

# Kajian Awal Identifikasi Perbedaan Gelatin Sapi dan Gelatin Babi Menggunakan Biosensor Berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR)

Devy Pramudyah Wardani\*, Edi Suharyadi, Kamsul Abraha

Laboratorium Fisika Material dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Universitas Gadjah Mada  
Sekip Utara BLS 21 Yogyakarta 55281

\*email: [devypramudyah.wardani@gmail.com](mailto:devypramudyah.wardani@gmail.com)

**Abstrak** – Gelatin merupakan biopolimer dengan kegunaan yang sangat luas. Sumber gelatin sendiri dapat berasal dari kulit dan tulang sapi, kulit babi maupun ikan. Dua jenis gelatin dari sumber yang berbeda, yaitu gelatin sapi dan gelatin babi telah diidentifikasi dengan biosensor berbasis *surface plasmon resonance* (SPR). Hasilnya menunjukkan adanya pergeseran sudut SPR pada lapisan tipis perak (Ag) dan gelatin babi ( $\Delta\theta_B$ ) sebesar  $1^\circ$ , dan pada lapisan tipis perak dan gelatin sapi ( $\Delta\theta_S$ ) sebesar  $1,5^\circ$ . Selisih pergeseran sudut SPR ( $\Delta\theta_{SPR}$ ) gelatin sapi dan babi sebesar  $0,5^\circ$  dimana  $\Delta\theta_S$  lebih besar dari  $\Delta\theta_B$  menunjukkan bahwa SPR mampu mengidentifikasi perbedaan dua jenis gelatin dari sumber yang berbeda. Indeks bias yang teramati menunjukkan bahwa indeks bias gelatin sapi juga lebih besar dari indeks bias gelatin babi pada konsentrasi 0,6%. Dengan kata lain, besarnya  $\Delta\theta_{SPR}$  sebanding dengan besarnya indeks bias pada antarmuka antara Ag dan gelatin.

**Kata kunci:** gelatin sapi, gelatin babi, SPR, biosensor

**Abstract** – Gelatine is a biopolymer that is widely used. Gelatine can be derived from cattle's skin and bones, pig's skin or fish. Two types of gelatin from different sources, bovine and porcine gelatine, have been identified with the *surface plasmon resonance* (SPR) based biosensor. The result showed  $1^\circ$  shift of SPR angle on a thin layer of silver and porcine gelatine ( $\Delta\theta_B$ ), and  $1,5^\circ$  shift on a thin layer of silver and bovine gelatine ( $\Delta\theta_S$ ). The difference in the SPR angle shift ( $\Delta\theta_{SPR}$ ) of bovine and porcine gelatine is  $0,5^\circ$  where  $\Delta\theta_S$  is greater than  $\Delta\theta_B$  showing that SPR is able to identify differences in the two types of gelatine from different sources. The observed refractive index showed that bovine gelatin refractive index is greater than porcine too at 6% concentration. This means, the magnitude of ( $\Delta\theta_{SPR}$ ) is proportional to the magnitude of the refractive index at interface between Ag and gelatin.

**Key words:** bovine gelatine, porcine gelatine, SPR, biosensor

## I. PENDAHULUAN

Gelatin merupakan biopolimer turunan dari kolagen yang memiliki kegunaan luas [1]. Sejumlah aplikasi dari gelatin digunakan dalam produksi makanan, produk farmasi, kosmetik dan fotografi [1,2]. Ditinjau dari sumbernya, gelatin dapat berasal dari mamalia (kulit sapi, tulang sapi, kulit babi) maupun dari ikan. Namun, untuk saat ini sumber pokok produksi gelatin berasal dari sapi dan babi [1]. Pada umumnya, gelatin yang berasal dari mamalia banyak digunakan karena ketinggian titik lebur, titik gelasi dan reversibilitas termalnya [3].

Gelatin terdiri dari dua tipe ditinjau dari proses pembuatannya, yaitu tipe A dan tipe B. Gelatin tipe A merupakan gelatin yang diproduksi melalui proses asam, sedangkan gelatin tipe B diperoleh dari proses alkalin. Perbedaan proses produksi yang digunakan ini bergantung pada sumber gelatin yang digunakan. Tipe A untuk gelatin dari babi dan tipe B untuk gelatin dari sapi [1].

