

**FENOMENA *SURFACE PLASMON RESONANCE* (SPR) DALAM
KONFIGURASI KRETSCHMANN DENGAN SISTEM LAPIS TIPIS
EMAS (Au)/*NANOMAGNETITE* (Fe₃O₄) UNTUK DETEKSI GELATIN
BABI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh

Muhammad Agung Satrio

13620015

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2019**



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-4036/Un.02/DST/PP.00.9/09/2019

Tugas Akhir dengan judul : Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann dengan Sistem Lapis Tipis Emas (Au) Nanomagnetite (Fe_3O_4) Untuk Deteksi Gelatin Babi.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD AGUNG SATRIO
Nomor Induk Mahasiswa : 13620015
Telah diujikan pada : Jumat, 06 September 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

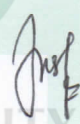
Ketua Sidang


Asih Melati, S.Si., M.Sc
NIP. 19841110 201101 2 017

Penguji I


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

Penguji II


Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19830614 200901 2 009

Yogyakarta, 06 September 2019
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan





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 : Muhammad Agung Satrio

NIM : 13620015

Judul Skripsi : Deteksi Gelatin Babi Berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR)
Dalam Konfigurasi Kretschmann dengan sistem lapis tipis *gold*
(Au)/ *Nanomagnetite* (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 mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Agustus 2019

Pembimbing

Asih Melati, M.Sc

NIP. 19841110 201101 2 017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Agung Satrio

NIM : 13620015

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul : *Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Dengan Sistem Lapis Tipis Emas(Au)/Nanomagnetite(Fe_3O_4) Untuk Deteksi Gelatin Babi* 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, 11 September 2019

menyatakan,



Muhammad Agung Satrio
NIM : 13620015

MOTTO

I am a slow walker, but I never walk back.

◁ Abraham Lincoln ▷

Siapapun bisa menangani kemenangan. Hanya yang kuat yang tahan kekalahan.

◁ Adolf Hitler ▷

Mereka yang menyukai praktik tanpa teori bagaikan pelaut yang menjalankan kapal tanpa kompas dan kemudi. Dia tidak pernah tahu di mana akan terdampar.

◁ Leonardo da Vinci ▷

Jangan menunggu. Takkan pernah ada waktu yang tepat.

◁ Napoleon Hill ▷

Berdoalah kepada Tuhanmu dengan berendah diri dan suara yang lembut.

Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas.

◁ QS. Al A'raf (7) : 55 ▷

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk orang tercinta dan tersayang atas kasihnya
yang berlimpah.

**Teristimewa Ibunda, Bapak dan saudari saya tercinta, terkasih, tersayang
dan yang terhormat.**

**Teruntuk Keluarga Fisika 2013 atas motivasi, singgungan dan *pressure* yang
diberikan.**

Motivasi yang membuat saya menjadi lebih hidup.

Singgungan yang membuat saya paham apa-apa yang harus dirubah.

Pressure yang membuat saya lebih tegar menghadapi kemungkinan terburuk.

**Teruntuk Study Club Fisika Material yang sudah menjadi wadah berdiskusi
dan bercerita.**

Semoga Study Club Fisika Material menjadi lebih berkembang dan menjadi Study
Club unggulan yang mencetak orang-orang hebat.

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Peradaban Umat Islam di Dunia

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang atas kuasa dan karunia-Nyalah penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “*Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Dengan Sistem Lapis Tipis Emas (Au)/ Nanomagnetite (Fe_3O_4) Untuk Deteksi Gelatin Babi*” ini dapat diselesaikan dengan baik. Tak lupa pula kita curahkan *sholawat* serta salam kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang mengeluarkan kita dari zaman *jahiliyah* yaitu zaman kebodohan dengan cahaya ilmu, serta dari belenggu syirik dan kekufuran menuju dunia tauhid.

Penelitian dan penulisan skripsi ini merupakan sebuah bentuk komitmen penulis sebagai mahasiswa Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan dan untuk mendapatkan gelar sarjana. Penulis menyadari bahwa dalam penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. K.H. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,
2. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,
3. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,
4. Segenap dosen pengampu mata kuliah Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan serta ilmunya,

5. Ibu Asih Melati, M.Sc., selaku pembimbing yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu serta motivasinya kepada penulis, semoga sehat selalu, dilancarkan studinya dan terus memotivasi banyak mahasiswa bimbingannya,
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing selama masa studi,
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Sujananto dan Ibu Rohaini, beserta kedua saudari saya Nurfadillah Veny Nugraha dan Salsabillah Fauzuliyah yang selalu memberikan semangat dan doa-doanya kepada penulis beserta guyonan-guyonan receh sehingga dapat menyelesaikan skripsi di waktu yang tepat,
8. Roman, Sismi, Maulina, Nurul, Erwin, Vicga, Sherly, Lizara, Andre, Galih, Putri, Amin dan teman-teman Studi *Club* Fisika Material yang selalu menjadi penyemangat dan teman diskusi,
9. Sahabat-sahabat Saintek Musik dari angkatan 2012 sampai saat ini,
10. Seluruh teman-teman Fisika angkatan 2013 yang telah berjuang bersama dalam menempuh studi S-1 di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan dan ilmunya dalam penelitian dan penulisan skripsi,

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis, Aamiin.

