

**DETEKSI FORMALIN BERBASIS FENOMENA *SURFACE PLASMON
RESONANCE* (SPR) DALAM KONFIGURASI KRETSCHMANN
TERLAPISI NANOPARTIKEL MAGNETIK Fe_3O_4**

SKRIPSI

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

Program Studi Fisika



Diajukan oleh :

**Ikbalul Mutakin
17106020051**

Kepada

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI



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-1059/Un.02/DST/PP.00.9/06/2021

Tugas Akhir dengan judul : Deteksi Formalin Berbasis Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Terlapisi Nanopartikel Magnetik Fe₃O₄

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : IKBALUL MUTAKIN
Nomor Induk Mahasiswa : 17106020051
Telah diujikan pada : Jumat, 25 Juni 2021
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: 60dbf112630b8



Penguji I

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

Valid ID: 60dc099d12e9



Penguji II

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

Valid ID: 60db7972ff7f



Yogyakarta, 25 Juni 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60dc16815860f

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iqbalul Mutakin
NIM : 17106020051
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Deteksi Formalin Fenomena Berbasis Fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Terlapis Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4 ” adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata penulisan yang lazim.

Yogyakarta, 18 Juni 2021
Yang Menyatakan,



Iqbalul Mutakin
NIM. 17106020051

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI



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 : IKBALUL MUTAKIN
NIM : 17106020051
Judul Skripsi : Deteksi Formalin Berbasis Fenomen *Surface Plasmon Resonance* (SPR)
Dalam Konfigurasi Kretschmann Terlapisi Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4

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, 15 Juni 2021

Pembimbing

Dr. Widayanti, S.Si., M.Si.
NIP. 19760526 200604 2 005

DETEKSI FORMALIN BERBASIS FENOMENA *SURFACE PLASMON RESONANCE* (SPR) DALAM KONFIGURASI KRETSCHMANN TERLAPISI NANOPARTIKEL MAGNETIK Fe₃O₄

Ikbalul Mutakin
17106020051

INTISARI

Telah dilakukan pendeteksian formalin berbasis fenomena *Surface Plasmon Resonance* dalam konfigurasi Kretschmann. Tujuan penelitian ini yaitu membuat sistem prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik Fe₃O₄/ formalin, mengamati fenomena SPR pada sistem dan menghitung sensitivitas pada sistem. Tahapan penelitian ini terdiri dari deposisi emas (Au), sintesis nanomagnetik Fe₃O₄, deposisi emas (Au)/ Fe₃O₄/ formalin dan pengamatan kurva ATR pada sistem prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik Fe₃O₄/ formalin. Sintesis nanomagnetik menggunakan metode kopresipitasi dengan hasil serbuk hitam pekat dan homogen. Hasil SEM menunjukkan rata-rata ukuran sebesar 50,58 nm. Emas (Au) yang dihasilkan dari proses deposisi (menggunakan *vacuum evaporator*) yaitu 0,0214 mg (prisma 1) dan 0,0202 mg (prisma 2). Deposisi Fe₃O₄ dan formalin menggunakan metode *spray*. Fenomena SPR yaitu berupa kurva reflektansi sebagai fungsi sudut datang pada sistem lapisan tipis emas/ Fe₃O₄/formalin melalui pengamatan sudut SPR yang terbentuk pada kurva ATR. Dari hasil eksperimen diketahui bahwa sudut SPR pada sistem lapisan tipis prisma/ emas 1 dan prisma/ emas 2 adalah $(46,2 \pm 0,05)^\circ$ dengan nilai reflektansi 0,27 untuk emas 1 dan 0,32 untuk emas 2. Pada sistem prisma/emas/ Fe₃O₄ didapatkan nilai sudut SPR adalah $(46,3 \pm 0,05)^\circ$ dengan reflektansi 0,32 untuk emas 1 dan 0,36 untuk emas 2. Setelah penambahan formalin 40% pada sistem lapisan tipis, sudut SPR menjadi $(46,4 \pm 0,05)^\circ$ dengan nilai reflektansi 0,45, sedangkan untuk penambahan formalin 100% sudut SPR menjadi $(46,6 \pm 0,05)^\circ$ pada reflektansi 0,34. Sudut SPR akan bergeser ke kanan menuju sudut datang yang lebih besar setelah penambahan lapisan material sampel (formalin) pada sistem lapisan tipis emas/nanomagnetik Fe₃O₄. Semakin besar konsentrasi formalin, semakin besar sudut SPR yang dihasilkan. Sensitivitas formalin 40% dan 100% yaitu sebesar $8,33^\circ$ atau $0,0033^\circ/\%$ Konsentrasi, artinya biosensor SPR mampu merubah $0,0033^\circ$ per kenaikan formalin 1%.

Kata kunci: *Surface Plasmon Resonance* (SPR), *Attenuated Total Reflection* (ATR), Kretschmann, nanomagnetik Fe₃O₄, Formalin

FORMALIN DETECTION BASED ON SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) PHENOMENON IN KRETSCHMANN CONFIGURATION COATED MAGNETIC NANOPARTICLE Fe_3O_4

Ikbalul Mutakin
17106020051

ABSTRACT

The detection of formalin based on the Surface Plasmon Resonance phenomenon has been carried out in the Kretschmann configuration. The purpose of this research is to create a prism/gold (Au)/ Fe_3O_4 nanomagnetic/formalin system, observe the SPR phenomenon in the system and calculate the sensitivity of the SPR biosensor. The stages of this research consisted of gold (Au) deposition, synthesis of Fe_3O_4 nanomagnetic, gold (Au)/ Fe_3O_4 / formalin deposition and observation of the ATR curve on prism/gold (Au)/ nanomagnetic Fe_3O_4 / formalin systems. Nanomagnetic synthesis using the coprecipitation method with the result of a thick black powder and homogeneous. SEM results show an average particle size of 50.58 nm. Gold (Au) produced from the deposition process (using a vacuum evaporator) was 0.0214 mg (prism 1), 0.0202 mg (prism 2). Deposition of Fe_3O_4 and formalin using the spray method. The SPR phenomenon is in the form of a reflectance curve as a function of the angle of incidence in the gold/ Fe_3O_4 / formalin thin layer system by observing the SPR angle formed on the ATR curve. From the experimental results it is known that the SPR angle in the thin layer system prism/gold 1 and prism/gold 2 are $(46.2 \pm 0.05)^\circ$ with reflectance values of 0.27 for gold 1 and 0.32 for gold 2. In the prism/gold/ Fe_3O_4 system, the value of the SPR angle is obtained $(46.3 \pm 0.05)^\circ$ with a reflectance of 0.32 for gold 1 and 0.36 for gold 2. After the addition of 40% formalin to the thin layer system, the SPR angle became $(46.4 \pm 0.05)^\circ$ with a reflectance value of 0.45, while the addition of 100% formalin, the SPR angle becomes $(46.6 \pm 0.05)^\circ$ at a reflectance of 0.34. The SPR angle will shift to the right towards a larger angle of incidence after adding a layer of sample material (formalin) to the thin layer gold/ Fe_3O_4 nanomagnetic system. The greater the formalin concentration, the larger the resulting SPR angle. Formalin sensitivity 40% and 100% are 8.33° or 0.0033° per percent concentration, meaning that the SPR biosensor is able to change 0.0033° per 1% increase in formalin.

