

**PEMBUATAN SISTEM DETEKSI FORMALIN  
BERBASIS SENSOR SERAT OPTIK  
DAN KISI DIFRAKSI TERKOMBINASI  
*SMARTPHONE***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Fisika



Disusun Oleh:

Rahma Aulia Ainindita

18106020002

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

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN



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-2935/Un.02/DST/PP.00.9/12/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pembuatan Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi Smartphone

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RAHMA AULIA AININDITA  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106020002  
Telah diujikan pada : Jumat, 15 Desember 2023  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

#### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 6584da9a1e38e



Penguji I

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

Valid ID: 6584b51c8680d



Penguji II

Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si  
SIGNED

Valid ID: 6583fb2a98b1



Yogyakarta, 15 Desember 2023  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 6584e51d77a83

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

### 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 : RAHMA AULIA AININDITA

NIM : 18106020002

Judul Skripsi : PEMBUATAN SISTEM DETEKSI FORMALIN BERBASIS SENSOR SERAT OPTIK DAN KISI DIFRAKSI TERKOMBINASI SMARTPHONE

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, 5 Desember 2023

Pembimbing

**Dr. Widayanti, S.Si., M.Si.**

NIP. 19760526 200604 2 005

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahma Aulia Ainindita

NIM : 18106020002

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Pembuatan Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi *Smartphone*" 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, 6 Desember 2023

Penulis



Rahma Aulia Ainindita  
NIM 18106020002

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”*

(Q.S Al-Insyirah [94] ayat 5-6)

### Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak (Supriyanto) dan Ibu (Siti Nuriyah)

Kakak (Arini Nur Wijayanti dan Sutikno) dan seluruh keluarga

Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si.

Serta seluruh pihak yang mendukung dan terus memberikan doa.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan karunia dari-Nya yang berlimpah dan tak terbilang nilainya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir dengan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafaatnya di hari akhir nanti. *Allahumma Aamiin*.

Tugas akhir ini berisis tentang kajian singkat terkait Pembuatan Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi *Smartphone*. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bimbingan, doa, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu serta kakak yang senantiasa memberikan doa, dan bantuan dalam banyak hal serta semangat yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis.
2. Ibu Anis Yuniati, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

3. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan masukan, saran, arahan dan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji.
5. Ibu Dr. Nita Handayani, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji dan dosen pembimbing akademik.
6. Bapak dan Ibu dosen program studi Fisika Fakultas Sains Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Staff dan karyawan UIN Sunan Kalijaga, khususnya di lingkup fakultas Sains dan Teknologi.
8. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan dukungan, serta saling berbagi keluh kesah: Nisa Fajria, Siti Nur Azizah, Zulfa Shobriyyah, Yulia Putri Maulidiyah, Nurul Emaniyah.
9. Teman-teman Fisika Material yang selalu memberi dukungan dan saling berbagi ilmu.
10. Keluarga besar Fisika UIN Sunan Kalijaga, khususnya teman-teman fisika angkatan 2018.

11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah mengajarkan apapun itu dalam hidup penulis dan memberikan doa serta dukungan dalam bentuk apapun itu.

Penulis menyadari juga bahwa dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya ilmu yang dipahami. Maka dari itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun, agar kedepannya dapat membuat tulisan ilmiah dengan lebih baik. Selanjutnya semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi orang-orang yang membacanya.

Yogyakarta, 27 November 2023

Penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



**PEMBUATAN SISTEM DETEKSI FORMALIN  
BERBASIS SENSOR SERAT OPTIK DAN KISI DIFRAKSI  
TERKOMBINASI *SMARTPHONE***

**Rahma Aulia Ainindita**

**18106020002**

**INTISARI**

Sistem deteksi formalin untuk mendukung program halal oleh BPOM perlu dikembangkan. Sistem deteksi formalin perlu dibuat dengan mempertimbangkan efektivitas dan efisiensi. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang, membuat serta menguji sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*. Sistem deteksi dibuat dari serat optik yang bagian claddingnya dilakukan pencacatan pada lima titik serta memoles ujung serat optik hingga 45 derajat. Serat optik dikombinasikan dengan kisi difraksi dan kamera serta LED dari *smartphone*. Analisis yang telah dilakukan diperoleh bahwa nilai rata-rata presisi keterulangan komponen warna RGB memiliki tingkat yang baik yaitu masing-masing sebesar 99,46%, 99,68% dan 99,68% serta terdapat hubungan yang linier antara konsentrasi formalin dengan intensitas cahaya yang ditangkap oleh kamera *smartphone*. Berdasarkan grafik linieritas untuk komponen warna *red* (R), *green* (G) dan *blue* (B), maka diperoleh nilai intensitas serapan yang paling baik adalah komponen warna *green* (G). Hal ini ditunjukkan dengan melihat nilai regresi ( $R^2$ ) yaitu 0,9238. Nilai regresi ( $R^2$ ) pada komponen warna *green* (G) yang mendekati satu menunjukkan semakin baik tingkat kecocokan model dengan data.