Ucapan terima kasih tersebut juga ditujukan untuk permohonan maaf dari penulis apabila dalam penelitian dan penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan baik secara sistematis penulisan maupun secara teknis

hingga laporan ini selesai dibuat. Semoga skripsi ini dapat dilanjutkan dan bermanfaat bagi banyak pihak, bagi penulis pribadi dan bagi para pembaca.

Yogyakarta, Agustus 2019
Penulis

Muhammad Agung Satrio



**FENOMENA SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) DALAM
KONFIGURASI KRETSCHMANN DENGAN SISTEM LAPIS TIPIS
EMAS (Au)/NANOMAGNETITE (Fe₃O₄) UNTUK DETEKSI GELATIN
BABI**

Muhammad Agung Satrio
13620015

INTISARI

Pendeteksian gelatin babi berhasil dilakukan dengan berbasis pada *Surface Plasmon Resonance* (SPR) sehingga mampu membantu berkembangnya penelitian halal riset di Laboratorium Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Konfigurasi sistem ini adalah konfigurasi Kretschmann dimana pengkoplingan terjadi antara prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe₃O₄)/ gelatin babi. Prisma yang digunakan adalah prisma BK7 dengan nilai indeks bias 1,51. logam emas digunakan karena memiliki ketahanan oksidasi yang baik untuk kondisi konfigurasi Kretschmann dan *nanomagnetite* (Fe₃O₄) mampu meningkatkan sensitivitas SPR karena tingkat dispersibilitas yang tinggi dan sifat biokompatibel yang baik. Sumber cahaya yang digunakan pada penelitian ini adalah laser He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm. Emas (Au) dideposisikan pada permukaan prisma sebesar 0,8±0,1 mg sedangkan *nanomagnetite* (Fe₃O₄) dideposisikan di atas Au dengan konsentrasi 11 mg/ml lapisan terluar adalah gelatin babi dengan konsentrasi 25%. Fenomena SPR pada sistem prisma terdeposisi emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe₃O₄)/ gelatin babi menggunakan konfigurasi Kretschmann diinvestigasi melalui pengamatan sudut SPR yang terbentuk pada kurva ATR. Pada prisma/ emas (Au) diperoleh sudut SPR (45,3°±0,05°, r= 0,294), kemudian pada konfigurasi prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe₃O₄) diperoleh sudut SPR (45,9°±0,05°, r= 0,262) bergeser sejauh 0,6° dan pada konfigurasi prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe₃O₄)/ gelatin babi diperoleh sudut SPR (46,1°±0,05°, r= 0,723) bergeser sejauh 0,2°. Berdasarkan hasil penelitian, pergeseran sudut SPR pada kurva ATR ke kanan membuktikan bahwa instrumen SPR yang digunakan pada penelitian ini mampu digunakan untuk mendeteksi gelatin babi.

Kata Kunci: *Attenuated Total Reflection* (ATR), Emas, Gelatin Babi, Halal Riset, Kretschmann, *Nanomagnetite*, *Surface Plasmon Resonance* (SPR).

**SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) USING KRETSCHMANN
CONFIGURATION WITH THIN LAYER SYSTEM OF GOLD (Au)/
NANOMAGNETITE (Fe₃O₄) FOR DETECTION PORCINE GELATIN**

Muhammad Agung Satrio
13620015

ABSTRACT

Detection of porcine gelatin was successfully carried out based on surface plasmon resonance to assist halal research in physics laboratory of UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. The configuration of this system is Kretschmann configuration where the prepping occurs between prism/ gold (Au)/ nanomagnetite (Fe₃O₄)/ porcine gelatin. The research used BK7 prism with 1,51 refractive index value. gold is used because it has a good oxidation resistance for the Kreschmann configuration conditions and nanomagnetite (Fe₃O₄) is able to increase the sensitivity of the SPR because it has a high dispersibility and good biocompatible properties. Light source that used in this research is a He-Ne laser with 632,8 nm wavelength. Gold has been deposition on the surface of a prism with 0,8±0,1 mg while nanomagnetite has been deposition on the surface of prism/ gold (Au) with 11 mg/ml concentration and the outer layer is porcine gelatin with 25% concentration. The phenomenon of SPR in deposition system of prism/ gold/ nanomagnetite/ porcine gelatin using Kretschmann configuration has been investigated through SPR-angle observation formed in the ATR-curve. The obtained SPR-angle of prism/ gold (Au) are (45,3°±0,05°, r= 0,29388), SPR-angle of prism/ gold (Au)/ nanomagnetite (Fe₃O₄) are (45,9°±0,05°, r= 0,2616) has been move as 0,6° to the right and the SPR-angle of prism/ gold (Au)/ nanomagnetite (Fe₃O₄)/ porcine gelatin are (46,1°±0,05°, r= 0,722589) has been move as 0,2° to the right. based on the research SPR-angle has moving to the right on a ATR-curve, it prove that the SPR instrument are capable to detect porcine gelatin.