Banyak kajian yang telah dilakukan tentang sifat, aplikasi dan struktur gelatin mengingat luasnya penggunaan gelatin itu sendiri. Namun gelatin dari sumber yang berbeda bisa jadi sangat mirip ditinjau dari segi sifat fisika dan kimianya. Hal ini membuatnya sulit

untuk dibedakan [4]. Upaya identifikasi perbedaan dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) pada IPNs (*Interpenetrating Polymer Networks*) yang disiapkan dengan kedua jenis gelatin yang berbeda (tipe A dan tipe B), tidak menunjukkan adanya perbedaan [5]. Hasil kromatografi juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua jenis gelatin tersebut [4].

Identifikasi perbedaan ini menjadi penting karena disamping penggunaannya yang luas, beberapa masyarakat membatasi penggunaan pada gelatin dari sumber tertentu karena kultur maupun tujuan pengobatan. Misalkan pada pengobatan tradisional Cina, gelatin yang bersumber dari keledai digunakan untuk mengobati jenis penyakit tertentu atau pada masyarakat Islam gelatin babi tidak dapat digunakan [4].

Semua jenis asam amino terkandung dalam gelatin kecuali triptofan. Adapun upaya untuk mengkaji perbedaan kedua jenis gelatin yang berasal dari sapi dan babi dari komposisi asam amino menunjukkan bahwa keduanya memiliki kandungan asam amino yang sama. Hanya saja jumlah komposisinya berbeda. Pada gelatin babi kandungan glisin, prolin dan arginin lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang terkandung dalam gelatin sapi [3].

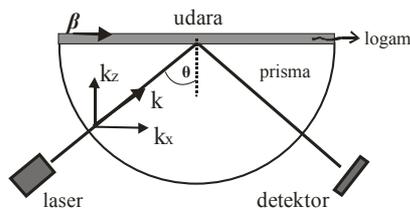
Walaupun dari pengamatan komposisi asam amino gelatin sapi dan babi menunjukkan perbedaan komposisi keduanya, proses analisisnya kurang cepat dan efisien. Untuk itu dibutuhkan sebuah biosensor yang dapat secara cepat dan akurat dapat mengidentifikasi perbedaan jenis gelatin ini. Hampir tiga dekade terakhir ini berkembang biosensor berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang sangat sensitif untuk mendeteksi dan mengidentifikasi biomolekul [6]. Hal ini disebabkan oleh konstanta propagasi *surface plasmon* (SP) sensitif terhadap perubahan indeks bias pada permukaan logam yang mengandung SP [7]. Selain itu, kelebihan biosensor berbasis SPR yang lain adalah mampu memonitor analisis waktu riil interaksi biomolekul tanpa harus melabeli molekulnya dan tidak memerlukan penyediaan sampel yang rumit [8,9].

Gelatin dari sumber yang berbeda, perbedaan komposisi asam aminonya diduga berpengaruh pada perbedaan sifat optisnya (dalam hal ini indeks biasnya). SPR sebagai biosensor yang sensitif terhadap perbedaan indeks bias ini diperkirakan mampu mengidentifikasi perbedaan kedua jenis gelatin dari sumber yang berbeda.

## II. BIOSENSOR BERBASIS SPR

SP merupakan gelombang rapat muatan longitudinal yang menyebar sepanjang antarmuka dua media. Satu media berupa logam, sedangkan yang lain berupa dielektrik. Ada dua jenis logam yang biasa digunakan dalam SPR, yaitu emas (Au) dan perak (Ag) [9]. Logam yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ag. Ada dua sistem eksperimen untuk mengeksitasi SP, yaitu yang dikembangkan oleh Otto dan Kretschmann [9, 10]. Meskipun demikian, konfigurasi *Attenuated Total Reflectance* (ATR) yang dikembangkan oleh Kretschmann adalah yang sering digunakan dalam desain instrumen SPR [9], dan yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Konfigurasi Kretschmann bersandar pada fenomena *Total Internal Reflection* (TIR). Ini terjadi ketika sinar yang menjalar melalui medium rapat (prisma) menjangkau antarmuka diantara medium ini dan medium yang lebih renggang (udara), dan dipantulkan kembali ke medium yang lebih rapat [9]. Desain konfigurasi Kretschmann dapat dilihat pada Gambar 1. Walaupun sinar datang terpantul secara total, komponen gelombang *evanescent* dari sinar ini menembus antarmuka ke dalam medium yang lebih renggang [9,10].