**Kata kunci:** Sistem deteksi formalin, Sensor serat optik, Kisi difraksi, *Smartphone*, Spektrum warna

**MANUFACTURE OF FORMALDEHYDE DETECTION SYSTEM  
BASED ON FIBRE OPTIC SENSOR AND DIFFRACTION GRATING  
COMBINED SMARTPHONE**

**Rahma Aulia Ainindita**

**18106020002**

**ABSTRACT**

A formaldehyde detection system to support the halal programme by BPOM needs to be developed. The formaldehyde detection system needs to be made by considering effectiveness and efficiency. The purpose of this research is to design, manufacture and test a formalin detection system based on optical fibre sensor and diffraction grating combined with smartphone. The detection system is made of optical fibre with the cladding part of the optic fibre clipped at five points and the end of the optic fibre polished to 45 degrees. The optical fibre is combined with a diffraction grating and a camera and LED from a smartphone. The analysis obtained that the average value of the precision of the repeatability of RGB colour components has a good level of 99.46%, 99.68% and 99.68% respectively and there is a linear relationship between the concentration of formalin and the intensity of light captured by the smartphone camera. Based on the linearity graph for the red (R), green (G) and blue (B) colour components, the best absorption intensity value is obtained for the green (G) colour component. This is indicated by looking at the regression value ( $R^2$ ) which is 0.9238. The regression value ( $R^2$ ) on the green (G) colour component which is close to one indicates the better the level of fit of the model with the data.

**Keyword:** Formaldehyde detection system, Fibre optic sensor, Diffraction grating, Smartphone, Colour spectrum

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>INTISARI</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan penelitian .....	8
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	10
2.1 Studi Pustaka .....	10
2.2 Landasan Teori .....	16
2.2.1 Serat Optik.....	16
2.2.2 Struktur Serat Optik.....	17
2.2.3 Jenis Serat Optik.....	19
2.2.4 Karakteristik Transmisi Serat Optik.....	24
2.2.5 Sensor Serat Optik.....	28
2.2.6 Prinsip Kerja Sensor serat Optik Berbasis Gelombang <i>Evanescent</i> .....	29
2.2.7 Gelombang Cahaya .....	32
2.2.8 Difraksi Cahaya .....	33
2.2.8.1 Difraksi Cahaya pada Celah Tunggal.....	35
2.2.8.2 Difraksi Cahaya pada Kisi .....	36
2.2.9 Hukum Lambert-Beer.....	38
2.2.10 Pengolahan Citra Digital.....	39
2.2.10.1 Jenis-jenis Citra Digital.....	40