Key words: *Attenuated Total Reflection (ATR), Gold, Porcine Gelatin, Halal Research, Kretschmann, Nanomagnetite, Surface Plasmon Resonance (SPR).*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Batasan Masalah	7
1.5. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Studi Pustaka	9
2.2. Landasan Teori	13
2.2.1. Persamaan-persamaa Maxwell	13
2.2.2. <i>Surface Plasmon Resonance</i> (SPR)	15
2.2.3. <i>Internal Total Reflection</i> (ITR) dan <i>Attenuated Total Reflection</i> (ATR)	17
2.2.4. Emas (Au)	20
2.2.5. <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)	21
2.2.6. Gelatin Babi	23
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	27

3.2.1. Sintesis <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	28
3.2.2. Preparasi Sampel Prisma	29
3.2.3. Pengukuran	29
3.3. Prosedur Kerja.....	31
3.3.1. Sintesis <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	34
3.3.2. Pembuatan Gelatin Babi	35
3.3.3. Pendeposisian Lapisan Emas (Au).....	36
3.3.4. Pengamatan SPR pada Sistem Prisma/ Emas (Au)	37
3.3.5. Preparasi dan Pendeposisian Larutan <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	39
3.3.6. Pengamatan SPR pada Sistem Prisma/ Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	40
3.3.7. Preparasi dan pendeposisian Gelatin Babi.....	40
3.3.8. Pengamatan SPR pada Sistem Prisma/ Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)/ Gelatin Babi	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1. Hasil Penelitian	42
4.1.1. Hasil Pendeposisian Lapisan Emas (Au) Pada Prisma.....	42
4.1.2. Hasil Pendeposisian Prisma dengan Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4) dan Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)/ Gelatin Babi	43
4.1.2.a. Hasil Pendeposisian Prisma dengan Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	43
4.1.2.b. Hasil Pendeposisian Prisma dengan Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)/ Gelatin Babi	44
4.1.3. Hasil Pengamatan Kurva ATR.....	45
4.1.3.a. Hasil Pengamatan Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au).....	45
4.1.3.b. Hasil Pengamatan Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	46
4.1.3.c. Hasil Pengamatan Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)/ Gelatin Babi	47
4.2. Pembahasan.....	48
4.2.1. Pendeposisian Emas (Au) Pada Prisma	48
4.2.2. Pendeposisian <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4) Pada Prisma/ Emas (Au)....	49
4.2.3. Pendeposisian Gelatin Babi Pada Prisma/ Emas (Au)/ <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).....	52
4.2.4. Pengamatan Kurva ATR.....	52

4.2.4.a. Pembahasan Pengamatan Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au).....	52
4.2.4.b. Pembahasan Pengamatan Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)/ Nanomagnetite (Fe_3O_4).....	53
4.2.4.c. Pembahasan Pengamatan Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)/ Nanomagnetite (Fe_3O_4) / Gelatin Babi	54
4.3. Integrasi dan Interkoneksi.....	55
BAB V PENUTUP	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran.....	57
BAB VI DAFTAR PUSTAKA.....	58
BAB VI LAMPIRAN	62
Lampiran 1 Proses sintesis <i>nanomagnetite</i>	62
Lampiran 2 Pengambilan data SPR.....	63
Lampiran 3 Proses ekstraksi gelatin babi	65
Lampiran 4 Data XRD.....	66
Lampiran 5 Data Perhitungan SPR	67
Lampiran 6 Hasil data SPR prisma/Au.....	68
Lampiran 7 Hasil data SPR prisma/Au/ Fe_3O_4	71
Lampiran 8 Hasil data SPR prisma/Au/ Fe_3O_4 /gelatin babi	74
CURICULUM VITAE.....	77