Key words: Surface Plasmon Resonance (SPR), Attenuated Total Reflection (ATR), Kretschmann, Fe_3O_4 nanomagnetic, Formalin

MOTTO

*“Genggamlah dunia di tanganmu dan
letakkanlah akhirat di hatimu, agar kamu
senantiasa mengingat akhirat tanpa
melupakan dunia.”*

*(Sayyidina Abu Bakar Ash Shiddiq
Radhiyallahu ‘anhu)*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Impossible by Human, Possible by
Allah**

Feels Great To Feel Great

(Ikbalul Mutakin)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada Almarhum Ayahanda Tohidin dan Ibunda Karsah serta sanak saudara dan keluarga. Kepada Jurusan Fisika, seluruh Masyayikh, Guru, Sahabat, dan seluruh orang-orang yang pernah hadir dalam memberikan pelajaran tentang arti kehidupan selama ini. Semoga Program Studi Fisika menjadi wasilah pemersatu umat.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur terhatur kepada Allah Zat yang Maha Gafūr, atas segala nikmat taufik dan karunia-Nya, penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar hingga akhir penyusunannya. Shalawat serta salam selamanya tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu kita harapkan syafa'atnya di hari akhir kelak juga kepada keluarganya, para sahabatnya, dan kita selaku umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini merupakan kajian singkat mengenai Deteksi Formalin Berbasis Fenomen *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Terlapis Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4 . Penyusun menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penyusun mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Phil. Al-Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajaran rektorat.
2. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajaran dekanat.
3. Anis Yuniati, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta staf.
4. Dr. Widayanti, S.Si. M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan masukan, arahan, bimbingan, dan doa kepada penyusun

hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Allah merahmati dan membalas jasa-jasa beliau.

5. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman dan keteladanan yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penyusun selama menjalankan masa studi.
6. Almarhum Ayahanda Tohidin dan Ibunda Karsah tersayang, serta KakakKakak saya tercinta (Wari'ah, Luqmanul Hakim, Juhriyah dan Rodiyah) dan seluruh sanak saudara di kampung halaman yang tiada henti memberi perhatian, dukungan, doa, dan semangat kepada penyusun hingga ucapan terima kasih ini selesai ditulis. Sungguh untuk setiap cinta dan untaian doa yang kalian jaga, semoga Allah membalasnya dengan syurga yang *khalidina fiha abada*.
7. Teman-teman Mahasiswa Program Studi Fisika terkhusus teman-teman seperjuangan angkatan tahun 2017 yang telah menjadi tempat berbagi suka dan duka selama empat tahun terakhir. Terima kasih karena sudah mau bertukar pikiran dan menjadi tempat berdiskusi selama ini.
8. Teman-teman KKN Tim Kalijagamuda#2 yang berjuang selama sebulan di Desa Simpar Kecamatan Tretep Kabupaten Temanggung UIN Sunan Kalijaga angkatan 102 tahun 2020 yakni Yusuf, Rifki, Shall, Syakier, Alwi, Aul, Isna, Shofa, Dini dan Himma. Terima kasih juga kepada Bapak dan Ibu Lurah selaku tuan rumah, juga seluruh warga di Desa Simpar.

9. Rekan-rekan di organisasi UKM Studi dan Pengembangan Bahasa Asing (SPBA) UIN Sunan Kalijaga yang telah banyak memberikan pengalaman, kebahagiaan dan kekeluargaan yang hangat.
10. Keluarga Fisika Material terutama Teman-teman 2017, Churun, Syamsul, Desi, Retno, Fina, Leny, Lina, Mbak Zuna, dan Ahyu yang telah menjadi salah satu wadah curhat jurusan terutama kajian Fisika Material sampai dengan detik ini, semoga kita selalu menjadi pelopor kebaikan di lingkungan masing-masing.
11. Kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini, baik yang telah disebutkan maupun yang tidak dapat disebutkan satu persatu, semoga jasa dan amal baik yang telah diberikan kepada penyusun bernilai ibadah serta mendapatkan ganjaran dan limpahan rahmat dari Allah SWT. Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran, kritik, dan masukan sangat penyusun harapkan demi perbaikan karya ilmiah penyusun di masa mendatang. Akhir kata, penyusun hanya dapat memohon kepada Allah SWT semoga penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun pribadi dan kepada para pembaca sekalian.

Yogyakarta, 18 Juni 2021
Penyusun,



Iqbalul Mutakin
NIM. 17106020051

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan.....	11
1.4 Batasan Masalah.....	11
1.5 Manfaat Penelitian.....	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Studi Pustaka	14
2.2 Landasan Teori	22
2.2.1 Persamaan Maxwell.....	22
2.2.2 <i>Surface Plasmon Resonance</i> (SPR).....	26
2.2.3 <i>Total Internal Reflection</i> (TIR) dan <i>Attenuated Total Reflection</i> (ATR)..	30
2.2.4 Gelombang Evanescent.....	33
2.2.5 Reflektansi (Sistem Multi Lapis) dan Sensitivitas SPR Biosensor	36
2.2.6 Emas (Au).....	38
2.2.7 Magnetik Fe_3O_4	40
2.2.8 Polietilen Glikol (PEG).....	43
2.2.9 Formalin.....	44

