

---

# Fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Dalam Konfigurasi Kretschmann Dengan Sistem Lapis Tipis Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Untuk Deteksi Gelatin Babi

Muhammad Agung Satrio<sup>1\*</sup>, Asih Melatih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Jl. Marsda Adisucipto  
519739, Indonesia.

\*E-mail: [agung.satrio8995@gmail.com](mailto:agung.satrio8995@gmail.com)

## INTISARI

Telah berhasil dilakukan deteksi gelatin babi berbasis pada *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang 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* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) / 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* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 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  $0,8 \pm 0,1$  mg sedangkan *nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dideposisikan di atas emas (Au) dengan konsentrasi 11 mg/ml. Lapisan terluar adalah gelatin babi dengan konsentrasi 25%. Fenomena SPR pada sistem ini diinvestigasi melalui pengamatan sudut SPR yang terbentuk pada kurva ATR. Pada prisma/ emas (Au) diperoleh sudut SPR ( $45.3^\circ \pm 0.05^\circ$ ,  $r = 0.294$ ), kemudian pada konfigurasi prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) diperoleh sudut SPR ( $45.9^\circ \pm 0.05^\circ$ ,  $r = 0.262$ ) bergeser sejauh  $0.6^\circ$  dan pada konfigurasi prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) / gelatin babi diperoleh sudut SPR ( $46.1^\circ \pm 0.05^\circ$ ,  $r = 0.723$ ) bergeser sejauh  $0.2^\circ$ . Berdasarkan hasil penelitian, pergeseran sudut SPR pada kurva ATR ke kanan membuktikan bahwa deteksi gelatin babi berhasil dilakukan dengan sensor berbasis fenomena SPR.

**Kata Kunci:** Gelatin babi, Halal Riset, *Kretschmann*, *Nanomagnetite*, *Surface Plasmon Resonance* (SPR).

## 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 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) / 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 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 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  $0,8 \pm 0,1$  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 ( $45.3^\circ \pm 0.05^\circ$ ,  $r = 0.29388$ ), SPR-angle of prism/ gold (Au)/ nanomagnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) are ( $45.9^\circ \pm 0.05^\circ$ ,  $r = 0.2616$ ) has been move as  $0.62^\circ$  and the SPR-angle of prism/ gold (Au)/ nanomagnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) / porcine gelatin are ( $46.1^\circ \pm 0.05^\circ$ ,  $r = 0.722589$ ) has been move as  $0.2^\circ$ . based on the research SPR-angle has moving to the right on a ATR-curve, it prove that detection of porcine gelatin was successfully carried out with censor based on SPR phenomenon.*

**Keywords:** Halal research, *Kretschmann*, *Nanomagnetite*, *Porcine gelatin*, *Surface Plasmon Resonance* (SPR).

---

## Pendahuluan

Dewasa ini beberapa bagian dari babi banyak digunakan untuk pembuatan produk pangan, salah satunya adalah pembuatan gelatin babi yang menjadi salah satu bahan baku pembuatan kapsul (obat-obatan) dan 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, 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. Penelitian *halal research* di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sendiri sedang dikembangkan dimana salah satunya mengenai sensor *biocompatible*, dimana hasil yang didapatkan sangat ramah lingkungan dan salah satu penerapan sensor *biocompatible* ialah biosensor berbasis optik. 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<sup>[1]</sup>. 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<sup>[2]</sup>, adanya penurunan dalam jumlah sampel yang dibutuhkan dan waktu operasional menjadi lebih singkat<sup>[3]</sup>.

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<sup>[4]</sup>, untuk mendeteksi kemurnian biomolekul<sup>[5]</sup>, serta mendeteksi formalin sebagai pengembangan awal teknologi *Food Safety*<sup>[6]</sup>. 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<sup>[7]</sup>.

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<sup>[6]</sup>. 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 [8], emas dapat dengan mudah di konjugasikan dengan bahan biologis sehingga dengan mendeposisikan emas (Au) pada sistem SPR *biosensor* 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 [11]. Sampel *nanomagnetite* ( $Fe_3O_4$ ) yang memiliki ukuran butir yang kecil merupakan sampel yang paling berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agen imobilisasi biomolekul dalam aplikasi biosensor SPR [9].