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Studi Pustaka.	12
Tabel 3.1. Alur Pelaksanaan Penelitian.....	26
Tabel 3.2. Alat-alat penelitian.....	27
Tabel 3.3. Bahan-bahan penelitian.....	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Saat gelombang mengenai bahan dielektrik dari logam.	15
Gambar 2.2. Internal Total Reflection (ITR) pada perambatan sinar dari kaca ke udara.	17
Gambar 2.3. Skema metode ATR (a) konfigurasi Otto, (b) konfigurasi Kretschmann.	19
Gambar 2.4. <i>Attenuated Total Reflection</i>	20
Gambar 2.5. Struktur kristal emas berbentuk kubus, berpusat muka dari emas dengan $a = 4r / \sqrt{2}$; a = rusuk kubus, r = jari-jari atom emas.	20
Gambar 2.6. Serbuk <i>Nanomagnetite</i> (Fe_3O_4).	22
Gambar 2.7. Struktur Kimia Gelatin.	23
Gambar 2.8. Serbuk gelatin.	24
Gambar 3.1. Diagram alir sintesis dan preparasi larutan nanomagnetite (Fe_3O_4).	31
Gambar 3.2. Diagram alir pembuatan gelatin babi.	32
Gambar 3.3. Diagram alir penelitian.	34
Gambar 3.4. Posisi prisma dan emas vacuum.	36
Gambar 3.5. Konfigurasi Kretschmann prisma/ emas (Au).	37
Gambar 3.6. <i>Setting-Up</i> alat <i>Surface Plasmon Resonance</i> biosensor.	38
Gambar 3.7. Konfigurasi Kretschmann prisma/ emas (Au)/ <i>nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)/ udara.	39
Gambar 3.8. Konfigurasi Kretschmann prisma/ emas (Au)/ <i>nanomagnetite</i> (Fe_3O_4)/ gelatin babi/ udara.	40
Gambar 4.1. Prisma terdeposisi emas (Au).	42
Gambar 4.2. Nanomagnetite (Fe_3O_4) yang terdeposisi pada permukaan prisma/ emas (Au).	43
Gambar 4.3. Gelatin babi yang terdeposisi pada permukaan prisma/ emas (Au)/ nanomagnetite (Fe_3O_4).	44
Gambar 4.4. Kurva ATR sistem prisma/ emas (Au).	45
Gambar 4.5. Kurva ATR sistem prisma/ emas (Au)/ nanomagnetite(Fe_3O_4).	46
Gambar 4.6. Kurva ATR sistem prisma/ emas (Au)/ nanomagnetite(Fe_3O_4)/ gelatin babi.	47
Gambar 4.7. Setelah Pendeposisian Emas.	48
Gambar 4.8. Kurva XRD Nanomagnetite (Fe_3O_4).	50
Gambar 4.9. SEM nanomagnetite (Fe_3O_4) yang disintesis dengan metode kopresipitasi.	51
Gambar 4.10. Pergeseran sudut SPR setelah dilakukan pendeposisian nanomagnetite (Fe_3O_4) pada permukaan prisma/ emas (Au).	53
Gambar 4.11. perbandingan sudut SPR prisma/ emas (Au)/ nanomagnetite (Fe_3O_4)/ gelatin babi.	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara dengan mayoritas penduduknya beragama Islam, berdasarkan data Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2010. Penduduk Indonesia 87,18% beragama Islam (Na'im, 2011), sehingga dapat disimpulkan bahwa Islam agama mayoritas di Indonesia. Oleh karena itu kehalalan produk-produk pangan dan lainnya harus diperhatikan dan dijamin oleh pemerintah Indonesia. Sehingga kehalalan suatu produk ini menjadi salah satu kajian penting bagi para peneliti muslim di Indonesia.

Allah SWT telah menerangkan tentang makanan maupun minuman yang halal dan haram dalam Al-Qur'an surah Al- Baqarah ayat 173 :

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَلَحْمَ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهْلَ بِهِ
لِغَيْرِ اللَّهِ ۖ فَمَنِ اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ ۚ إِنَّ
اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ (١٧٣)

yang artinya : *“Sesungguhnya Dia hanya mengharamkan atasmu bangkai, darah, daging babi, dan (daging) hewan yang disembelih dengan (menyebut nama) selain Allah. Tetapi barangsiapa terpaksa (memakannya), bukan karena menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, maka tidak ada dosa baginya. Sungguh, Allah Maha Pengampun, Maha Penyayang”* (QS. Al-Baqarah : 173) (Departemen Agama Republik Indonesia, 2019).

Ayat tersebut sangat jelas bahwa daging babi (وَلَحْمَ الْخُزِيرِ) termasuk makanan yang diharamkan bagi umat muslim, bahkan telah dijelaskan pada QS. Al-Ma'idah ayat 3. Namun banyak yang menganggap hanya daging babi saja yang diharamkan.