BAB III METODE PENELITIAN	48
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	48
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	49
3.3 Prosedur Kerja	52
3.3.1 Deposisi Lapisan Emas (Au) pada Prisma	54
3.3.2 Sintesis nanomagnetik Fe_3O_4	56
3.3.3 Pengamatan SPR pada sistem prisma/ Emas (Au)	59
3.3.4 Deposisi lapisan nanopartikel Fe_3O_4 pada lapisan emas (Au)	61
3.3.5 Pengamatan fenomena SPR pada sistem prisma/Emas (Au)/ Fe_3O_4	62
3.3.6 Deposisi Formalin	62
3.3.7 Pengamatan fenomena SPR setelah ditambah formalin (sistem prisma/Emas (Au)/ Fe_3O_4 /formalin)	62
3.3.8 Perhitungan Sensitivitas SPR	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Hasil Penelitian	64
4.1.1 Hasil Pendeposisian Lapisan Emas (Au) Pada Prisma	64
4.1.2 Hasil Sintesis Nanomagnetik (Fe_3O_4)	65
4.1.3 Hasil Pendeposisian Prisma dengan Emas (Au)/ Nanomagnetik (Fe_3O_4)	66
4.1.4 Hasil Pendeposisian Prisma dengan Emas (Au)/ Nanomagnetik/ Formalin	66
4.1.5 Hasil Pengamatan Kurva ATR	67
4.2 Pembahasan	70
4.2.1 Pendeposisian Emas (Au) Pada Prisma	70
4.2.2 Sintesis Nanomagnetik Fe_3O_4	71
4.2.3 Pendeposisian Nanomagnetik Fe_3O_4 pada Prisma/Emas (Au)	73
4.2.4 Pendeposisian Formalin Pada Prisma/ Emas (Au)/ Nanomagnetik Fe_3O_4	74
4.2.5 Pengamatan Kurva TIR dan ATR	75
4.2.6 Sensitivitas Biosensor SPR Berbasis Nanomagnetik Fe_3O_4	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	90
CURRICULUM VITAE	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jurnal pustaka.....	19
Tabel 2.2	Sifat Fisik dan Kimia Logam Emas.....	40
Tabel 3.1	Alur pelaksanaan penelitian	48
Tabel 3.2	Alat-alat penelitian	49
Tabel 3.3	Bahan-bahan penelitian	50
Tabel 4.1	Indeks bias formalin pada berbagai konsentrasi.....	74
Tabel 4.2	Pergeseran sudut SPR untuk formalin 40% dan 100%	81



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Osilasi muatan (Badia, 2007)	27
Gambar 2.2	Gelombang mengenai bahan dielektrik dari logam.....	27
Gambar 2.3	<i>Total Internal Reflection</i> (Badia, 2007)	30
Gambar 2.4	<i>Total Internal Reflection</i> pada perambatan sinar dari gelas (kaca) ke udara (Zozoulenko, 2009)	31
Gambar 2.5	Skema metode ATR (a) konfigurasi Otto,(b) konfigurasi Kretschmann (Mayasari, 2012)	33
Gambar 2.6	<i>Attenuated Total Reflection</i> (Badia, 2007)	33
Gambar 2.7	Pembiasan cahaya pada bidang batas antara dua medium dengan sudut datang α (Kooyman, 2008).....	35
Gambar 2.8	Struktur kristal emas berbentuk kubus, berpusat muka dari emas dengan $a = 4r/\sqrt{2}$; a = rusuk kubus, r = jari-jari atom emas.....	39
Gambar 2.9	(a) Struktur spinel nanopartikel Fe_3O_4 (b) Struktur heksagonal Fe_3O_4 (Oktivina, 2016)	43
Gambar 2.10	Rumus kimia formalin.....	45
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	54
Gambar 3.2	Skema <i>vacuum evaporator</i> (Oktivina, 2016)	55
Gambar 3.3	Posisi prisma dan emas <i>vacuum</i>	55
Gambar 3.4	Konfigurasi Kretschmann prisma/ emas (Au).....	56
Gambar 3.5	Diagram alir sintesis nanomagnetik Fe_3O_4	57
Gambar 3.6	Skema alat pengamatan fenomena SPR	59
Gambar 3.7	Konfigurasi Kretschmann prisma/ emas (Au)/ Nanomagnetik Fe_3O_4	61
Gambar 3.8	Konfigurasi Kretschmann prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik	62
Gambar 4.1	Prisma terdeposisi emas (Au).....	65
Gambar 4.2	(a) serbuk Fe_3O_4 setelah dikeringkan dan dihaluskan (b) Ketika dikenai medan magnet eksternal	65
Gambar 4.3	Nanomagnetik Fe_3O_4 yang terdeposisi pada permukaan prisma/ emas (Au)	66
Gambar 4.4	Formalin yang terdeposisi pada permukaan prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik Fe_3O_4	67
Gambar 4.5	Kurva reflektansi pada prisma kosong	68
Gambar 4.6	Kurva ATR sistem prisma/ emas (Au)	68
Gambar 4.7	Kurva ATR sistem prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4)	69
Gambar 4.8	Kurva ATR sistem prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4)/ Formalin	70
Gambar 4.9	Hasil SEM nanomagnetik Fe_3O_4 -coated PEG 6000	73
Gambar 4.10	Pergeseran sudut SPR setelah dilakukan pendeposisian nanomagnetik Fe_3O_4	78
Gambar 4.11	Pergeseran sudut setelah ditambahkan formalin (a) 10% (b) 40%	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia membutuhkan makanan sebagai hal paling mendasar untuk bertahan hidup. Namun, masih harus dilihat apakah makanan ini memiliki nilai gizi terbaik. Zat yang diperoleh dari berbagai jenis makanan tumbuhan dan hewan, yang dikonsumsi manusia harus mengandung berbagai zat gizi untuk menunjang proses kehidupan dan kesehatan manusia (Andriyani, 2019). Makanan yang dimakan dapat mengandung zat yang berbahaya bagi tubuh manusia, oleh karena itu perlu dipilih zat yang baik untuk tubuh. (Sediaoetama, 1976).

Penerapan pangan higienis dan halal dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat yang maksimal berdasarkan Islam dan kesehatan (Setyorini, 2013). Islam dan kesehatan menjaga kelangsungan hidup manusia melalui makanan yang sehat, halal dan *thayyib* sehingga tercapai tujuan utama yaitu kesejahteraan manusia. Karenanya, dalam menyantap makanan terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi dan benar-benar diperhatikan agar manusia terhindar dari berbagai penyakit akibat mengkonsumsi makanan (Andriyani, 2019).

Makanan dan minuman yang dikonsumsi manusia (khususnya umat Islam) harus selektif, yakni halal menurut petunjuk Allah dalam Alquran, tafsir Nabi Muhammad SAW dalam sunnah, serta baik dan sehat (*thayyib*). *Sighat* yang

digunakan dalam Alquran dan Sunnah untuk menjelaskan makanan dan minuman haram adalah dalam lafadz "*amm*". Oleh karena itu, semua makanan dan minuman yang tidak disebutkan dalam Alquran dan Hadis juga dapat diklasifikasikan sebagai haram menurut metode qiyas (Yanggo, 2013). Allah SWT berfirman mengenai makanan:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا...