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* [10]. Dengan konfigurasi *Kretschmann* penelitian ini memungkinkan untuk dilakukan secara eksperimen. Pengamatan dilakukan berdasarkan hubungan antara nilai reflektansi ( $r$ ) dengan sudut datang ( $\theta$ ) menggunakan metode pengkoplingan prisma dalam konfigurasi *Kretschmann*. Dimana, konfigurasi *Kretschmann* bisa langsung mendeposisi bahan diatas permukaan prisma sehingga mampu menjadi data awal untuk mengetahui apakah pada suatu produk tertentu memiliki kandungan gelatin babi di dalamnya.

## Metode Penelitian

### Material

Material yang digunakan adalah prisma BK-7 dengan indeks bias 1,51 [11], Emas (Au 99%) Semar Nusantara (Yogyakarta, Indonesia), *nanomagnetite* ( $Fe_3O_4$ ) hasil sintesis, gelatin babi yang di dapat dari kulit babi di pasar tradisional, laser merah (He-Ne) dengan panjang gelombang  $\lambda = 632,8$  nm, akuabides, ethanol, sabun.

### Pendeposisi lapisan Emas (Au) pada Prisma

Emas dengan konsentrasi 99% dilapisi di atas permukaan prisma menggunakan *vacuum evaporator* di PSTA-BATAN, Yogyakarta. Massa emas yang dideposisikan di atas prisma yaitu 15 mg dan didapatkan massa emas yang terdeposisi sebanyak 0.8 mg untuk setiap prisma.

### Deposisi lapisan *Nanomagnetite* ( $Fe_3O_4$ ) pada Prisma/ Emas (Au)

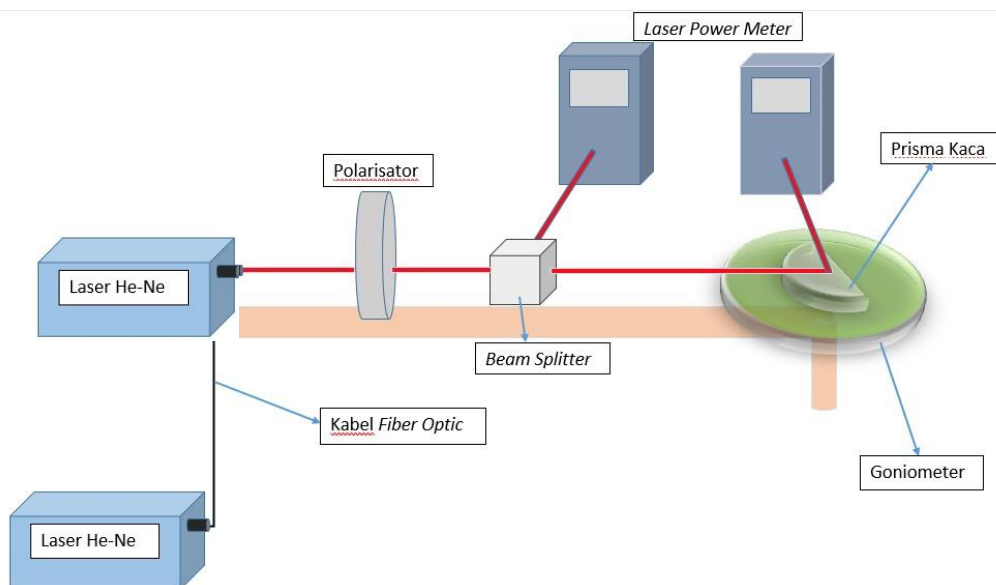
*Nanomagnetite* ( $Fe_3O_4$ ) hasil sintesis yang bersumber dari pasir besi pantai Congot (Kulonprogo, Yogyakarta) dideposisi di atas permukaan sistem Prisma/ Emas (Au) dengan konsentrasi 11 mg/ml. pendeposisian dilakukan dengan metode *spray*.

### Deposisi lapisan gelatin babi pada Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $Fe_3O_4$ )

Gelatin babi hasil sintesis yang bersumber dari pasar Kranggan (Yogyakarta) dengan konsentrasi 25% dideposisi di atas permukaan sistem Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $Fe_3O_4$ ) menggunakan metode *spray*.

### Pengamatan Fenomena SPR

Pengamatan fenomena SPR dilakukan dengan menggunakan metode ATR yaitu mencatat reflektansi untuk setiap variasi sudut datang dari  $30^\circ$  hingga  $60^\circ$ . Pengamatan dilakukan untuk setiap penambahan sistem lapisan tipis.

