari pemerintah, maka kepercayaan umat Islam terhadap jaminan kehalalan pangan akan meningkat. Jika kepercayaan umat Islam meningkat, maka pembelian juga akan meningkat. Jika pembelian meningkat, maka pendapatan para pedagang juga akan meningkat. Hal ini dikarenakan mayoritas penduduk di Indonesia adalah beragama Islam, sebagai upaya perlindungan konsumen muslim yang ada di Indonesia oleh karenanya jaminan kehalalan pangan menjadi sangat penting.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, maka diperoleh dua kesimpulan. Kedua kesimpulan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam telah berhasil dideteksi menggunakan *high power UV-LED fluorescence imaging system* UIN Sunan Kalijaga generasi kedua.
2. Nilai RGB citra kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam telah berhasil didiferensiasi menggunakan *machine learning* beralgoritma K-NN. Nilai akurasi sebesar 100 %, presisi dan recall sebesar 100 %, serta nilai AUC 1,0.

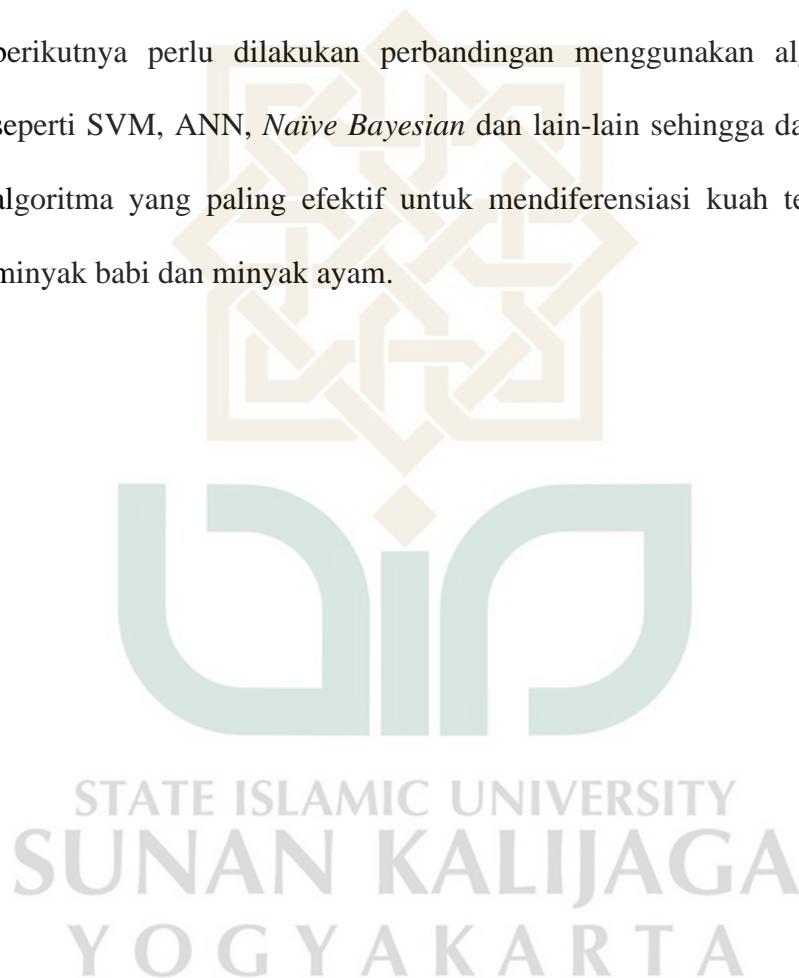
5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa hal yang perlu dikembangkan sebagai penyempurnaan penelitian-penelitian berikutnya. Saran untuk pengembangan penelitian berikutnya sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan sampel dari satu sumber yang sama, yakni dengan membuat sampel secara sederhana dari pembelian minyak babi dan minyak ayam melalui *e-commerce*. Oleh karenanya, pada penelitian berikutnya perlu

menggunakan sampel kuah langsung dari para pedagang untuk meningkatkan validitas penelitian.

2. Penelitian ini hanya menggunakan algoritma K-NN dan tidak melakukan perbandingan dengan algoritma lain. Oleh karenanya, pada penelitian berikutnya perlu dilakukan perbandingan menggunakan algoritma lain, seperti SVM, ANN, *Naïve Bayesian* dan lain-lain sehingga dapat diketahui algoritma yang paling efektif untuk mendiferensiasi kuah terkontaminasi minyak babi dan minyak ayam.