"Dan makanlah dari apa yang telah diberikan Allah kepadamu sebagai rezeki yang halal dan baik, . . .(QS Al-Maidah: 88)

Ayat di atas menjelaskan bahwa makanan dalam Islam ada dua kriteria, yaitu "halal" dan "*thayyib*". Dalam istilah bahasa, "halal" mengacu pada situasi atau tindakan yang diizinkan, diharuskan, atau wajar menurut hukum Islam, sedangkan "haram" mengacu pada kasus atau tindakan yang tidak diizinkan atau dilarang menurut hukum Islam. (Gibtiah, 2019). Kata *thayyib* adalah bentuk jamak dari *thayyiban*. Akarnya adalah *thaba*, yang secara harfiah berarti "baik". Pada dasarnya kata "*thayyib*" berarti sesuatu yang enak yang bisa didapat melalui indera dan jiwa. Menurut *syara'*, makanan yang baik (*ath-tha'am ath-thayyib*) berarti sesuatu yang bisa dimakan (bahan, ukuran maupun lokasi). Untuk bisa menilai apakah suatu makanan termasuk *thayyib* (makanan bergizi), kita harus mengetahui bahan-bahannya terlebih dahulu. Adapun kebutuhan pangan *thayyib* menurut ilmu gizi dapat menjalankan fungsi sebagai berikut:

- a. Memberi kepuasan spiritual di antaranya: rasa kenyang terpenuhi, kebutuhan naluri dan kepuasan spiritual terpenuhi, serta memenuhi kebutuhan sosial budaya.

- b. Melakukan fungsi fisiologis, antara lain menyediakan energi, mendukung pembentukan sel baru untuk pertumbuhan manusia, mendukung pembentukan atau sebagian sel untuk menggantikan sel yang rusak, mengatur metabolisme nutrisi dan keseimbangan cairan, serta menjaga fungsi tubuh (Al-Hafidz, 2010).

Karakteristik dari makanan yang *thayyib* itu sendiri terdiri dari tiga bagian, yakni sebagai berikut:

- a. Makanan yang sehat adalah makanan bergizi seimbang.
- b. Makanan yang cukup (proporsional) artinya memenuhi kebutuhan makan, tidak berlebihan atau kekurangan.
- c. Tuntutan makanan yang aman bagi tubuh

Berdasarkan uraian di atas makanan yang tergolong berformalin tidak termasuk dalam standar makanan halal dan *thayyib*. Makanan berformalin dilarang karena dapat membahayakan, yaitu jika tertelan dapat menyebabkan iritasi lambung, mual, muntah, dan kemungkinan kematian. (Wijaya, 2011).

Fatwa Majelis Ulama Indonesia Nomor: 43 Tahun 2012 menjelaskan tentang Penyalahgunaan Formalin dan Bahan Berbahaya Lainnya. Dengan ini, makanan yang berformalin termasuk kedalam kepentingan yang menyinggung kemaslahatan *al-daruriyyah*, yakni kemaslahatan yang berhubungan dengan kebutuhan pokok umat manusia di dunia dan akhirat. Di antaranya memelihara agama, memelihara jiwa, memelihara akal, memelihara keturunan, dan

memelihara harta. Karena itu, makanan yang berformalin dapat merusak jiwa, akal, dan keturunan (Gibtiah, 2019).

Untuk memenuhi permintaan pasar akan makanan berkualitas tinggi dan memastikan keamanannya, diperlukan sarana dan prasarana yang mendukung (Girindra, 1996). Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menemukan bahwa formalin terdapat dalam daging sapi, mie basah, dan tahu, yang dijual di pasar tradisional dan supermarket. Kehadiran formalin dalam makanan bukanlah hal baru, namun kurangnya informasi tentang bahaya formalin dan sulitnya membedakan alasan produk yang diawetkan dengan formalin membuat masyarakat kurang memperhatikan makanan yang berformalin yang beredar di pasaran. Seperti yang kita ketahui bersama, jika tidak ada kandungan formalin, bahan mie hanya bisa bertahan selama 12 jam, sedangkan dengan menggunakan formalin mie bisa bertahan hingga tiga hari tanpa ada perubahan tekstur dan warna mie (Anam, 2013).

Formalin (40% formaldehida) dikatakan sebagai unsur racun yang larut dalam air dan telah terdaftar sebagai karsinogen Kelas I oleh badan *International Agency for Research on Cancer* (IRAC). Berita dan penelitian terkini menyatakan bahwa penggunaan formalin dalam pengawetan makanan sangat umum, terutama di negara-negara Asia. Akibatnya, deteksi formalin menjadi masalah yang terkait dengan proses biokimia (Rana, dkk. 2019). Formalin merupakan pengawet makanan dan dilarang untuk digunakan, karena sisa formalin sangat berbahaya bagi kesehatan orang yang mengkonsumsinya. Hal tersebut sejalan dengan undang-undang yaitu UU No.1. No. 7/1996 8/1999

tentang Pangan dan UU tentang Perlindungan Konsumen. Salah satu badan kesehatan internasional *International Chemical Safety Program* (IPCS) mengatakan bahwa batas aman dikonsumsi formalin adalah 2,6 mg/ L. Efek kesehatan dari formalin adalah kerusakan mata, saluran pernafasan, kulit, paru-paru, ginjal, syaraf (kelemahan) dan iritasi karsinogen (Anam, 2013).

Mengingat beberapa efek negatif formalin, maka berbagai pengujian dikembangkan untuk mendeteksi formalin, salah satunya adalah destilasi uap yang kemudian diukur dengan spektrofotometer. Selain itu, pengujian kualitatif formalin juga dapat menggunakan alat bantu yaitu *Formalin Master Reagent* (FMR). Namun, salah satu kendala dari metode ini adalah alat yang digunakan (yaitu spektrofotometer dan FMR) berasal dari Thailand sehingga barang impor relatif mahal (Arifin, dkk., 2009). Banyak prosedur konvensional tersedia untuk mendeteksi formalin, deteksi enzim, keamanan pangan, dan pemantauan lingkungan. Di antaranya metode Deniges dan Eegriwes, *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), fluorimetri, uji Nash, metode Gravimetri, dan metode-metode yang lainnya. Namun, metode dan produk reaksinya sering kali berbahaya bagi kesehatan manusia. Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan dari prosedur konvensional dan memenuhi persyaratan masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi biosensor sebagai solusi pendeteksian biomolekul (Hossain, dkk., 2020).

Perkembangan biosensor dalam dunia teknologi cukup menarik perhatian. Biosensor adalah suatu alat yang menggunakan sejenis reaksi biokimia yang

dimediasi oleh komponen hayati (enzim, sel, organel, jaringan, dan lain-lain) untuk mendeteksi campuran bahan kimia dengan bentuk keluaran sinyal listrik, termal atau optik. Biosensor digunakan untuk menguji biomolekul secara akurat dan terkontrol. Fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) merupakan salah satu landasan teknis afinitas biosensor untuk analisis interaksi biomolekuler (Oktivina, 2016)..