Menurut Jumhurul Ulama, “daging babi” diartikan bukan hanya sebatas dagingnya, tetapi mencakup semua organ tubuh lainnya. Penyebutan daging babi lebih karena daging itu merupakan organ tubuh yang paling banyak dimanfaatkan. Penggunaan kata “daging babi” ialah untuk mencakup keseluruhan organ tubuhnya. Dalam bahasa arab frase tersebut dikenal dengan istilah majaz mursal (Ramdhan, 2016). Keharaman babi itu bersifat *Ta'abbudi* bukan *Ta'aqquli*. *Ta'abbudi* itu sendiri adalah ketaatan kepada Allah SWT terhadap ketentuan hukum yang ditetapkan dalam al-Qur'an dan as-Sunnah, jelasnya lagi berarti sebagai ibadah yang harus diterima dan tidak memerlukan penalaran. Seperti ketentuan tentang sholat subuh harus dua rakaat, maka itu harus diterima dan diamalkan. Karena telah diperintahkan demikian, tidak memerlukan penalaran lagi (halalmui.org, 2012).

Salah satu produk yang kerap kali menimbulkan keresahan pada masyarakat adalah produk berunsur hewan babi, sebagai contoh produk kesehatan yang mengandung kolagen babi. Babi memiliki kandungan kolagen, asam alfa hidroksi (AAH) dan lemak sehingga bisa dimanfaatkan dalam dunia kesehatan yang sebenarnya pada hewan ternak halal juga ada kandungan sejenis.

Dewasa ini beberapa bagian tubuh babi banyak digunakan untuk pembuatan produk tertentu, sebagai contoh pembuatan gelatin babi yang menjadi salah satu bahan baku pembuatan kapsul (obat-obatan) yang kebanyakan di impor. Pada

tanggal 30 Januari 2018 BPOM secara resmi melalui surat edarannya di situs resmi BPOM menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengawasan terhadap produk yang beredar di pasaran (*post-market vigilance*) melalui pengambilan contoh dan pengujian terhadap parameter DNA babi, ditemukan bahwa terdapat produk obat yang beredar di pasaran terbukti positif mengandung DNA Babi. Kasus demikian juga sering terjadi di beberapa tahun terakhir, sedangkan pada UUD NO.33.2014 Pasal 47 Ayat 3 menyatakan bahwa sertifikat halal yang diterbitkan oleh lembaga halal luar negeri wajib diregistrasi oleh BPJPH (Badan Penyelenggaraan Jaminan Produk Halal) sebelum produk diedarkan di Indonesia.

Banyaknya celah bagi para produsen nakal dan beberapa kecemasan tentang peredaran produk haram ini maka pada akhirnya LPPOM MUI pada tanggal 24 juni 2011 mulai mengadakan suatu acara tahunan yaitu INDHEX (Indonesia Halal *Exhibition*) yang menunjang berkembangnya *halal research* di Indonesia, termasuk penelitian – penelitian yang dilakukan guna mendapatkan informasi tentang kehalalan suatu produk. Penelitian *halal research* di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sendiri sedang dikembangkan dimana salah satunya mengenai sensor *biocompatible*, dimana hasil yang didiapatkan sangat ramah lingkungan dan salah satu penerapan sesor *biocompatible* ialah biosensor berbasis optik, yaitu suatu perangkat yang memanfaatkan molekul-molekul (DNA) makhluk hidup lalu digabungkan dengan transduser untuk mendeteksi komposisi molekul dengan arus listrik sebagai outputnya. Arus listrik tersebut kemudian diproses sehingga diperoleh hasil yang dapat diolah kembali untuk dibandingkan dengan referensi

yang sudah ada. Pada penelitian *halal reseach* ini gelatin babi digunakan sebagai bahan deteksi melalui perangkat biosensor.

Dasar teknologi pada perangkat biosensor berbasis optik adalah fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) dimana SPR merupakan suatu fenomena optik ketika terjadinya resonansi saat osilasi bersama antara gelombang cahaya dengan elektron bebas (plasma) yang menjalar sepanjang lapisan permukaan logam dengan vektor medan magnetnya sejajar permukaan logam. Sistem biosensor dapat dikembangkan melalui fenomena SPR yang terjadi, sehingga dalam pengujian biomolekulnya lebih akurat dan terkontrol. Biosensor berbasis optik merupakan sensor generasi baru dan memiliki beberapa aspek penting yang menjadi pertimbangan digunakannya biosensor jenis ini yaitu, adanya penurunan sinyal *noise* (gangguan), preparasi sampel menjadi lebih mudah, operasional pengukuran menjadi lebih baik (Chen *dkk*, 2015), adanya penurunan dalam jumlah sampel yang dibutuhkan dan waktu operasional menjadi lebih singkat (Oktivina. 2016).