2.2.10.2 Elemen-elemen Citra Digital.....	42
2.2.11 <i>Software ImageJ</i> .....	44
2.2.12 Linieritas.....	46
2.2.13 Presisi <i>Repeatability</i> (Keterulangan) .....	47
2.2.14 Formalin .....	48
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>52</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	52
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	52
3.3 Prosedur Penelitian.....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>70</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	70
4.1.1 Hasil Perancangan Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi <i>Smartphone</i> .....	70
4.1.2 Hasil Perangkaian Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi pada <i>Smartphone</i> .....	71
4.1.3 Hasil Tabel Nilai Rata-rata Komponen citra RGB .....	72
4.1.4 Tabel Nilai Intensitas Serapan (A) Larutan Formalin .....	74
4.1.5 Hasil Grafik Hubungan Konsentrasi dengan Intensitas Serapan (A) .....	75
4.2 Pembahasan.....	76
4.2.1 Perancangan dan Perangkaian Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi <i>Smartphone</i> .....	76
4.2.2 Nilai Rata-rata komponen Warna RGB.....	80
4.2.3 Nilai Intensitas Serapan (A) Komponen Citra RGB .....	82
4.2.4 Pengamatan Grafik Hubungan Variasi Konsentrasi Formalin dengan Intensitas Serapan (A).....	84
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>87</b>
5.1 Kesimpulan .....	87
5.2 Saran .....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>95</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Relevansi penelitian tugas akhir dengan penelitian terdahulu .....	15
<b>Tabel 2.2</b> Spektrum Sinar Tampak .....	33
<b>Tabel 2.3</b> Warna dan Nilai Penyusun Warna .....	42
<b>Tabel 3.1</b> Alat Penelitian.....	52
<b>Tabel 3.2</b> Bahan Penelitian .....	53
<b>Tabel 3.3</b> Volume pengambilan larutan formalin konsentrasi 20 ppm.....	63
<b>Tabel 3.4</b> Tabel Nilai Rata-rata Komponen Citra <i>Red</i> .....	66
<b>Tabel 3.5</b> Tabel Nilai Rata-rata Komponen Citra <i>Green</i> .....	66
<b>Tabel 3.6</b> Tabel Nilai Rata-rata Komponen Citra <i>Blue</i> .....	66
<b>Tabel 3.7</b> Tabel Nilai Intensitas Serapan (A) Komponen Citra RGB .....	68
<b>Tabel 4.1</b> Hasil nilai rata-rata komponen warna <i>red</i> larutan formalin.....	73
<b>Tabel 4.2</b> Hasil nilai rata-rata komponen warna <i>green</i> larutan formalin .....	73
<b>Tabel 4.3</b> Hasil nilai rata-rata komponen warna <i>blue</i> larutan formalin.....	73
<b>Tabel 4.4</b> Nilai presisi keterulangan citra RGB .....	74
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Nilai Intensitas Serapan (A) Larutan Formalin .....	75

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur serat optik.....	17
<b>Gambar 2.2</b> Serat Optik <i>Singlemode</i> .....	20
<b>Gambar 2.3</b> Serat Optik <i>Multimode</i> .....	21
<b>Gambar 2.4</b> Jalur Sinar pada <i>Step-index Fibers</i> .....	23
<b>Gambar 2.5</b> Serat Optik <i>Graded Index Multimode</i> .....	23
<b>Gambar 2.6</b> Mekanisme Pemanduan Gelombang dengan Pendekatan Sinar Optik.....	25
<b>Gambar 2.7</b> <i>Total Internal Reflection</i> .....	26
<b>Gambar 2.8</b> Proses perambatan cahaya serat optik.....	28
<b>Gambar 2.9</b> Skema gelombang <i>evanescent</i> pada batas <i>core-cladding</i> .....	30
<b>Gambar 2.10</b> Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	32
<b>Gambar 2.11</b> Hubungan lebar celah dengan panjang gelombang.....	35
<b>Gambar 2.12</b> Sinar datang tegak lurus terhadap kisi difraksi.....	36
<b>Gambar 2.13</b> Absorpsi Cahaya pada Sampel.....	38
<b>Gambar 2.14</b> Rumus kimia formalin.....	49
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	54
<b>Gambar 3.2</b> Blok diagram sistem deteksi formalin.....	55
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Pembuatan Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi <i>Smartphone</i> .....	56
<b>Gambar 3.4</b> Skema Keping DVD.....	58
<b>Gambar 3.5</b> Skema Pengambilan Data.....	64
<b>Gambar 3.6</b> Spektrum warna.....	65
<b>Gambar 3.7</b> Diagram Alir Pengolahan Citra RGB.....	65
<b>Gambar 3.8</b> Grafik Hubungan Konsentrasi Hg dengan Intensitas Serapan.....	69
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Rancangan Sistem Deteksi Formalin Berbasis Sensor Serat Optik dan Kisi Difraksi Terkombinasi <i>Smartphone</i> .....	71
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Perangkaian serat optik dan kisi difraksi pada <i>Smartphone</i> .....	72
<b>Gambar 4.3</b> Hasil grafik hubungan konsentrasi formalin dengan intensitas serapan.....	76

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Makanan merupakan salah satu sumber energi bagi manusia. Makanan yang baik harus mempertimbangkan nilai kandungan gizi. Kandungan gizi dalam makanan yang dikonsumsi oleh manusia harus dapat menunjang proses kehidupan dan kesehatan manusia (Andriyani, 2019). Makanan yang dikonsumsi oleh manusia dapat mengandung zat yang berbahaya bagi tubuh, dengan demikian perlu adanya pemilihan zat yang baik untuk tubuh. Berdasarkan perspektif Islam dan kesehatan, tingkat kesehatan masyarakat dapat meningkat dengan cara menerapkan makanan yang higienis dan halal (Andriyani, 2019). Sebagai seorang muslim, dalam mengonsumsi makanan harus berdasarkan pada petunjuk Allah SWT, hadis Nabi Muhammad SAW serta baik dan sehat. Berikut ini adalah kutipan ayat mengenai makanan yang tercantum dalam Q.S. Al-Baqarah ayat 168:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