Kunci utama dari biosensor berbasis SPR ini adalah adanya perubahan sudut SPR. Besar kecilnya sudut SPR sangat bergantung pada karakteristik optik sistem, seperti indeks bias medium dari kedua sisi logam. Jika indeks bias prisma ditetapkan, maka indeks bias permukaan logam akan berubah seiring dengan perubahan massa biomolekul yang diserap olehnya, atau juga akan bergantung pada konstanta dielektrik bahan logam yang menghasilkan plasmon permukaan dan dielektrik di sekitar permukaan logam. Kemudian pada biosensor berbasis SPR, ketergantungan sudut SPR pada konstanta dielektrik medium yang mengelilingi lapisan logam akan digunakan sebagai prinsip pengukuran. Akibatnya, kondisi SPR akan berubah, dan deviasi sudut SPR cukup untuk memberikan informasi tentang absorpsi dinamis biomolekul di permukaan (Sihombing, dkk., 2017).

Dalam prakteknya, karena biomolekul target selalu bergerak secara dinamis di dalam fluida, sulit untuk mengoptimalkan fiksasi biomolekul target pada permukaan penginderaan (logam emas dan perak), sehingga proses deteksi biomolekul menggunakan biosensor SPR belum mendapatkan hasil yang terbaik. Mengoptimalkan imobilisasi ligan pada permukaan penginderaan

sangat sulit karena merupakan logam yang stabil (inert) atau non-reaktif terhadap elemen lain (termasuk ligan) (Daghestani dan Day, 2010). Teknologi immobilisasi biomolekul yang telah dikembangkan dan diterapkan adalah dengan mengimobilisasi ligan pada permukaan sensing. Ligan adalah molekul sederhana yang bertindak sebagai donor pasangan elektron dalam senyawa kompleks dan bertindak sebagai perangkap biomolekul dalam aplikasi ini (Sihombing, dkk. 2017).

Namun, nyatanya mengoptimalkan immobilisasi ligan di permukaan sensing merupakan hal yang sangat sulit karena *sensing surface* (logam emas dan perak) termasuk logam yang cenderung stabil (inert) atau tidak bereaksi dengan unsur lain (termasuk ligan) (Daghestani and Day, 2010). Untuk lebih mengoptimalkan pendeteksian sistem SPR, diperlukan material yang dapat mengikat biomolekul target, terutama untuk mengoptimalkan deteksi biomolekul yang sangat kecil. Salah satu material yang dapat berinteraksi dengan baik dengan biomolekul adalah nanopartikel magnetik Fe_3O_4 . Diketahui bahwa nanopartikel magnetik Fe_3O_4 bereaksi baik dengan biomolekul. Selain itu, nanopartikel magnetik Fe_3O_4 dapat tersebar merata di permukaan lapisan (Husain, dkk., 2012).

Penelitian yang dilakukan Riyanto dkk. (2012) menunjukkan bahwa nanopartikel magnetik merupakan salah satu jenis nanopartikel yang paling banyak digunakan karena sifat dan potensi aplikasinya di berbagai bidang.. Aplikasi nanopartikel magnetik meliputi biosensor, *localizer* dalam hipertermia, *magnetic targeted-drug delivery system* (Ihsani, 2015),

perlindungan korosi untuk pembuatan baja, adsorben untuk logam berat, penghilangan katalis dan elemen beracun dari limbah industri. Nanopartikel Fe_3O_4 juga banyak digunakan dalam imobilisasi dan pemisahan protein atau enzim. Dalam penelitian kelistrikan, terutama dalam hal sifat dielektrik, Fe_3O_4 memiliki peluang dalam berbagai aplikasi, seperti *Elektromagnetik Interference* (EMI) (Y. Liu dkk., 2014) dan *Surface Plasmon Resonance* (SPR) (Lee dkk., 2011). Kedua aplikasi ini memiliki ketergantungan frekuensi dan konstanta dielektrik.

Untuk mendapatkan sifat superparamagnetik dari nanopartikel magnetit, berbagai metode telah dilakukan dalam banyak penelitian. Di antaranya yaitu hidrolisis, sonokimia, *electrochemical rout*, mikroemulsi, sol-gel dan kopresipitasi. Umumnya metode kopresipitasi merupakan metode yang sangat umum digunakan karena prosedur sintesisnya sederhana, ekonomis, memiliki banyak variasi yang bisa dipilih (seperti rasio suhu, pH, agen pengendap dan lain-lain) serta tidak beracun (Ihsani, 2015).

Nanopartikel memiliki beberapa kelemahan antara lain mudah oksidasi, ketidakstabilan termal dan asam, serta mudah aglomerasi. Aglomerasi akan menurunkan dispersibilitas material, sehingga mengurangi kegunaan Fe_3O_4 dalam aplikasi. Pada aplikasi SPR, nanopartikel Fe_3O_4 perlu difungsionalisasi salah satunya dengan cara *coating* atau pelapisan untuk meningkatkan dispersibilitas dan proses pengikatan biomolekul. Proses *coating* ini juga disebut enkapsulasi. Ada banyak jenis bahan yang dapat digunakan untuk modifikasi pada proses *coating*, seperti bahan organik polimer biokompatibel

(polietilen glikol, polibutanol, asam oleat, dekstran, dll.) dan bahan anorganik (silika, karbon atau logam mulia) (Heriansyah, dkk., 2015).

Di antara polimer yang telah banyak digunakan dalam enkapsulasi Fe_3O_4 yaitu polietilen glikol (PEG). Sifat PEG di antaranya imunogenik, biokompatibel, dapat menyeragamkan bentuk morfologi dan ukuran partikel. Nanopartikel Fe_3O_4 dengan enkapsulasi PEG dapat digunakan sebagai immobilisator dalam aplikasi SPR (Riyanto, 2012). Prinsip SPR berkaitan dengan ketergantungan reflektansi terhadap konstanta dielektrik pada medium disekitar lapisan logam (Habauzit, 2006). Sifat dari PEG di antaranya mudah larut dalam air dan memiliki kandungan toksisitas yang rendah. PEG adalah polimer fleksibel yang dapat dijadikan referensi dalam pelapisan nanopartikel Fe_3O_4 . Pelapisan nanopartikel magnetik Fe_3O_4 menggunakan PEG dikarenakan memiliki fleksibilitas non-kovalen di permukaan, dapat meningkatkan biokompatibilitas dan bercampur secara efektif dengan nanopartikel (Nuzully, dkk., 2013). PEG adalah salah satu jenis polimer yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran partikel sehingga pada akhirnya akan diperoleh partikel dengan bentuk bulatan yang seragam (Heriansyah, dkk., 2015).