DAFTAR PUSTAKA

- Aminullah, A., Mardilah, Riandi, R. M., dan Argani, P. A. 2018. Kandungan Total Lipid Lemak Ayam dan Babi Berdasarkan Perbedaan Jenis Metode Ekstraksi Lemak. *Jurnal Agroindustri Halal*, **Vol.4 No.1 April 2018** : 094–100.
- Andreanus, J., dan Kurniawan, A. 2018. Sejarah, Teori Dasar dan Penerapan Reinforcement Learning : Sebuah Tinjauan Pustaka. *Jurnal Telematika*, **Vol.12 No.2** : 113–118.
- Anshori, M. 2020. Makanan Haram Dan Pengaruhnya Dalam Kehidupan (Kajian Tafsir Ahkam Surat Al-Māidah Ayat 3-5). *Islamitsch Familierecht Journal*, **Vol.1 No.1 Desember 2020** : 66–90.
- Aprilla, D. 2013. Belajar Data Mining dengan RapidMiner. In *Innovation and Knowledge Management in Business Globalization: Theory & Practice*, **Vol. 5 No.4**.
- Arifin dan Budiman. 2012. Edge Detection Menggunakan Metode Robert Detection. *STMIK Mikroskil*, 112.
- Arifin, R. 2020. Legal Analysis of Halal Product Guarantee for Development of Small and Medium Enterprises (SMEs) Business in Indonesia. *Jurnal Hukum Islam*, **Vol.18 No.1 Juni 2020** : 121.
- Arifin, T. 2016. Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Citra Sel Pap Smear Menggunakan Analisis Tekstur Nukleus. *Jurnal Informatika*, **Vol.2 No.1** : 287–295.
- Arslan, H., dan Arslan, H. 2021. A new COVID-19 detection method from human genome sequences using CpG island features and KNN classifier. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, **Vol.24 No.4** : 839–847.
- Asda, A. A. 2021. *Perbandingan Efek Pemberian Minyak Ayam, Minyak Kelapa, dan Minyak Sawit Terhadap Profil LIPID dan Gambaran Histologi Liver Pada Tikus Wistar (Ratus Norvegicus) Jantan*. (Tesis), Program Studi Ilmu Biomedik, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Atul. 2019. *Whats is Machine Learning? Machine Learning For Beginners*. Diakses 3 Mei 2022 dari <https://www.edureka.co/blog/what-is-machine-learning/>.
- Ayu, I. A. A., Adji, S. A., Isran, M., dan Hamid, S. 2018. Pengaruh Nilai K Pada Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) Terhadap Tingkat Akurasi Identifikasi Kerusakan Jalan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, **Vol.7 No.2 September 2018** : 63-70
- Azhari, M., Situmorang, Z., dan Rosnelly, R. 2021. Perbandingan Akurasi, Recall, dan Presisi Klasifikasi pada Algoritma C4.5, Random Forest, SVM dan Naive Bayes. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, **Vol.5 No.2** : 640.
- Bachu, S. J. 2021. Character Recognition using KNN Algorithm. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, **Vol.10 No.4** : 714–718.
- Bai, H. dan Zhang. X. 2019. A Comparation of PCR vs Immunoassay vs Crispr-Based test. Diakses pada 3 Maret 2022 dari <https://www.researchgate.net/>

publication/340084377.