*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. (Shihab, 2009)*

Berdasarkan pada tafsir al-Misbah, ayat di atas menjelaskan bahwa perintah mengonsumsi makanan yang halal ditujukan kepada seluruh manusia, baik itu beriman kepada Allah SWT maupun tidak. Namun demikian, makanan yang halal belum tentu baik. Begitu juga sebaliknya, makanan yang baik belum tentu halal. Hal ini disesuaikan dengan kondisi masing-masing (Shihab, 2009). Dalam ayat lain, Allah SWT juga memerintahkan kita untuk mengonsumsi makanan yang halal dan *thayyib*, yaitu tercantum dalam Q.S. Al-Maidah ayat 88:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا . . .

“Dan makanlah dari apa yang telah diberikan Allah kepadamu sebagai rezeki yang halal dan baik, . . . (Hamka, 2015).

Ayat di atas menjelaskan bahwa makanan yang dapat dikonsumsi menurut Islam terdapat dua kriteria, yaitu halal dan *thayyib*. Menurut Buya Hamka berdasarkan ayat tersebut, memilih makanan yang halal dan *thayyib* merupakan salah satu perbuatan menjalankan perintah Allah SWT dan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Pada ayat tersebut juga mengisyaratkan bahwa dalam memilih makanan halal dan *thayyib* selain sudah ditentukan oleh Allah SWT di dalam al-Qur’an, juga memerlukan ijtihad individu. Oleh karena itu, apa yang dimakan merupakan makanan halal dan *thayyib* untuk dikonsumsi (Hamka, 2015).



Makanan halal adalah makanan yang boleh dikonsumsi oleh manusia berdasarkan syariat Islam serta sesuai dengan al-Qur'an dan hadis Nabi Muhammad SAW (Shihab, 2000). Menurut para ahli tafsir, kata *thayyib* memiliki arti makanan yang tidak kotor dari segi zatnya atau rusak (kedaluwarsa) atau dicampuri benda najis. Terdapat pula yang mengartikan bahwa makanan yang *thayyib* adalah makanan yang mengandung selera bagi yang akan mengonsumsinya.

Makanan yang akan dikonsumsi oleh manusia perlu dipastikan terkait keamanan dan harus bebas dari sumber penyakit. Apabila makanan yang dikonsumsi tersebut terkontaminasi oleh zat yang berbahaya, maka dapat mengakibatkan tubuh menjadi tidak sehat (Setyorini, 2013). Untuk mengidentifikasi suatu makanan perlu diketahui jenis-jenisnya terlebih dahulu. Jenis-jenis makanan halal dan *thayyib* yaitu segala macam makanan yang tidak mengandung unsur menjijikkan dan kotor. Selain itu, semua jenis makanan yang tidak mendatangkan mudrahat bagi kesehatan jasmani, moral dan akal serta semua jenis makanan yang tidak diharamkan di dalam al-Qur'an dan hadis. Berdasarkan hal tersebut, makanan yang mengandung formalin tidak termasuk makanan yang halal dan *thayyib*. Makanan berformalin tidak baik untuk dikonsumsi karena dapat membahayakan tubuh manusia. Makanan berformalin apabila dikonsumsi dapat

menyebabkan iritasi lambung, mual, muntah, dan kemungkinan kematian (Wijaya, 2011).

Berdasarkan pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/MenKes/Per/IX/1988, formalin adalah suatu bahan yang tidak diperbolehkan untuk tambahan dalam bidang pangan. Produsen makanan biasanya menyalahgunakan formalin untuk ditambahkan ke dalam barang dagangannya. Hal tersebut dimaksudkan agar makanan lebih tahan lama sehingga dapat memperoleh keuntungan. Selain itu, tingkat kerugian juga bisa diminimalkan akibat dari makanan yang tidak laku jual (Asyfiradayati, 2018).