Gambar 1. Konfigurasi Kretschmann untuk SPR

Sinar yang digunakan pada SPR merupakan sinar terpolarisasi-*p* dan antarmuka antara prisma dan udara dilapisi dengan lapisan tipis Ag [9]. Vektor gelombang dari gelombang *evanescent* ( $k_x$ ) dinyatakan oleh

$$k_x = kn_p \sin \theta = \frac{\omega}{c} n_p \sin \theta \quad (1)$$

dengan  $\omega$  adalah frekuensi sudut sinar datang,  $n_p$  indeks bias prisma,  $\theta$  sudut sinar datang,  $c$  kecepatan cahaya dalam ruang hampa dan  $k$  vektor gelombang sinar datang. Di sisi lain, vektor gelombang atau konstanta propagasi dari SP adalah

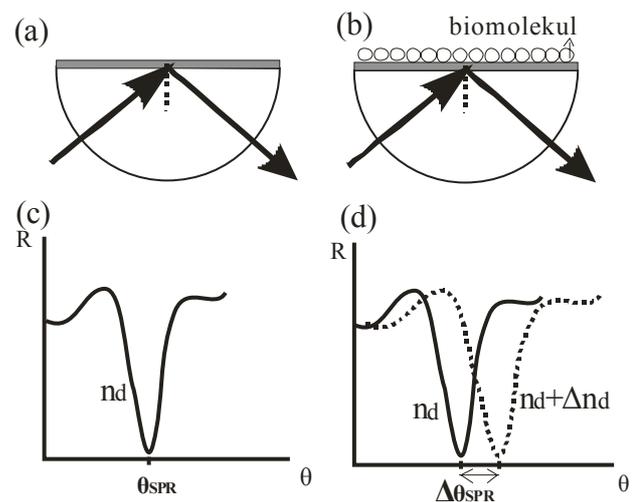
$$\beta = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_l \epsilon_d}{\epsilon_l + \epsilon_d}} = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_l n_d^2}{\epsilon_l + n_d^2}} \quad (2)$$

dengan  $\epsilon_l$  adalah konstanta dielektrik lapisan logam Ag,  $\epsilon_d$  konstanta dielektrik medium dielektrik dan  $n_d$  indeks bias medium dielektrik [6, 8-11].

Plasmon pada lapisan tipis logam dapat terkopel dengan gelombang *evanescent* pada sudut datang tertentu ketika,

$$\beta = k_x \quad (3)$$

yang berarti SP tereksitasi karena resonansi [9-11]. Sudut ini disebut sudut SPR ( $\theta_{SPR}$ ). Dari persamaan (3), terlihat bahwa  $\beta$  dipengaruhi oleh nilai indeks bias lapisan antara lapisan logam dengan lapisan dielektrik di atasnya (udara). Oleh karena itu, jika indeks bias dielektrik ( $n_d$ ) berubah oleh absorpsi dari lapisan biomolekul di atas logam sebesar  $\Delta n_d$ , maka akan terjadi pergeseran nilai  $\theta_{SPR}$  yang teramati [7,9]. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema absorpsi SPR oleh biomolekul (a) prisma dengan lapisan tipis logam, (b) prisma dengan lapisan tipis logam-biomolekul, (c) kurva ATR logam, (d) pergeseran kurva ATR karena pengaruh biomolekul

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Material

Material yang digunakan adalah lapisan tipis perak, gelatin sapi dan babi yang diproduksi di Fakultas Peternakan UGM, akuabides dari Laboratorium Kimia Dasar UGM, alkohol 96%, aseton dan sabun.