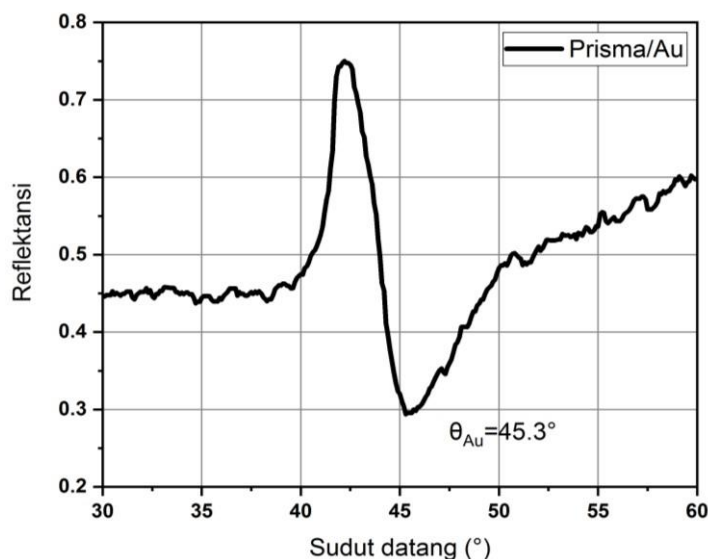


Gambar 1. Skema alat Surface Plasmon Resonance (SPR).

## Hasil dan Pembahasan

### Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)

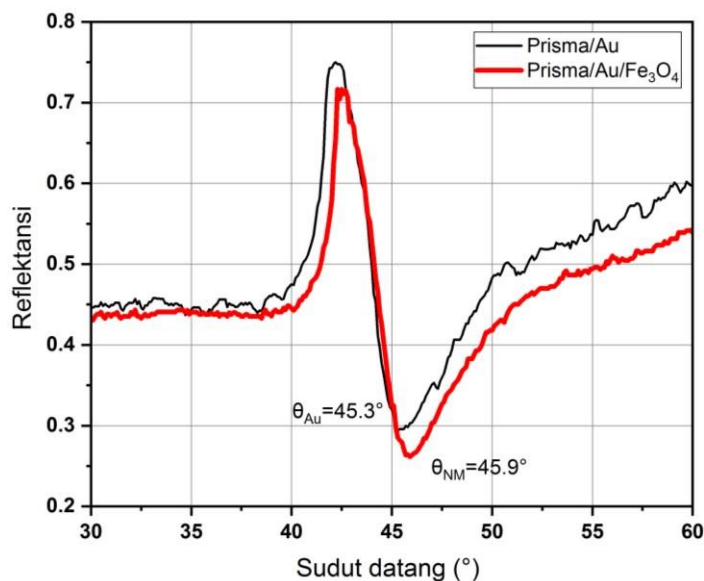
Pendeposisian lapisan emas diatas permukaan prisma berguna sebagai syarat terjadinya fenomena SPR dengan dibuktikan oleh bertambahnya masa prisma ( $102317.7 \pm 0.1$  mg) setelah dideposisi menjadi ( $102318,5 \pm 0,1$  mg) dan kurva ATR. Pengamatan yang dilakukan menunjukkan terbentuknya sudut SPR ( $45.3^\circ \pm 0.05^\circ$ ) dengan nilai reflektansi 0.294.



Gambar 2. Kurva Attenuated Total Reflection untuk sistem prisma/ emas (Au).

### Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)/ Nanomagnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

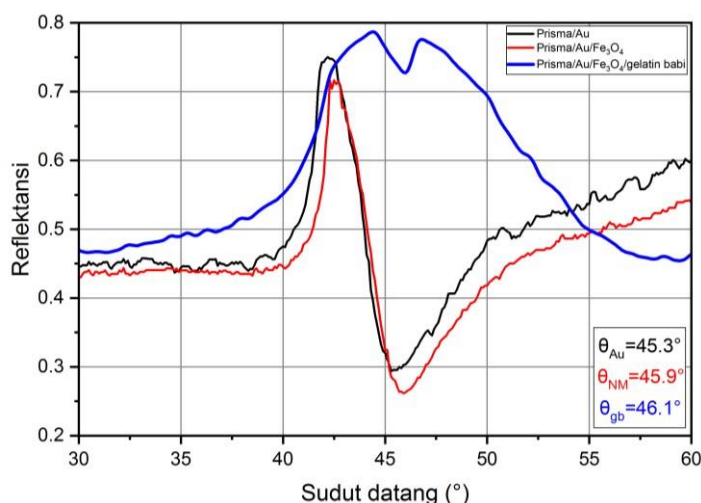
Lapisan *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang terdepresiasi diatas permukaan sistem Prisma/ Emas (Au) dibuktikan dengan penampakan bercak pada permukaan sistem yang merupakan serbuk dari *nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dengan konsentrasi 11 mg/ml dan terjadi peningkatan deteksi dari sensor dibuktikan dengan bergesernya kurva ATR sebesar  $0.6^\circ$  sehingga sudut SPR untuk *nanomagnetite* ( $45.9^\circ \pm 0.05^\circ$ ) dengan nilai reflektansi 0.285.