Formalin merupakan bahan kimia yang berbahaya. Kandungan zat di dalam formalin memiliki sifat karsinogen dan mutagenik. Sifat tersebut dapat menyebabkan terjadinya perubahan pada sel serta jaringan tubuh serta memiliki sifat iritatif dan korosif. Selain itu, formalin juga memiliki efek negatif lain yaitu dapat merusak sistem persarafan pada tubuh manusia dan mengganggu kesehatan organ reproduksi (Sajiman, 2015).

Menurut IPCS (*International Programme on Chemical Safety*), lembaga khusus dari tiga organisasi di PBB, yaitu ILO, UNEP, serta WHO, yang mengkhususkan pada keselamatan penggunaan bahan kimiawi, secara umum

disebutkan bahwa batas toleransi formalin yang dapat diterima tubuh dalam bentuk air minum adalah 0,1 mg/liter (1 ppm setara 1 mg/liter) atau dalam satu hari asupan yang dibolehkan adalah 0.2 mg. Sementara formalin yang boleh masuk ke tubuh dalam bentuk makanan untuk orang dewasa adalah 1,5 mg hingga 14 mg per hari. *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) menyatakan formalin berbahaya bagi kesehatan pada kadar 20 ppm (Singgih, 2013).

Melihat bahaya formalin apabila dikonsumsi oleh manusia, maka perlu dilakukan pengujian untuk mendeteksi kandungan formalin dalam makanan. Pendeteksian formalin dapat dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), kromatografi gas (KG), atau spektrofotometri UV-Vis. Akan tetapi penggunaan metode-metode tersebut diperlukan alat-alat serta perangkat pendukung yang mahal dan rumit, membutuhkan proses analisis yang relatif lama serta tidak semua orang dapat melakukan analisis ini karena harus memiliki keahlian dan pengetahuan dalam bidang instrumentasi (Yuan, dkk. 2010). Oleh karena itu, diperlukan suatu alat pendeteksi formalin yang lebih sederhana, cepat dan ekonomis serta memiliki efektifitas yang baik dalam penggunaannya oleh masyarakat luas. Dalam penelitian ini akan dibuat metode deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*.

Sistem deteksi formalin dibuat dengan terlebih dahulu dilakukan perancangan. Perancangan dilakukan agar memudahkan dalam proses pembuatan serta sistem yang dibuat dapat lebih efisien dan tepat guna.

Sistem yang dibuat pada penelitian ini, didasarkan pada peristiwa gelombang *evanescent*. Bagian *cladding* dilakukan pencacatan dengan cara dilakukan penggoresan pada permukaannya (Shalatin & Rubiyanto, 2018). Bagian *cladding* yang dicatat tersebut digantikan fungsinya oleh larutan formalin. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan besaran optis yaitu indeks bias. Perubahan indeks bias ini akan menentukan besarnya intensitas gelombang *evanescent* yang terserap. Gelombang *evanescent* yang berasal dari perubahan indeks bias inilah yang menjadi parameter utama serat optik dapat dijadikan sensor (Yu, 2002).

Beberapa penelitian terkait aplikasi sensor serat optik untuk deteksi suatu material diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Bramer and Roth pada tahun 2015. Dalam penelitian ini dirancang sensor SPR *fiber optic* menggunakan teknik pelapisan perak dan sensor SPR serat optik tersebut dirancang pada *smartphone*. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Yunanto, dkk pada tahun 2017. Dalam penelitian ini dirancang sensor serat optik berbasis biosensor. Serat optik yang dirancang adalah serat optik yang sudah dicatat dengan 5 goresan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi konsentrasi kolesterol dalam serum darah.

Sensor yang terbuat dari serat optik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sensor lain. Serat optik sendiri memiliki beberapa keunggulan diantaranya redaman transmisi yang kecil, bidang frekuensi yang lebar, ukurannya kecil dan ringan. Selain itu, serat optik juga tahan terhadap interferensi elektromagnetik dan radiasi cahaya, tidak terpengaruh pada sifat bahan sehingga dapat diletakkan dengan bahan komposit secara *non-obstrusive* (Shalatin & Rubiyanto, 2018).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan, maka dapat dituliskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*?
2. Bagaimana pengembangan sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*?
3. Bagaimana pengujian sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*?