Biosensor optik sangat potensial untuk dikembangkan terus untuk menggantikan biosensor konvensional yang memiliki banyak keterbatasan. Salah satu fenomena biosensor optik adalah *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang dimanfaatkan untuk mendeteksi penyerapan biomolekul, SPR memiliki *sensitivitas* dan respons yang cepat terhadap perubahan indeks bias pada permukaan sensor. Beberapa bentuk pengaplikasian SPR pada kehidupan sehari-hari, yaitu dapat mengukur konsentrasi biomolekul, ketebalan, dan data ikatan kinetik untuk *analyte* biologi tertentu seperti antigen/antibodi, ligan/reseptor, reaksi protein, hibridisasi DNA (Choi, 2011), untuk mendeteksi kemurnian biomolekul (Husain, 2012), serta

mendeteksi formalin sebagai pengembangan awal teknologi *Food Safety* (Anam, 2013). Secara umum terdapat dua jenis protokol pendeteksi biosensor optik, yaitu pendeteksi berbasis *fluorescence* dan pendeteksi *label-free*. Di dalam pendeteksi berbasis *fluorescence*, target biomolekul berinteraksi kuat dengan suatu bahan *fluorescence* tertentu misalnya *dye* sehingga munculnya intensitas *fluorescence* akan mengindikasikan kehadiran biomolekul target. Proses pendeteksian molekul ini lebih sulit, karena biomolekul target harus dimodifikasi terlebih dahulu supaya dapat berinteraksi kuat dengan bahan *fluorescence* tertentu. Di samping itu pendeteksian jenis ini hanya terbatas pada satu biomolekul tertentu saja (Momeni, 2009).

SPR akan mengalami pergeseran sudut dikarenakan adanya perbedaan parameter optik lapisan yang dilewati cahaya. Hal ini menjadi dasar mengapa fenomena SPR dapat digunakan sebagai biosensor dengan berbagai biomolekul dilapisi di atas prisma dan logam. Pada proses persiapan sampel terdapat beberapa biomolekul yang dapat dilapisi pada logam secara langsung, namun respon yang diperoleh lemah ketika dideteksi menggunakan SPR. Hal ini membuktikan bahwa SPR membutuhkan suatu bahan aktif yang diperlukan untuk meningkatkan sensitivitasnya dan dalam skala nanometer sehingga fungsi bahan tersebut untuk mendeteksi biomolekul akan lebih optimal (Thoyibi *dkk*, 2015). Untuk lebih mengoptimalkan pendeteksian sistem SPR, digunakan material yang dapat berinteraksi baik dengan biomolekul yaitu emas (Au), emas memiliki beberapa keunikan, yaitu emas memiliki daya resistansi sebesar $2,44 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot m$ sehingga memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan korosi dalam berbagai lingkungan

(Verma *dkk*,2015), emas dapat dengan mudah di konjugasikan dengan bahan biologis sehingga dengan mendeposisikan emas (Au) pada sistem SPR *biosensor* menjadi salah satu menjadi salah satu syarat dalam SPR biosensor untuk mendeteksi gelatin babi. Sistem SPR akan menjadi lebih responsif bila dilapisi dengan material lain yang mampu meningkatkan sensitivitas SPR. Sehingga pada penelitian ini menggunakan *nanomagnetite* (Fe_3O_4) yang memiliki sifat superparamagnetik sehingga mampu berinteraksi baik dengan biomolekul (Sari, 2012). Menurut (Riyanto, 2012) sampel *nanomagnetite* (Fe_3O_4) dengan ukuran butir yang kecil merupakan sampel yang paling berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agen imobilisasi biomolekul dalam aplikasi biosensor SPR.

Berdasarkan beberapa hal yang telah diuraikan, fokus penelitian ini adalah pembuatan biosensor spektroskopi *surface plasmon resonance* (SPR) di Laboratorium Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta dan melakukan pengujian spektroskopi melalui pengamatan fenomena SPR yang terjadi setelah lapisan tipis emas di deposisi dengan *nanomagnetite* (Fe_3O_4) dan gelatin babi menggunakan konfigurasi Kretschmann. Dengan konfigurasi Kretschmann penelitian ini memungkinkan untuk dilakukan secara eksperimen. Pengamatan dilakukan berdasarkan hubungan antara nilai *reflektansi* (r) dengan *sudut datang* (θ) menggunakan metode pengkoplingan prisma dalam konfigurasi Kretschmann. Dimana, konfigurasi Kretschmann bisa langsung mendeposisikan bahan diatas permukaan prisma sehingga mampu menjadi data awal untuk mengetahui apakah pada suatu produk tertentu memiliki kandungan gelatin babi di dalamnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mendeposisikan emas (Au) pada permukaan prisma?
2. Bagaimana membuat sistem SPR dengan lapisan emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4)/ gelatin babi?
3. Bagaimana fenomena SPR pada sistem prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4)/ gelatin babi?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah:

1. Mendeposisi lapisan tipis emas (Au) pada permukaan prisma.
2. Membuat lapisan tipis prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4)/ gelatin babi.
3. Mengamati fenomena SPR yang terjadi pada sistem prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4)/ gelatin babi dan mencari sudut SPR yang terbentuk.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian tentang sistem biosensor berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR) ini terbatas pada:

1. 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.