#### B. Penyiapan Prisma

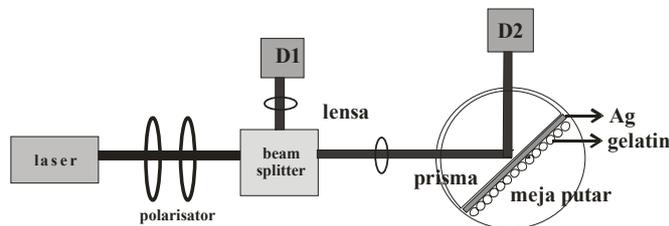
Prisma BK7 dibersihkan dengan *ultrasonic cleaner* (Cole-Palmer seri 08895-02). Mula-mula prisma dibersihkan dengan larutan aseton selama 30 menit, dilanjutkan dengan alkohol 96% selama 15 menit, lalu air sabun selama 15 menit dan terakhir dibilas dengan akuabides sebelum akhirnya dikeringkan.

#### C. Disposisi lapisan tipis Ag pada prisma

Perak (Ag) dideposisi pada prisma dengan *vacuum evaporator* (seri JEE 4X EM 300023144 RA Jeol-Technich Co Ltd, Jepang). Prisma yang digunakan ada dua yang diberi label P1 dan P2. Massa Ag yang didisposisi pada prisma masing-masing 7 mg, dievaporasi pada tekanan  $3 \times 10^{-3}$  Pa dan arus sebesar 50 A, selama 5 menit. Untuk Ag yang didisposisi pada P1 diberi label Ag1, sedangkan pada P2 diberi label Ag2.

#### D. Susunan Alat SPR

Susunan alat SPR terdiri dari Laser He-Ne OSK 5580 Ogawa Seiki Co Ltd ( $\lambda = 632,8$  nm), polarisator, *beam splitter*, lensa positif, detektor *photodiode* (CE 2000 N) D1 dan D2, meja pemutar dan prisma BK7, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain peralatan SPR untuk pengamatan gelatin

#### E. Pengamatan Kurva ATR Ag dengan SPR

Kurva ATR Ag1 dan Ag2 diamati dengan memvariasi sudut datang ( $\theta$ ) sinar laser He-Ne dari sudut  $35^\circ$ - $70^\circ$ , kemudian dibandingkan nilai sinar pantul yang teramati pada D2 terhadap sinar datang pada D1 untuk memperoleh nilai reflektansi ( $R$ ). Kemudian diplot grafik  $R$  versus  $\theta$ .

#### F. Penyiapan dan Pelapisan Gelatin

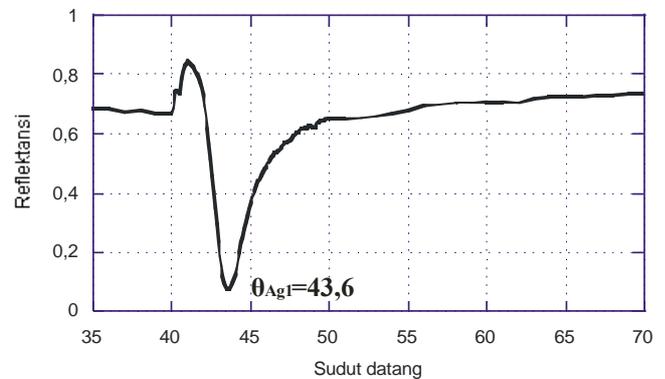
Gelatin sapi dan gelatin babi masing-masing dilarutkan dalam akuabides dengan konsentrasi 0,6%. Proses pelarutan ini dilakukan dengan pemanasan sampai suhu  $60^\circ\text{C}$ . Kemudian masing-masing gelatin dilapiskan di atas permukaan lapisan tipis Ag pada prisma dengan cara *spray*. Gelatin sapi untuk Ag1 dan gelatin babi untuk Ag2.