- Baraya, A. F. 2020. *Uji Presisi Fluorescence Imaging System Berbasi High Power UV-LED Generasi 1 Pada Sampel Larutan Ditergen Cair.* (Tugas Akhir), Jurusan Fisika, SAINTEK, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta
- Belitz, H. D., Grosch, W., dan Schieberle, P. 2009. *Food Chemistry.* Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Cholissodin, I. dan Soebroto, A. A. 2020. *AI , Machine Learning dan Deep Learning (Teori & Implementasi).* Filkom, Universitas Brawijaya, Malang.
- Santoso, P., Abijono, H., dan Anggreini, N. L. 2021. Algoritma Supervised Learning Dan Unsupervised Learning Dalam Pengolahan Data. *Jurnal Teknologi Terapan: G-Tech, Vol.4 No.2 April 2021* : 315–318.
- Sebastian, D. 2019. Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Melakukan Klasifikasi Produk dari beberapa E-marketplace. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi, Vol.5 No.1.*
- Daqiqil, I. 2021. *Machine Learning: Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python.* UR PRESS. Riau
- Gonzalez, R. C. dan Woods, R. E. 2008. Digital Image Processing. In *Digital Image Processing: Vol. 3rd Edition (Issue 3).*
- Gunstone, F. 2008. Oils and Fats in the Food Industry. In *Clinical Nutrition Vol. 24, Issue 6.*
- Hamid, A. S. A. 2017. Penggunaan Pengolahan Citra Digital dengan Algoritma Edge Detection dalam Mengidentifikasi Kerusakan Kontur Jalan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan V, June* : 149–154.
- Haryarta, G., Rakhmadi, F. A., dan Fajriati, I. 2021. Analisis Cilok Terkontaminasi Boraks Menggunakan Sistem Spektroskopi Fluoresensi. *Sunan Kalijaga Journal of Physics Vol.3 No.1 Mei 2021* : 28–35.
- Hermanto, S., Muawanah, A., dan Harahap, R. 2008. Profil dan Karakteristik Lemak Hewani (Ayam, Sapi dan Babi) Hasil Analisa FTIR dan GCMS. *Jurnal Kimia VALENSI, Vol.1 No.3* : 102–109.
- Hidayatulloh, A. F. 2021. *Analisis Mi Basah Terkontaminasi Boraks Menggunakan Sistem Spektroskopi Fluorescence Berbasis High Power UV-LED Sunan Kalijaga Generasi Pertama.* (Tugas Akhir), Jurusan Fisika, SAINTEK, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Roihan, J., A., Abas Sunarya, P., dan Rafika, A. S. 2019. Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology), Vol.5 No.1* : 75–82.
- Hornung, M. 2018. *Implementation of Annual Performance Test (APT) - A Reliability-Centered Maintenance (RCM) Adaption.* Hochschule Bremen.
- 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,* 259, 532–539.
- Lestari, M. 2014. Penerapan Algoritma Klasifikasi Nearest Neighbor (K-NN) untuk