2. *Nanomagnetite* (Fe_3O_4) digunakan untuk mengoptimalkan pendeteksian SPR karena memiliki sifat *superparamagnetic*.
3. Laser yang digunakan untuk pengambilan data adalah laser Helium Neon (HeNe) dengan panjang gelombang 632.8 nm.
4. Prisma yang digunakan adalah prisma BK-7 dengan nilai indeks bias 1,51.
5. Subjek yang akan dideteksi pada penelitian ini adalah gelatin babi. Gelatin babi yang digunakan adalah gelatin ekstraksi kulit babi.
6. Berfokus pada pengamatan fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang didasarkan pada hubungan antara reflektansi dan sudut datang menggunakan metode pengkoplingan prisma dalam konfigurasi Kretschmann.

1.5. Manfaat Penelitian

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

1. Bagi institusi :
 - Institusi memiliki instrument optis spektroskopi *Surface Plasmon Resonance* (SPR) untuk pembuatan biosensor gelatin babi.
 - Institusi mendukung *halal research* yang berkembang di Indonesia.
2. Bagi akademisi :
 - Terciptanya kajian baru di bidang biosensor berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR) dengan sistem lapisan tipis emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4) untuk pembuatan biosensor gelatin babi.
 - Mendorong perkembangan biosensor optik di Indonesia.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Telah berhasil dilakukan pendeposisian emas (Au) dengan jumlah terdeposisi sebanyak $0,8 \pm 0,05$ mg. ditunjukkan dengan terbentuknya lapisan berwarna keemasan diatas permukaan prisma.
2. Pendeposisian *nanomagnetite* dan gelatin babi juga telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode *spray* dengan konsentrasi masing - masing lapisan 11 mg/ml untuk *nanomagnetite* dan 25 % untuk gelatin babi.
3. Kurva ATR yang terbentuk menunjukkan pergeseran sudut SPR sehingga membuktikan bahwa emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4)/ gelatin babi telah terdeposisi diatas permukaan prisma. Dengan sudut SPR dan reflektansi untuk masing masing lapisan yaitu ($45,3^\circ \pm 0,05^\circ$, 0,29388) untuk lapisan emas pada prisma, ($45,9^\circ \pm 0,05^\circ$, 0,28526) untuk lapisan emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4) pada prisma, ($46,2^\circ \pm 0,05^\circ$, 0,78957) untuk lapisan emas (Au)/ *nanomagnetite* (Fe_3O_4)/ gelatin babi pada prisma. Dan pergeseran masing-masing lapisan sebesar ($0,6^\circ$) dan ($0,2^\circ$).

5.2. Saran

1. Optimasi alat instrumen dengan membuat dudukan laser permanen yang terpisah dengan lengan goniometer.
2. Alat instrumen SPR diperlengkap dengan mikrokontroler sebagai kendali pergerakan detektor.
3. Untuk mendeteksi gelatin perlu dilakukan variasi konsentrasi sehingga kemampuan sensor lebih optimal.