**Gambar 3.** Kurva *Attenuated Total Reflection* untuk sistem prisma/ emas (Au)/ *nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

### Kurva ATR Sistem Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )/ Gelatin Babi

Lapisan *gelatin babi* terdposisi pada permukaan sistem Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dengan konsentrasi 25% dibuktikan dengan perubahan warna pada permukaan prisma dan pergeseran pada kurva ATR  $0.2^\circ$  sehingga sudut SPR untuk gelatin babi ( $46.1^\circ \pm 0.05^\circ$ ) dengan nilai reflektansi 0.789. dari penampakan kurva ATR tersebut bisa membuktikan bahwa SPR mampu mendeteksi gelatin babi dengan sensitifitas yang kecil, hal ini ditunjukkan dari *peak* pada kurva SPR yang melebar disebabkan karena pengaruh konsentrasi dari larutan gelatin babi yang tinggi. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin lebar sudut yang dihasilkan<sup>[3]</sup>.



**Gambar 4.** Kurva *Attenuated Total Reflection* untuk sistem Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

### Kesimpulan dan Saran

Telah berhasil dilakukan pendeposisian Emas (Au) dengan jumlah terdposisi sebanyak  $0,8 \pm 0,05$  mg. ditunjukkan dengan terbentuknya lapisan berwarna keemasan diatas permukaan prisma. Pendeposisian *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan gelatin babi juga telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode *spray* dengan konsentrasi masing - masing lapisan 11 mg/ml untuk *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan 25 % untuk gelatin babi. Kurva ATR yang terbentuk

menunjukkan pergeseran sudut SPR sehingga membuktikan bahwa emas (Au)/ *nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )/ 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 sistem Prisma/ Emas (Au), ( $45.9^\circ \pm 0.05^\circ$ , 0.28526) untuk Sistem Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), ( $46.2^\circ \pm 0.05^\circ$ , 0.78957) untuk sistem Prisma/ Emas (Au)/ *Nanomagnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )/ Gelatin Babi dan pergeseran masing-masing lapisan sebesar ( $0.6^\circ$ ) dan ( $0.2^\circ$ ).

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

## Daftar Rujukan

- [1] Sari R, Abraha K. (2012). Simulasi Pengaruh Ketebalan Lapisan *Nanopartikel* Magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) terhadap Respon Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR) untuk Deteksi DNA. 77. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY, Purworejo*.
- [2] Chen, H, Qi, F., Zhou, H., Jia, S., Gao, Y., Koh, K., dan Yin, Y., (2015).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ @Au Nanoparticles as a Means of Signal Enhancement in Surface Plasmon Resonance Spectroscopy for Thrombin Detection. *Sensor and Actuators B*, **212**, pp. **505-511**.
- [3] Oktivina M. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Magnetik  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  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.
- [4] 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**.
- [5] Husain, S., Megasari, K., Suharyadi, E., dan Abraha, K. (2012). Deteksi Biomolekul Dengan Menggunakan Fenomena Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Sistem Logam/Nanopartikel Magnetik  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI, Himpunan Fisika Indonesia Jateng & DIY, Purworejo*. hal: **99-102**.
- [6] 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**.
- [7] Momeni B, Siva Yegnanarayanan, Soltani M, Ali Asghar Eftekhari, Ehsan Shah Hosseini, and Ali Adibi. (2009). Silicon nanophotonic devices for integrated sensing. *Journal of Nanophotonics* 3(1), **031001**.
- [8] 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**.
- [9] Riyanto A., 2012, *Sintesis Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Magnetit) dan Potensinya Sebagai Material Aktif Pada Permukaan Sensing Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance*, Tesis, Program Studi S2 Ilmu Fisika, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [10] Kretschmann E and Raether H. (1968). *Radiative Decay of Non-Radiative Surface Plasmons Excited by Light*. *Zeitschrift Naturforsch* 23 A 2135-2136.
- [11] Widayanti & Melati, A. (2017). Kajian Pengaruh Material Graphene pada kinerja Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR) pada Deteksi Makanan Halal sebagai Pendukung Halal Research Center UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 7(1), 1.