Husain, dkk. (2012) menunjukkan bahwa biomolekul dalam bentuk α -amilase dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia interface dielektrik logam sehingga menyebabkan sudut SPR bergeser. Peneliti menyimpulkan bahwa fenomena SPR dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan biomolekul dengan menggunakan nanopartikel Fe_3O_4 . Setiap biomolekul

memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga sudut SPR yang dihasilkan juga berbeda. Karakteristik unik inilah yang menjadi dasar pengembangan SPR menjadi biosensor.

Mengingat potensinya yang sangat besar, teknologi sensor berbasis SPR di masa depan dibutuhkan dalam mendeteksi dan menganalisis zat kimia di berbagai bidang, seperti kedokteran, pemantauan lingkungan (seperti deteksi gas berbahaya), dan keamanan pangan (deteksi DNA, enzim, protein, dan lain-lain) dan monitor makanan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian di bidang keamanan pangan salah satunya dengan mendeteksi keberadaan formalin dengan menggunakan sensor optik berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR).

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian yang berjudul “Deteksi Formalin Berbasis Fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Terlapis Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4 ” ini, berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka dapat dituliskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat sistem SPR dengan lapisan emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4)/ formalin?
2. Bagaimana fenomena SPR pada sistem prisma/ emas (Au) nanomagnetik (Fe_3O_4)/ formalin?
3. Bagaimana sensitivitas sistem SPR dengan lapisan prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4)/formalin?

1.3 Tujuan

1. Membuat lapisan tipis emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4)/ formalin pada permukaan prisma.
2. Mengamati fenomena SPR dan menganalisis sudut SPR yang terbentuk pada sistem prisma/ emas (Au)/ (Fe_3O_4)/ formalin.
3. Menentukan sensitivitas SPR dengan lapisan prisma/ emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4)/ formalin.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya dibatasi pada pengamatan fenomena SPR dengan menggunakan metode prisma terkopling dalam konfigurasi Kretschmann. Besaran yang diamati yaitu perubahan reflektansi oleh adanya variasi sudut datang pada dua sistem lapisan tipis yaitu emas/nanomagnetik Fe_3O_4 dan emas/ nanomagnetik Fe_3O_4 /formalin.
2. Bahan yang digunakan dalam sintesis magnetik Fe_3O_4 yaitu FeCl_3 , FeSO_4 dan PEG 6000.
3. Logam yang akan digunakan berupa emas (Au) 99% yang memiliki resistansi $2,44 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{m}$, memiliki ketahanan terhadap oksidasi maupun korosi.
4. Laser yang digunakan untuk pengambilan data adalah laser merah Helium Neon (HeNe) dengan panjang gelombang 632.8 nm.
5. Prisma yang digunakan adalah prisma BK-7 dengan nilai indeks bias 1,51.

1.5 Manfaat Penelitian

Secara umum manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui sifat fisis dan optis material yaitu mengetahui keberadaan biomolekul berupa kurva reflektansi pada sistem lapisan tipis emas/ nanomagnetik/ formalin, sehingga penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya tentang *Surface Plasmon Resonance* (SPR).
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahwa nanopartikel Fe_3O_4 dapat digunakan sebagai bahan yang meningkatkan kepekaan sinyal SPR, sehingga membuat biosensor (SPR) lebih peka terhadap perubahan indeks bias bahan. Oleh karena itu, SPR dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan biomolekul dalam sampel material.

Spesifikasi manfaat yang diharapkan dapat diperoleh pada penelitian ini, yaitu:

1. Institusi memiliki instrument optis spektroskopi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) untuk pembuatan biosensor formalin.
2. Institusi mendukung *halal research and food safety* yang berkembang di Indonesia.
3. Terciptanya kajian baru di bidang biosensor berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR) dengan sistem lapisan tipis emas (Au)/ nanomagnetik (Fe_3O_4) untuk pembuatan biosensor formalin.

4. Mendorong perkembangan biosensor optik di Indonesia.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibuat biosensor SPR dengan konfigurasi Kretschmann yaitu sistem prisma/emas (Au)/ nanomagnetik Fe_3O_4 / formalin. Pembuatan sistem tersebut dilakukan dengan cara deposisi pada prisma. Deposisi emas menggunakan metode evaporasi sedangkan deposisi Fe_3O_4 dan formalin menggunakan metode *spray*.
2. Kurva ATR yang terbentuk menunjukkan pergeseran sudut SPR sehingga membuktikan bahwa emas (Au)/ nanomagnetik Fe_3O_4 / formalin telah terdeposisi diatas permukaan prisma. Dari eksperimen diperoleh sudut SPR serta reflektansi sebagai berikut:

Konfigurasi sistem prisma	Sudut SPR ($^\circ$)	Reflektansi
Emas (1)	$(46,2 \pm 0,05)^\circ$	0,279
Emas (1)/ Fe_3O_4	$(46,3 \pm 0,05)^\circ$	0,329
Emas (2)	$(46,2 \pm 0,05)^\circ$	0,322
Emas (2)/ Fe_3O_4	$(46,3 \pm 0,05)^\circ$	0,369
Emas (2)/ Fe_3O_4 /formalin 40 %	$(46,4 \pm 0,05)^\circ$	0,451
Emas (1)/ Fe_3O_4 /formalin 100 %	$(46,6 \pm 0,05)^\circ$	0,411

3. Sensitivitas SPR dengan sistem prisma/ emas (Au)/ lapisan emas/ nanomagnetik Fe_3O_4 / formalin (40 % dan 100 %) yaitu sebesar $8,33^\circ$ (sensitivitas terhadap perubahan indeks bias) atau $0,0033^\circ$ per persen konsentrasi (sensitivitas terhadap perubahan konsentrasi).