BAB VI

DAFTAR PUSTAKA

- Anam M.K, Narindra R, Thoyibi, Abraha K. (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 201**.
- Arifin M. (2009). *Kajian Awal Fenomena Surface Plasmon Resonance Dalam Konfigurasi Kretschmann*. Skripsi, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Australian Microscopy & Microanalysis Research Facility. *Scanning Electron Microscope Training module*.(ammrf.org.au/myscope/sem/introduction).
- Badia A. (2007). *Surface Plasmon Resonance (SPR) Spectroscopy Theory, Instrumentation & Applications*. McGill University.
- Bahrami, A. *et al.* (2015). Surface Plasmon Sensor Based On Polypyrrole Multiwalled Carbon Nanotube Composite Layer To Detect Al (III) In Aqueous Solution. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* **Vol. 10, No. 2, hal: 535 – 541**.
- Balti, R. E. (2010). Extraction and Functional Properties of Gelatin from The Skin of Cuttlefish (*Sepia Officinalis*) Using Shooth Hound Crude Acid Protease-Aided Prcess. *Food Hydrocolloids*, **943-950**.
- Chaplin, M. (2005). Gelatin. www.lsbuc.ac.uk. diakses pada 23 Agustus 2019.
- Chen, H, Qi, F., Zhou, H., Jia, S., Gao, Y., Koh, K., dan Yin, Y., (2015). Fe₃O₄@Au Nanoparticles as a Means of Signal Enhancement in Surface Plasmon Resonance Spectroscopy for Thrombin Detection. *Sensor and Actuators B*, **212, pp. 505-511**.
- Choi, S.H., Kim, Y.L., dan Byun, K.M., 2011, Graphene on Silver Substrates for Sensitive Surface Plasmon Resonance Imaging Biosensors. *Optics Express*, **Vol. 19, No. 2, pp. 458**.
- GMIA, (2012). *Gelatin Handbook*, USA: Gelatin Manufactures Institute of America.
- Hastuti D., Sumpe I. (2007). Pengenalan dan Proses Pembuatan Gelatin. *MEDIAGRO*. **Vol 3, No 1**.
- 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.
- 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 Fe_3O_4 -CNT*. Skripsi. Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Momeni B, Siva Yegnanarayanan, Soltani M, Ali Asghar Eftekhar, Ehsan Shah Hosseini, and Ali Adibi. (2009). Silicon nanophotonic devices for integrated sensing. *Journal of Nanophotonics* 3(1), 031001. <https://doi.org/10.1117/1.3122986>
- Mustollah H. (2016). *Analisa Profil Protein Gelatin Sapi dan Gelatin Babi Gummy Vitamin C menggunakan Metode SDS-PAGE (Sodium Dodecyl Sulphate Poly Acrylamide Gel Electrophoresis)*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Nagarajan, R., dan Hatton, T. A. (2008). *Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Passivation and Functionalization*. ACS Symposium Series 996. Washington, DC.
- Na'im A & Syaputra H. (2011). *Kewarganegaraan, Suku Bangsa, Agama, dan Bahasa Sehari-hari Penduduk Indonesia*. Hal 10-11. ISBN: 978-979-064-417-5
- Oktivina M. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Magnetik Fe_3O_4 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.
- Puspitaningrum, Y. (2015). *Deteksi DNA Gelatin Sapi dan Gelatin Babi pada Simulasi Gummy Vitamin C menggunakan Real-Time PCR untuk Analisis Kehalalan*. Skripsi. Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kedokteran, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Ramdlan, Ma'afi. 2016. *Hukum Daging Babi dan Organ Lainnya*, <https://islam.nu.or.id/post/read/70708/hukum-daging-babi-dan-organ-lainnya>, diakses pada 7 May 2018.

- Riyanto A., 2012, *Sintesis Nanopartikel Fe₃O₄ (Magnetit) dan Potensinya Sebagai Material Aktif Pada Permukaan Sensing Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance*, Tesis, Program Studi S2 Ilmu Fisika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- 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 & DIY, Purworejo*.
- Sadang Husain, Kiki Megasari, E. Suharyadi, Kamsul Abraha. (2012). *Deteksi Biomolekul dengan Menggunakan Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Sistem Logam/Nanopartikel Magnetik Fe₃O₄*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY, Purworejo 14 April 2012.
- Sahilal, A.M., Mohd. Fadly, L., Norrakiah, A. S. Aminah, A., Wan Aida, W.M.Ma'aruf, A. G and Mohd. Khan, A. 2012. Halal Market surveillance of soft and hard gel capsules in pharmaceutical products using PCR and southern-hybridization on the biochip analysis. *International Food Research Journal* **19(1): 371-375 (2012)**.
- Schrieber, R., dan H. Gareis. 2007. *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KgaA. German.
- Schott Optical Glass Catalogue of August (2010). *Refractive Index of Schott N-BK7*, website: <https://www.filmetrics.com/refractive-index-database/Schott+N-BK7>, diakses pada 19 mei 2019.
- Sopra Material Library. *Refractive Index of Au, Gold*, website: <https://www.filmetrics.com/refractive-index-database/Au/Gold>, diakses pada 19 mei 2019.
- Steele, I. M., L. J., Gaspar, J. C., McMahon, G., Marquez, M. A. & Vasconcellos, M. A. Z. 2000. Comparative Analysis of Sulfides for Gold using SXRF and SIMS. *The Canadian Mineralogist*, **38: 1 – 10**.
- Taufiq, Ahmad, F. Abdulloh, W. Renik, Sunaryono. (2008). Sintesis Partikel Nano Fe₃-x Mnx O₄ Berbasis Pasir Besidan Karakterisasi Struktur serta Kemagnetannya, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi volume I*.
- T.T. Dung, T.M. Danm, L.T.M. Hoa, D.M. Chien & N.H. Duc (2009) Structural and Magnetik Properties of Starch-Coated Magnetite Nanoparticles. *Journal of Experimental Nanoscience*, **4:3, 259-267**, DOI:10.1080/17458080802570609

Verma, A., Prakash, A., dan Tripathi, R. (2015). Sensitivity Enhancement of Surface Plasmon Resonance Biosensor using Graphene and Air Gap, *Optics Communications*. **No. 357, Hal:106-112.**

Wardani D. P, Arifin M, Suharyadi E, Abraha K. (2015). Quantitative detection of bovine and porcine gelatin difference using surface plasmon resonance based biosensor. *Optical Sensors. Proc. of SPIE Vol. 9506 95060W-1*