### 1.3 Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada uraian di atas maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*.
2. Membuat sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*.
3. Menguji sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone*.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi dengan menggunakan jenis serat optik yaitu *multimode step index fibers* berbahan *plastic cladded silica (PCS) fibre* (Thorlabs BFL48-400, NA = 0.48).
2. Kisi difraksi yang digunakan terbuat dari keping DVD.
3. *Smartphone* dengan spesifikasi OPPO A1K, RAM 2 GB, dan kamera 8 MP.
4. Parameter uji yang digunakan yaitu uji linieritas dan presisi keterulangan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang salah satu fungsi serat optik yaitu untuk dijadikan sebagai sensor guna mendeteksi formalin.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang potensi sumber cahaya dan kamera pada *smartphone* yang berguna untuk menunjang pembuatan sensor serat optik.
3. Untuk mendukung program halal terhadap makanan oleh BPOM.
4. Menambah khazanah metode deteksi formalin
5. Sebagai sumber referensi tentang aplikasi serat optik.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh serta analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone* sudah berhasil dirancang. Input data berupa cahaya dari LED *smartphone* ditransmisikan melalui sensor serat optik dan menembus kisi difraksi serta ditangkap oleh kamera *smartphone* menghasilkan output berupa spektrum warna RGB.
2. Sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone* sudah berhasil dibuat menggunakan serat optik, keping DVD dan *smartphone* serta dianalisis menggunakan *software imageJ* dan *Microsoft Excel*.
3. Sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dan kisi difraksi terkombinasi *smartphone* yang telah dibuat menunjukkan tingkat presisi keterulangan masing-masing komponen warna RGB yaitu 99,46%, 99,68%, dan 99,68%. Nilai persentase lebih dari 98% maka hasil ini



menunjukkan bahwa sistem deteksi formalin yang dibuat memiliki tingkat presisi keterulangan yang baik. Sementara itu uji linieritas masing-masing untuk intensitas serapan warna RGB yaitu 0,9175, 0,9238 dan 0,8658. Masing-masing nilai regresi ini berdasarkan pendapat Kantasubrata (2008) memiliki tingkat yang baik yaitu nilai regresi lebih besar dari batas minimal yaitu sebesar 0,811.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki. Beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pemvalidasian hasil yang diperoleh dengan menggunakan spektrofotometri UV-VIS untuk mengetahui akurasi.
2. Disarankan untuk menambah sampel formalin agar lebih valid.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abramczry. (2008). *Fundamental of Optical Fiber Transmission*.
- Agustina, A., Anam, K., & Bulan, S. (2022). Fabrication of Spectro-Animation as a Learning Media to Improve Student Understanding on Bohr's Concept of Atomic Structure. *Inovasi-Jurnal Diklat Keagamaan*, 16(2), 136–149. <https://doi.org/10.52048/inovasi.v16i2.339>
- Andriyani, A. (2019). Kajian Literatur pada Makanan dalam Perspektif Islam dan Kesehatan. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 15(2), 178. <https://doi.org/10.24853/jkk.15.2.178-198>
- Asyfiradayati, R. (2018). Identifikasi Kandungan Formalin Pada Bahan Pangan (Mie Basah, Bandeng Segar Dan Presto, Ikan Asin, Tahu) Di Pasar Gede Kota Surakarta. *Jurnal Kesehatan*, 11(2), 12–18.
- Bremer, K., & Roth, B. (2015). Fibre optic surface plasmon resonance sensor system designed for smartphones. *Optics Express*, 23(13), 17179. <https://doi.org/10.1364/oe.23.017179>
- Crisp, J., & Barry, E. (2008). *Serat Optik: Sebuah Pengantar*. Erlangga.
- Davenport, J. J., Hickey, M., Phillips, J. P., & Kyriacou, P. A. (2016). Method for producing angled optical fiber tips in the laboratory. *Optical Engineering*, 55(2), 026120. <https://doi.org/10.1117/1.OE.55.2.026120>
- Fahira, S. M., Ananto, A. D., & Hajrin, W. (2021). Analisis Kandungan Hidrokuinon dalam Krim Pemutih yang Beredar di Beberapa Pasar Kota Mataram dengan Spektrofotometri Ultraviolet-Visibel. 3(1). <https://doi.org/10.20414/spin.v3i1.3299>
- Gallegos, D., Long, K. D., Yu, H., Clark, P. P., Lin, Y., George, S., & Cunningham, B. T. (2013). Label-free biodetection using a smartphone. 2124–2132. <https://doi.org/10.1039/c3lc40991k>