5.2 Saran

1. Perlu adanya optimasi alat SPR di antaranya dengan membuat dudukan laser permanen yang terpisah dengan lengan goniometer dan pada pergerakan detektor diperlengkap dengan mikrokontroler sebagai pengendali detektor tersebut.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu ketepatan sudut SPR untuk berbagai sampel pada sistem, maka sebaiknya resolusi sudut diperkecil artinya harus lebih teliti dari $0,1^\circ$.
3. Perlu dilakukan pengukuran ketebalan setelah deposisi pada Au, Fe_3O_4 dan formalin.
4. Sintesis Fe_3O_4 ditambah karakterisasi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui apakah ada gugus fungsi setelah penambahan PEG-6000.
5. Perlu adanya variasi konsentrasi pada saat sintesis nanomagnetik Fe_3O_4 yang dilapisi dengan PEG-6000.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hafidz, Ahsin W. 2010. *Fiqh Kesehatan*, Jakarta: Amzah.
- Anam, dkk. 2013. Deteksi Formalin Menggunakan Surface Plasmon Resonance (SPR) Berbasis Nanopartikel Perak sebagai Pengembangan Awal Teknologi Food Safety. *Indonesian Journal of Applied Physics Vol.3 No.2 Halaman 20*.
- Andriyani. 2019. Kajian Literatur pada Makanan dalam Perspektif Islam. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Anggraeni, Dyah. 2016. *Optimasi Kondisi Pelarutan Logam Emas (Au) Dalam Limbah Prosesor Komputer Dengan Pelarut Aqua Regia*. Skripsi. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arifin M. 2009. *Kajian Awal Fenomena Surface Plasmon Resonance Dalam Konfigurasi Kretschmann*. Skripsi. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Astawan, Made. 2006. *Mengenal Formalin Dan Bahayanya*. Jakarta: Penebar swadaya.
- Badia, A. 2007. *Surface Plasmon Resonance (SPR) Spectroscopy Theory, Instrumentations & Applications*, McGill University.
- Cabrera, L., Gutierrez, S., Menendez, N., Morales, M.P., dan Herraste, P. 2008. Magnetite Nanoparticles Electrochemical Synthesis and Characterization. *Electrochimia Acta. 53: 3436-3441*.
- Chen, Hongxia., Qi, Fangjie., Zhou, Hongjian., Jia, Shengsong., Gao, Yanmin., K Koh. Yin, dan Yongmei. 2015. Fe_3O_4 @Au Nanoparticles as a Means of Signal Enhancement in Surface Plasmon Resonance

- Spectroscopy for Thrombin Detection. *Sensor and Actuators B*, **212**, pp. **505-511**.
- Cotton, F. Albert dan Wilknsn, Geoffrey. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. (Alih bahasa: Sahati Suharto). Jakarta: UI-Press.
- Daghestani, H.N. dan Day B.W. 2010. Theory and Applications of Surface Plasmon Resonance, Resonant Mirror, Resonant Waveguide Grating, and Dual Polarization Interferometry Biosensors. *Sensor*, **10**, **9630-9646**
- Ditjen POM. 1995. *Farmakope Indonesia edisi Ke IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Dung, K. T. D., H. T. Han, H. L., Phuc, dan D. B. Long. 2009. Preparation and Characterization of Magnetic Nanoparticles with Chitosan Coating. *Journal of Physcs. Conference Series 187 Vietnam*, no. **1**. **Article ID 012036**.
- Endah, Puspitojati. 2013. *Bahaya Penggunaan Formalin Pada Makanan*. Jurnal Info Kesehatan. USU. Medan
- Gibtiah. 2019. *Perlindungan Hukum Terhadap Konsumen Atas Penggunaan Bahan Formalin Pada Makanan Dalam Perspektif Hukum Islam*. Nurani. **VOL. 19, NO. 1, JUNI 2019: 49 – 62**.
- Girindra, A. 1996. *Sertifikat daging halal Majelis Ulama Indonesia*. Fakultas Kedokteran Hewan IPB.
- Habauzit, J. Chopineau, dan B. Roig. 2006. SPR Based Biosensor: A Toll For Biodetection of Hormonal Compounds. *Anal Bional Chem*, **Vol. 387, 2006, pp. 1215-1223**.
- Harmita. 2010. *Deteksi Formalin Dan Potensi Enose Sebagai Instrument Uji Formalin*. UNIMUS.
- Harris, J. M. 1992. *Introduction of biotechnical and biomedical applications ofpoly (ethylene glycol)*, p. 1-14. In J. M. Harris (Ed). *Poly (ethylene)*.

- Heriansyah, dkk., 2015. Kajian Sifat Dielektrik Pada Nanopartikel Magnetite (Fe_3O_4) Yang Dienkapsulasi Polimer Polyethylene Glycol (PEG-4000). *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol. 16, No. 3
- Hossain, Biplob., Tasnim, Tamanna., Abdulrazak, Lway., Rana, Md Masud., Islam, Md Rabiul. 2020. *A Numerical Approach to Design the Kretschmann Configuration Based Refractive Index Graphene-MoS₂ Hybrid Layers With TiO₂-SiO₂ Nano for Formalin Detection. Photonic Sensors / Vol. 10, No. 2, 2020: 134–146.*
- Husain, S., Megasari, K., Suharyadi, E., dan Abraha, K., 2012, *Deteksi Biomolekul Dengan Menggunakan Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Sistem Logam/Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4* . Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI Himpunan Fisika Indonesia Jateng & DIY, Purworejo, hal: 99-102.
- Ihsani, Sri I., Primadhya A. E., Lia A. T. W. A., Suyatman, Bambang S/ P. 2015. *Enkapstulasi Nanopartikel Superparamagnetik Fe_3O_4 Menggunakan kitosan Alginat yang Diimpregansi Magosteen serta Modifikasi Morfologi Menggunakan Kitosan dan Tapioka*. Reseach and Development on Nanotechnology in Indonesia. Vol. 2. No. 2 91-98.
- K. S. Lee, M., Byun, K.M., dan Lee, I.S. 2011. Surface plasmon resonance biosensing based on target-responsive mobility switch of magnetic nanoparticles under magnetic fields. *Journal Materials Chemistry*. Vol 21, 2011, pp. 5156- 5162
- Kooyman, R.P.H. 2008. *Physics of Surface Plasmon Resonance, in Handbook of Surface Plasmon Resonance* (ed.R.B.M Schasfoort dan Anna J.Tudos), Cambridge, UK.
- Lide, D. R., ed. 2005. *Magnetic susceptibility of the elements and inorganic compounds. CRC Handbook of Chemistry and Physics* (PDF) (86th ed.). Boca Raton (FL) CRC Press. ISBN 0-8493-0486-5.
- Lutfiyah, M. 2017. *Kajian Teoritis Komputasi Surface Plasmon Resonance (SPR) sebagai sensor deteksi gelatin babi berbasis nanomaterial*