- Mendeteksi Penyakit Jantung. *Faktor Exacta*, **Vol.7 September 2010** : 366–371.
- Liu, G. R. 2022. Practical Machine Learning with Python. In *Machine Learning with Python*.
- Ma, H., Shich, K. J., Chen, G., Qiao, X. T., dan Mei-Chuang, Y. 2006. Application of Real-time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR). *The Journal of American Science*, **Vol.2 No.3** : 1–15.
- Marlis, R. R. dan Yunita, F. 2021. Sistem Prediksi Kualitas Kopra Putih Menggunakan k - Nearest Neighbor (K-NN). *Jurnal Sistem Informasi : SISTEMASI*, **Vol 10 No.2 Mei 2021** : 290-299 .
- Muhajirin, A. 2021. Tampilan Klasifikasi Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Memprediksi Barang Pada PT Enesis Group.pdf. *Journal of Information and Information Security*, **Vol 2 No 2**.
- Muthmainnah., Tazi, I., Suyono., Ainur, A., Falah, Fajrul., dan Sinda, A. S. 2020. Analisis Kandungan Minyak Babi Pada Minyak Kanola Melalui Klasifikasi Pola Hidung Elektronik (E-Nose) Berbasis Linear Diskriminan Analysis (LDA). *Jurnal FIsika Flux*, **Vol.17 No.1 Februari 2020** : 14-19
- Nurzakiyah. 2021. *Analisis Kandungan Minyak Babi Pada Krim Pelembab Wajah yang Mengandung Minyak Zaitun Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR (fourier trasnform infrared spectroscopy)*. (Tugas Akhir), Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Alaudin Makassar.
- Ombimba, L. S. 2007. *Laser induced chlorophyll fluorescence of plant material*. December, 1–77.
- Prabowo, D. A., Abdullah, D., dan Manik, A. 2018. Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Colour Object Tracking. *Jurnal Pseudocode*, **Vol.5 No.2 September 2018** : 85–91.
- Prasetio, A. 2021. *Citra Digital Dan Algoritma Penerapannya*. Pena Persada, Banyumas
- Rahmadani, G. 2020. Halal Dan Haram Dalam Islam. *Angewandte Chemie International Edition*, **Vol.6 No.11**: 951–952.
- Rahmania, Y. L., Agustini, T. W., dan Suzery, M. 2021. Pengukuran Kandungan Dna Babi Dalam Berbagai Produk Pangan Dengan Metode Real Time-Polymerase Chain Reaction (Rt-Pcr). *Indonesian Journal of Halal*, **Vol.3 No.2** : 129–133.
- Rahmaningrum, N., Rakhmadi, F. A., dan Fajriati, I. 2020. Analisis Tahu Terkontaminasi Formalin Menggunakan Sistem Spektroskopi Fluoresensi Berbasis High Power Uv-Led. *Sunan Kalijaga Journal of Physics*, **Vol.2 No.1** : 29–33.
- Rakhmadi, F. A., Widayanti, dan Rifai, R. 2020. Design of First Generation of Sunan Kalijaga's High Power UV-LED Fluorescence Spectroscopy System. *Proceedings of the International Conference on Science and Engineering Vol.3 April 2020* : 17–19.
- 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.
- Ramjiawan, B., Jackson, M., dan Mantsch, H. 2000. Fluorescence Imaging Principles and method. In *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Amersham Biotech.
- Retno, Y. W. U. 2011. K-Means Clustering Untuk Pengenalan Buah Berdasarkan Karakteristik Warna Citra . *Jurnal Ilmiah STIMK Sinar Nusantara Surakarta(SINUS)*, Vol.9 : 11-20
- Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Deepublish. Sleman.
- Rohpandi, D., Sugiharto, A., dan Jati, M. Y. S. 2018. Klasifikasi Citra Digital Berbasis Ekstraksi Ciri Berdasarkan Tekstur Menggunakan GLCM Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor. *Jurnal Informatika*, Vol.7 No.2 : 79–86.
- Saputra, D. D., Fitriyah. H., dan Setiawan. E. 2019. Sistem Klasifikasi Bakso yang Mengandung Boraks dengan Sensor Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Arduino.pdf. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Vol 3 No.10 Oktober 2019 : 10294-10300
- Samsuddin. 2020. *Makanan Halal Dan Thayyib Perspektif Al-Qur'an* . (Tugas Akhir), Program Studi Ilmu Al-Quran dan Tafsir, Fakultas Ushuludin dan Filsafat, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Santoso, I., Gata, W., dan Paryanti, A. B. 2019. Penggunaan Feature Selection di Algoritma Support Vector Machine untuk Sentimen Analisis Komisi Pemilihan Umum. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, Vol.3 No.3, 364–370.
- Setiawan. 2015. Integrasi Metode Sampel Bootstrapping dan Weighted Principal Component Analysis untuk Meningkatkan Performa K Nearest Neighbor pada Dataset Besar. *Journal of Intelligent Systems*, Vol.1 No.2 : 76–81.
- Setiawan, H. 2020. Karakteristik Makanan Halalan Thayyiban Dalam Al-Qur'an . *Halalan Thayyiban: Jurnal Kajian Manajemen Halal Dan Pariwisata Syariah*, Vol.3 No.2.
- Sikki, M. I. 2009. Pengenalan Wajah Menggunakan K-Nearest Neighbour Dengan Praproses Transformasi Wavelet. *Jurnal Paradigma*.
- Soeparno, H. dan Kun, T. 2012. Penerapan Metode Konvolusi Dalam Pengolahan Citra Digital. *Mat Stat*, Vol.12 No.2 : 103–113.
- Sulistiyani, S. R., Setiawan, A. F. X., dan Komarudin. M. 2016. *Pengolahan Citra Dasar dan Contoh Penerapannya*. Teknosai, Yogyakarta.
- Sucipto. 2012. Halal Dan Haram Menurut Al-Ghazali Dalam Kitab Mau'Idhotul Mukminin. *Jurnal Hukum Dan Ekonomi Islam*, Vol.4 No.1 : 178–128.
- Taufik, M., Ardilla, D., Tarigan, D. M., Thamrin, M., Razali, M., dan Afritario, M. I. 2018. Studi Awal: Analisis Sifat Fisika Lemak Babi Hasil Ekstraksi Pada Produk Pangan Olahan Preliminary Studies: Analysis Of Physical Properties Of Lard Extraction Products On The Meat Processed. *Jurnal Teknologi*

Pangan Dan Hasil Pertanian, Vol.1 No.2 : 79–85.

Utaminingrum, F. dan Setiawan, E. 2020. Sistem Klasifikasi Kualitas Daging Ayam menggunakan Metode K-Nearest Neighbors berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, Vol.4 No.5* : 1455–1461.

Wiryadinata, R., Sagita, R., Wardoyo, S., dan Priswanto. 2016. Face Recognition on Attendance System Using Method of Dynamic Times Principal Component Analysis and Gabor Wavelet. *Dinamika Rekayasa, Vol.12 No.1* : 1–8.

Yan, X., Peng, X., Qin, Y., Xu, Z., Xu, B., Li, C., Zhao, N., Li, J., Ma, Q., dan Zhang, Q. 2021. Classification of Plastics Using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Combined With Principal Component Analysis and K Nearest Neighbor Algorithm. *Results in Optics, Vol.4 December 2020*.

Zamakhsyari. 2018. Halal, Haram dan Syubhat Dalam Syari'at Islam. *Repository.Dharmawangsa.Ac.Id*, 1–15.