#### G. Identifikasi Gelatin

Indeks bias gelatin diukur dengan refraktometer. Kurva ATR diamati dengan SPR untuk P1 dengan lapisan tipis Ag1 dan gelatin babi diamati dengan memvariasi  $\theta$   $35^\circ$ - $70^\circ$ , begitu pula P2 dengan lapisan tipis Ag2 dan gelatin sapi. Kemudian dibandingkan  $\theta_{SPR}$  Ag1 dan Ag1-gelatin sapi, sedangkan Ag2 dan Ag2-gelatin babi. Dari kurva tersebut akan didapatkan selisih  $\theta_{SPR}$ , untuk gelatin sapi  $\Delta\theta_S$  dan untuk gelatin babi  $\Delta\theta_B$ . Setelah itu besar  $\Delta\theta_S$  dan  $\Delta\theta_B$  dibandingkan.

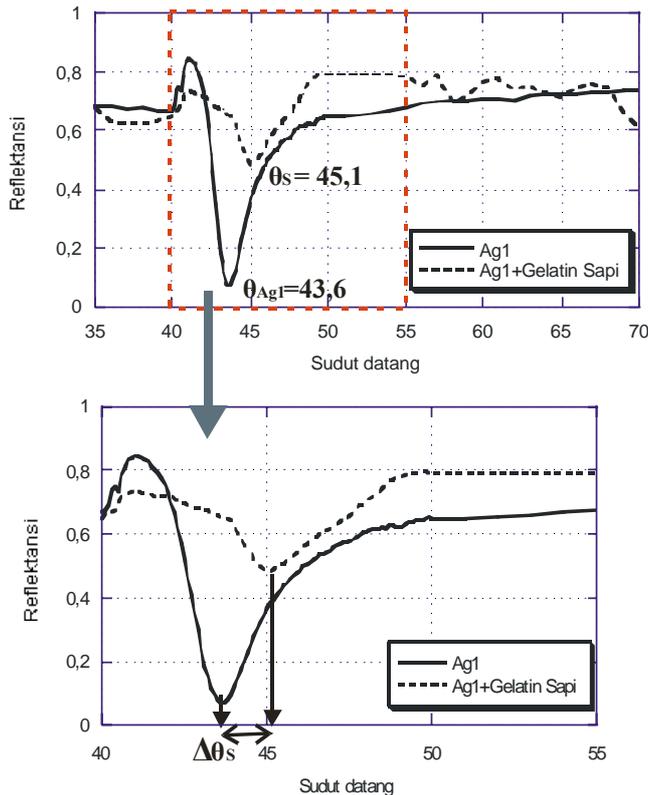
### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengamatan kurva ATR dengan SPR untuk Ag1 didapatkan  $\theta_{SPR}$  Ag1  $43,6^\circ \pm 0,05^\circ$  seperti yang terlihat pada Gambar 4. Kemudian setelah di atas lapisan perak didisposisi gelatin sapi, terlihat adanya pergeseran  $\theta_{SPR}$  ke kanan sejauh  $\Delta\theta_S$  (Gambar 5). Besarnya sudut SPR Ag1 yang telah dilapisi gelatin sapi ( $\theta_S$ ) sebesar  $45,1^\circ \pm 0,05^\circ$ , sehingga besarnya  $\Delta\theta_S$  adalah  $1^\circ$ .