- Hamka, B. (2015). *Tafsir Al-Azhar*. Gema Insani Press.
- Hanafiah, A. (2006). Teknologi Serat Optik. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, **7(1)**, 87–91.
- Harefa, A. R. (2019). *Peran Ilmu Fisika dalam Kehidupan Sehari-hari*. April.
- Harmita. (2010). *Deteksi Formalin dan Potensi Enose sebagai Instrument Uji Formalin*. UNIMUS.
- Harsono. (2010). *Rugi-Rugi Pada Serat Optik Bermode Tunggal Dan Jamak Dengan Sebaran Indeks Bias Undakan Akibat Penelitian Pada Silinder Secara Malar*. Tesis Universitas Sebelas Maret.
- Hidayat, T., Sudarsono, & Yudoyono, G. (2019). *Sensor Fiber Optik Plastik Berstruktur Directional Coupler untuk Mengukur Konsentrasi Larutan NaCl*. **8(1)**, 7–10.
- Hidayat, W., Darjat, & Setiyanto, B. (2011). Simulasi Fenomena Difraksi Cahaya pada Celah Tunggal dan Celah Ganda. *Makalah Seminar Tugas Akhir*, 1–10.
- Kadir, A., & Susanto, A. (2012). *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*.
- Kantasubrata, J. (2008). *Validasi Metode*. Penelitian LIPI.
- Khambali, I., & Endarko. (2014). Rancang Bangun Sensor Polimer Serat Optik Untuk Pendeteksi Konsentrasi Ion  $\text{Ca}^{2+}$  Dalam Air. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, **4**, 32–37.
- Kitayama, K. (2014). Light propagation in optical fibers. In *Optical Code Division Multiple Access* (pp. 65–106). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139206914.005>

- Kurniawan, H. (2019). *Potensi Laser ( Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ) Sebagai Pendeteksi Bakteri ( Studi Awal Detektor Makanan Halal )*. 3(1), 1–10.
- Liu, Q., Yuan, H., Liu, Y., & Wang, J. (2018). Real-time biodetection using a smartphone-based dual-color surface plasmon resonance sensor. *Journal of Biomedical Optics*, 23(04), 1. <https://doi.org/10.1117/1.jbo.23.4.047003>
- Maddu, A. (2007). Pengembangan Sensor Serat Optik dengan Cladding Termodifikasi Polianilin Nanostruktur Untuk Mendeteksi Beberapa Uap Kimia. *Disertasi Departemen Fakultas Teknik*.
- Maddu, A., Modjahidin, K., Sardy, S., & Zain, H. (2006). Pengembangan Probe Sensor Kelembaban Serat Optik Dengan Cladding Gelatin. *MAKARA of Technology Series*, 10(1), 45–50. <https://doi.org/10.7454/mst.v10i1.412>
- Maddu, A., Zain, H., Aminuddin, A., & Wahyudi, S. T. (2007). Nanoserat Polianilin sebagai Cladding Termodifikasi pada Sensor Serat Optik untuk Deteksi Uap Aseton. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 9(3), 220–225.
- Marsellina, Rohman, R. R. T. R., Pujanto, J., Dwipurna, A., Ihwani, H. L., & Vicensius, C. D. (2013). *Karakteristik Spektrum Sumber Cahaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Metcalf, E. (1991). *Atomic Absorption and Emission Spectroscopy*. John Willey and Sons Ltd.
- Mohammed, A. A., & QasMarrogy, G. A. (2022). Thermal effect on the optical signal of fiber optics networks. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 13(2), 164–173. <https://doi.org/10.1556/1848.2021.00328>
- Muadifah, A., Djatmika, R., & Ariani, F. (2019). Penetapan Kadar Formaldehid dalam Ikan Asin di Tulungagung Menggunakan Metode Spektrofotometri Visible. *Jurnal SainHelth* , 3(1), 1–6.