- Fe₃O₄-CNT*. Skripsi. Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Martin, A., Swarbick J., dan Cammarata A. 1993. *Dasar-Dasar Farmasi Fisik Dalam Ilmu Farmasetik*. Alih bahasa: Yoshita. Edisi Ke III. Jakarta: UI Press.
- Mayasari, R. 2012. *Kajian Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) Pada Biosensor SPR Dengan Menggunakan Material Graphene*. Skripsi. Program Studi Ilmu Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Nuzully, S. dkk. 2013. Pengaruh Konsentrasi Polyethylene glycol (PEG) pada Sifat Kemagnetan Nanopartikel Magnetik PEG-Coated Fe₃O₄. *Jurnal Fisika Indonesia No: 51, Vol XVII*.
- Oktivina M. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Magnetik Fe₃O₄ Terhadap Respon Surface Plasmon Resonance (SPR) Pada Lapisan Tipis Emas Dalam Konfigurasi Kretschmann*. Tesis. Program Studi S2 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Raether, H. 1986. *Surface Plasmons on Smooth and Rough Surface and on Gratings*, Springer-Verlag, Berlin.
- Rana, dkk. 2019. *Graphene-MoS₂-Au-TiO₂-SiO₂ Hybrid SPR Biosensor for Formalin Detection: Numerical Analysis and Development*. Advanced Materials Letters.
- Riyanto, A., Desi L., dan Kamsul A. 2012. *Analisis Struktur Kristal dan Sifat Magnetik pada Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄) sebagai Bahan Aktif Biosensor Surface Plasmon Resonance (SPR)*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY. ISSN.: 0853-0823.
- Sari R, Abraha K. 2012. *Simulasi Pengaruh Ketebalan Lapisan Nanopartikel Magnetik (Fe₃O₄) terhadap Respon Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR) untuk Deteksi DNA*. 77. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY, Purworejo.
- Satrio, M Agung. 2019. *Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Dengan Sistem Lapis Tipis Emas*

- (Au)/Nanomagnetik (Fe_3O_4) Untuk Deteksi Gelatin Babi. Skripsi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Sediaoetama, A.D. 1976. *Ilmu Gizi dan Ilmu Diet di Daerah Tropik*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Setyorini E. 2013. *Hubungan Praktek Higiene Pedagang Dengan Keberadaan Escherichia Coli Pada Rujak yang Dijual di Sekitar Kampus Universitas Negri Semarang. Unnes J Public Heal. 2013;2(3):1-8.*
- Sihombing, Y Alfiansyah. dan Abraha, Kamsul. 2017. Kajian Pengaruh Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4 Pada Deteksi Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR). *Jurnal Ilmu Fisika (JIF), Vol 9*
- Turbadar T. 1959. *Complete Absorption of Light by Thin Metal Films, Proc. Phys. Soc. Vol. 73, No. 1, pp. 40*
- Verma, A., Prakash, A., dan Tripathi, R. 2015. Sensitivity Enhancement of Surface Plasmon Resonance Biosensor using Graphene and Air Gap. *Optics Communications, No. 357, pp. 106-112.*
- Wardani, D.P. 2012. *Deteksi Perbedaan Gelatin Sapi dan Babi dengan Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance sebagai Kajian Awal Pengembangan Sensor Halal*. Skripsi. Program Studi Fisika FMIPA UGM Yogyakarta.
- Wijaya, Desi. 2011. *Waspada Zat Aditif Yogyakarta: Buku Biru*.
- Xu, C. 2007. *Modification of Superparamagnetic Nanoparticles for Biomedical Applications*. Dissertation. Hong Kong: M. Phil. Hong Kong University of Science & Technology.
- Y. Liu, Di song, dan J. Leng. 2014. EMI shielding performance of nanocomposites with MWCNTs, nanosized Fe_3O_4 and Fe, *Composites: Part B, Vol. 63, 2014, pp.34-40*
- Yanggo, Huzaemah Tahido. 2013. *Makanan dan Minuman Dalam Perspektif Hukum Islam*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Zozoulenko, I. 2009. *Surface Plasmon and Their Applications in Electro-Optical Device. Solid State Electronics Department of Science and Technology Linkoping Universiy Sweden.*



CURRICULUM VITAE

Curriculum Vitae (CV)



30 September 1997

SKILLS

- Analisis Sains
- English Debate
- Public Speaking

PENGALAMAN KONFERENSI, LOMBA DAN EXCHANGE

- *Exchange Program, Sit in and Reseach (One Month SANDWICH Program) Prince of Songkla University, Thailand tahun 2019*
- Presenter Konferensi Abdimas Pengabdian Masyarakat LPPM UIN Sunan Kalijaga 2020
- Juara 2 *English Debate* dalam Event Festival Bahasa IAIN Kudus se Jateng-DIY tahun 2019
- Juara 2 *Karya Tulis Ilmiah* Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
- Juara Harapan 2 *English Debate* Competition ASNC UIN Sunan Gunung Djati Bandung tingkat Nasional tahun 2018
- *Indonesia International Education Fair* tahun 2018
- delegasi UIN Sunan Kalijaga pada pembukaan *International Conference On Asean Buddhist Youth 2018* di Universitas Gadjah Mada yang diselenggarakan oleh Kementerian Pemuda dan Olahraga.
- *International Conference Sains and Engineering (ICSE)* tahun 2018
- *International Conference on Informatic for Development (ICID)* tahun 2018
- *The Best Member of English Division* SPBA UIN Sunan Kalijaga tahun 2017

IKBALUL MUTAKIN

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Telp/WA: 081321212773 - ikbalmxn@gmail.com

PENGALAMAN ORGANISASI

- **Staff Minat dan Bakat** Himpunan Mahasiswa Program Studi (HMPS) Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta 2017/2018
- **Staff Kewirausahaan** Ikatan Himpunan Mahasiswa Fisika Indonesia (IHAMAFI) Wilayah 3 2017/2019
- **Ketua Umum** Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Studi dan Pengembangan Bahasa Asing (SPBA) UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta 2019
- **Ketua** Studi Club (SC) Fisika Material Fakultas Sains dan teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta 2019
- **Staff** Kementerian Riset dan Teknologi Dewan Eksekutif Mahasiswa-Universitas 2020

PENDIDIKAN

- UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta 2017-Sekarang
Jurusan Fisika
- MAN 2 Ciamis 2013-2016
Jurusan IPA

PENGALAMAN MENGAJAR

- Tenor privat mapel bahasa Inggris, matematika, bahasa Indonesia dan fisika untuk jenjang SMP dan SMA di bimbel Jendela Ilmu Yogyakarta, Gamma Paramitha dan Gama Cendikia.
- Pengajar TPA dan BTQ di SD Muhamadiyyah Sapen
- Pengajar TPA relawan ramadhan masjid Pangeran Diponegoro Balaikota Yogyakarta

PENGALAMAN MAGANG

- Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia 2019.
Posisi sebagai peneliti Nanomagnetik
- Magang Fakultas Sains dan Teknologi 2018
Posisi sebagai koordinator konferensi

SOFTWARE



PUSAT PENELITIAN FISIKA