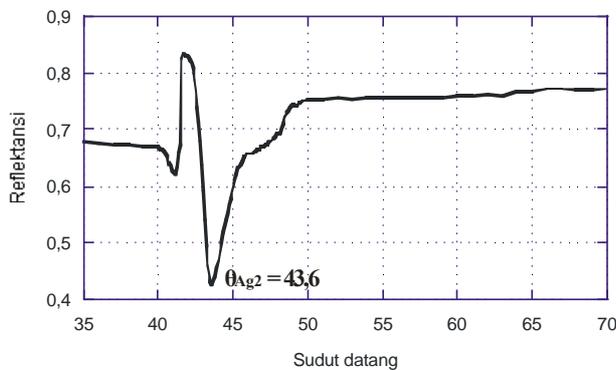


Gambar 4. Kurva ATR P1 dengan lapisan tipis Ag1

Pada pengamatan kurva ATR untuk Ag2 diperoleh  $\theta_{SPR}$  yang sama yaitu  $43,6^\circ \pm 0,05^\circ$  (Gambar 6). Setelah didisposisi dengan gelatin babi ada pergeseran  $\theta_{SPR}$  ke kanan sejauh  $\Delta\theta_B$  (Gambar 7). Besarnya sudut SPR Ag2 yang dilapisi gelatin babi ( $\theta_B$ ) sebesar  $44,6^\circ \pm 0,05^\circ$ , sehingga besarnya  $\Delta\theta_B$  adalah  $1,5^\circ$ . Dari sini terlihat bahwa besarnya  $\theta_S$  lebih besar dibanding  $\theta_B$  dengan selisih ( $\Delta\theta_{SPR}$ ) sebanyak  $0,5^\circ$

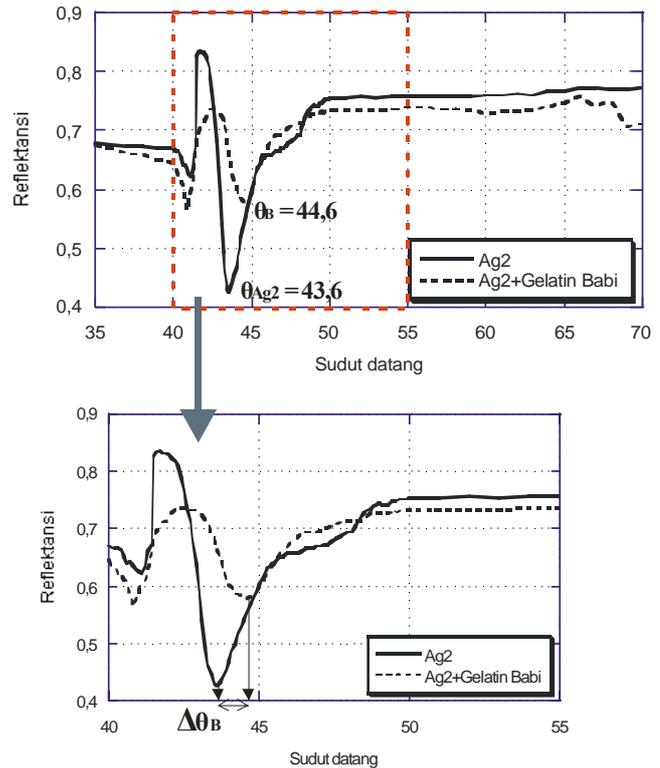


**Gambar 5.** Pergeseran sudut SPR Ag1 setelah dilapisi dengan lapisan tipis gelatin sapi.



**Gambar 6.** Kurva ATR P2 dengan lapisan tipis Ag2.

Pengamatan terhadap indeks bias kedua jenis gelatin menunjukkan bahwa indeks bias gelatin sapi ( $n_s$ ) lebih besar dari indeks bias gelatin babi ( $n_b$ ), dengan nilai  $n_s$  sebesar 1,3357 dan  $n_b$  sebesar 1,3351. Terlihat bahwa besarnya indeks bias gelatin sebanding dengan besarnya  $\Delta\theta_{SPR}$ . Namun demikian, perlu diselidiki bagaimana pengaruh variasi konsentrasi gelatin terhadap sensitifitas SPR sebagai biosensor untuk menentukan batas minimum konsentrasi dimana gelatin tersebut masih dapat dibedakan dengan SPR.



**Gambar 7.** Pergeseran sudut SPR Ag2 setelah dilapisi dengan lapisan tipis gelatin babi.

## V. KESIMPULAN

Hasil pengamatan kurva ATR dengan biosensor berbasis SPR menunjukkan bahwa ada perbedaan pergeseran sudut SPR antara gelatin sapi dan gelatin babi, dimana pergeseran sudut SPR gelatin sapi lebih besar dibanding gelatin babi. Pengamatan terhadap indeks bias menunjukkan perbandingan yang serupa, sehingga dapat dikatakan bahwa besarnya pergeseran sudut SPR sebanding dengan besarnya indeks bias antarmuka antara perak dan gelatin. Namun perlu diselidiki lagi bagaimana pengaruh variasi konsentrasi gelatin terhadap sensitifitas SPR untuk menentukan batas minimum konsentrasi dimana kedua jenis gelatin masih dapat dibedakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan dari *Grup Riset Surface Physics and Quantum Nanostructures* Lab FISMATEL UGM, Unit Pelayanan Fisika UGM, Sastriviana Wahyu S, Yuny Erwanto, S.Pt., M.P., Ph.D. dan Hibah Riset Unggulan Klaster LPPM UGM Tahun 2011.