- Mundriyastutik, Y., Kusumatuti, D., & Tuzzahroh, F. (2020). Evaluasi Kadar Formaldehid Ikan Teri (*Stolephorus Heterolobus*) Asin dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Indonesia Jurnal Farmasi*, **5**, 19–25.
- Munir, R. (2004). *Pengolahan citra digital dengan pendekatan algoritmik*. Informatika.
- Nugraha, A. R. (2006). *Serat Optik*. Yogyakarta: Andi.
- Nuriyah, L., Iswarin, S. J., & Saroja, G. (2015). Studi Pengaruh Konsentrasi Larutan MnCl<sub>2</sub> terhadap Intensitas Citra Spektrometer Keping VCD. *Natural B*, **3(2)**, 193–197.
- Oshina, I., & Spigulis, J. (2021). Beer–Lambert law for optical tissue diagnostics: current state of the art and the main limitations. *Journal of Biomedical Optics*, **26(10)**. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.26.10.100901>
- Prasetia, E., Firdaus, M. L., & Elvinawati. (2019). Upaya Peningkatan Sensitivitas Nanopartikel Perak untuk Analisis Ion Merkuri (II) secara Citra Digital dengan Penambahan NaCl. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, **3(2)**, 139–147.
- Ramlan, T. (2001). *Gelombang dan Optik*. UPI Jurusan Pendidikan Fisika.
- Ratna, S. (2020). *Pengolahan citra digital dan histogram dengan phyton dan text editor phycharm*. **11(3)**, 181–186.
- Riyanto. (2014). *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Deepublish.
- Rufaida, A. S. R., & Abraha, K. (2011). Pengamatan Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Permukaan Lapisan Tipis Perak Menggunakan Laser dengan Panjang Gelombang Berbeda dalam Konfigurasi Kretschmann. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI*.

- Sajiman. (2015). Kajian Berbahaya Formalin, Boraks, Rhodamin B, dan Metahlyl Yellow Pada Pangan Jajanan Anak Sekolah di Banjarbaru. *Jurnal Skala Kesehatan*, **6(1)**, 1–5.
- Setyorini, E. (2013). Hubungan Praktek Higiene Pedagang dengan Keberadaan Escherichia coli, pada Rujak yang dijual di Sekitar Kampus Universitas Negeri Semarang pada tahun 2013. skripsi. Semarang (UNNES). *Unnes Journal of Public Health*.
- Shalatin, M., & Rubiyanto, A. (2018). Analisis Sensor Regangan dengan Teknik Pencacatan Berbasis Serat Optik Multimode Step-Index. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, **7(1)**. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i1.28839>
- Shihab, M. Q. (2000). *Wawasan Al-Qur'an*. Mizan.
- Shihab, M. Q. (2009a). *Tafsir Al-Mishbah*. Lentera Hati.
- Sudaryanto, A. (2010). *Sistem Komunikasi Serat Optik*. Universitas Sumatera Utara.
- Supliyadi, Khumaedi, & Sutikno. (2010). Percobaan Kisi Difraksi dengan Menggunakan Keping DVD dan VCD. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, **26–29**.
- Supriyadi, E., Mariani, S., & Sugiman. (2017). Perbandingan Metode Partial Least Square (PLS) dan Principal Component Regression (PCR) untuk Mengatasi Multikolinearitas pada Model Regresi Linear Berganda. *UNNES Journal of Mathematics*, **6(2)**, 117–128.
- Surjono, H. D. (1993). Pemakaian Serat Optik dalam Komunikasi. *Cakrawala Pendidikan Tahun XII*, **3**, 61–70.
- Tanjung, W. (2013). *Pengembangan sensor larutan gula berbasis absorbs gelombang evanescent pada serat optik*. Institut Pertanian Bogor.
- Tipler. (2001). *Fisika Dasar untuk Sains dan Teknik. (terjemahan)*. Erlangga.

- Wahyuni, S., & Prabawani, A. (2017). Kisi Difraksi dengan Menggunakan Batang Talas (*Colocasia esculenta*). *Unnes Physics Journal*, **6(1)**, 74–77.
- Wati, R. L., Rosdiana, E., & Kusumaningtyas, V. A. (2021). Rancang Bangun Pendeteksi Kadar Formalin pada Mie Basah Menggunakan Sensor Warna TCS3200. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, **3(5)**, 727–736.
- Widodo, T. S. (1995). *Opoelektronika : Komunikasi Serat Optik*. Andi Offset.
- Wijaya, D. (2011). *Waspada Zat Aditif*. Buku Biru.
- Yu, F. (2002). *Fiber Optic Sensor*. Marcel Dekker Inc.
- Yunianto, M., Permata, A. N., Eka, D., Ariningrum, D., Wahyuningsih, S., & Marzuki, A. (2017). Design of a Fiber Optic Biosensor for Cholesterol Detection in Human Blood. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/176/1/012014>
- Zaca-Morán, P., Padilla-Martínez, J. P., Pérez-Corte, J. M., Dávila-Pintle, J. A., Ortega-Mendoza, J. G., & Morales, N. (2018). Etched optical fiber for measuring concentration and refractive index of sucrose solutions by evanescent waves. *Laser Physics*, **28(11)**. <https://doi.org/10.1088/1555-6611/aad846>