## PUSTAKA

- [1] I. J. Haug and K. I. Draget, *Gelatin*, In: G. O. Phillips and P. A. Williams, Ed., *Handbook of Hydrocolloids Second Edition*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2009, pp. 142-163.
- [2] I. J. Haug, K. I. Draget and O. Smidsrød, Physical and Rheological Properties of Fish Gelatin Compared to

- Mammalian Gelatin, *Food Hydrocolloids*, vol.18, 2004, pp. 203-213.
- [3] Raja, M. H. R. N., Yaakob, C. M., Amin, I. And Noorfaizan, A., Chemical and Functional Properties of Bovine and Porcine Skin Gelatin, *International Food Research Journal*, vol. 18, 2011, pp. 813-817.
- [4] M. Nemati, M. R. Oveisi, H. Abdollahi and O. Sabzevari, Differentiation of Bovine and Porcine Gelatins Using Principal Component Analysis, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, vol. 34, 2004, 485-492.
- [5] H. T. Peng, L. Martineau and P. N. Shek, Hydrogel-elastomer Composite Biomaterials: 3. Effects of Gelatin Molecular Weight and Type on the Preparation and Physical Properties of Interpenetrating Polymer Networks, *J Master Sci: Mater Med*, vol. 19, 2008, pp. 997-1007.
- [6] J. Homola, Present and Future of Surface Plasmon Resonance Biosensors, *Anal Bioanal Chem*, vol. 377, 2003, pp. 528-539.
- [7] J. Homola and M. Piliarik, Surface Plasmon Resonance (SPR) Sensor, *Springer Ser Chem Sens Biosens*, vol. 4, 2006, pp. 45-67.
- [8] J. Homola, S. S. Yee and G. Gauglitz, Surface Plasmon Resonance Sensor: Review, *Sensor and Actuators B*, vol. 54, 1999, pp. 3-15.
- [9] R. J. Green, R. A. Frazier, K. M. Shakesheff, M. C. Davies, C. J. Roberts and S. J. B. Tendler, Review Surface Plasmon Resonance Analysis of Dynamic Biological Interactions with Biomaterials, *Biomaterials*, vol. 21, 2000, pp. 1823-1835.
- [10] R. P. H. Kooyman, *Physics of Surface Plasmon Resonance*, In: R. B. M. Schasfoort and A. J. Tudos, Ed., *Handbook of Surface Plasmon Resonance*, RSC Publishing, Cambridge, 2008, pp. 16-34.
- [11] S. A. Maier, *Plasmonics Fundamentals and Applications*, Springer, 2007.

#### TANYA JAWAB

##### Kusminarto, UGM

? Panjang gelombang laser yang digunakan berapa?  
? Apa bisa menembus lapisan perak (Ag)

##### Devy P,UGM

$$\sqrt{\lambda_{laser}He - Ne} = 632,8nm$$

√ Bisa karena lapisan perak (Ag) merupakan thin film ±40 nm, sedangkan evanescent wave bisa menembus interfase logam-dielektrik ±200 nm. Jadi disinari lapisan multi layer perak-gelatin harus ≤200 nm.

##### Surya

? Apakah konsentrasi berpengaruh?  
? Apakah ketebalan mempengaruhi sudut pantul?

##### Devy P,UGM

√ Ya, dan ini sedang akan diuji korelasi antara variasi konsentrasi dan  $\Delta\theta_{SPR}$  yang terjadi .  
√ Ketebalan mempengaruhi sudut SPR ( $\theta_{SPR}$ ) namun tidak mempengaruhi sudut pantul.