

INTISARI

KAJIAN *ELECTRO-OPTIC LOCALIZED SURFACE PLASMON RESONANCE* PADA STRUKTUR EMAS/NANOKOMPOSIT BERBASIS PERAK HASIL *GREEN SYNTHESIS*

Oleh:

Rafli Fandu Ramadhani
24/537409/PPA/06795

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR) dari nanokomposit berbasis perak (Ag), yaitu Ag/ZnO, Ag/TiO₂, dan Ag/rGO. Nanokomposit disintesis melalui *green synthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera* dan *Amaranthus viridis* sebagai agen pereduksi dan penstabil. Respons LSPR diukur menggunakan konfigurasi Kretschmann pada sistem empat lapisan yang terdiri dari prisma/Au/nanokomposit berbasis Ag/udara. Untuk mengkaji modulasi elektro-optik (EO) akibat perubahan konstanta dielektrik, medan listrik eksternal diterapkan pada tegangan 0,5–2,5 V yang setara dengan kuat medan 0,17–0,83 V/cm. Karakterisasi struktur, morfologi, dan optik dilakukan menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD), *Transmission Electron Microscopy–Selected Area Electron Diffraction* (TEM–SAED), *Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (SEM–EDX), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Ultraviolet–Visible Spectroscopy* (UV–Vis), yang mengonfirmasi keberhasilan pembentukan nanokomposit berbasis Ag dengan nanopartikel Ag terdistribusi baik pada matriks. Analisis XRD menunjukkan bahwa Ag/rGO memiliki ukuran kristalit terkecil (7,55 nm) dibandingkan dengan Ag/ZnO (8,20 nm) dan Ag/TiO₂ (10,51 nm). Selain itu, analisis EDX menunjukkan *loading* Ag tertinggi pada Ag/rGO sebesar 43,79 wt%, kemudian Ag/TiO₂ (36,84 wt%) dan Ag/ZnO (28,50 wt%). Hasil UV–Vis memperlihatkan pergeseran puncak LSPR, dengan Ag/rGO memiliki panjang gelombang terbesar (465 nm) serta energi celah pita terendah (2,05 eV), yang mengindikasikan peningkatan interaksi plasmonik. Hasil pengukuran SPR menunjukkan bahwa Au murni memiliki sudut resonansi 45,44° dengan reflektansi minimum ($R_{\min}$) 0,15. Penambahan Ag/ZnO menghasilkan pergeseran 0,14° dengan $R_{\min}$ 0,20, Ag/TiO₂ sebesar 0,27° dengan $R_{\min}$ 0,24, dan Ag/rGO sebesar 0,50° dengan $R_{\min}$ 0,34. Evaluasi EO menunjukkan pergeseran progresif sebesar 0,11°–0,47° disertai peningkatan $R_{\min}$ dari 0,36 menjadi 0,46. Secara keseluruhan, penambahan nanokomposit berbasis Ag pada lapisan tipis emas menyebabkan pergeseran sudut SPR yang lebih besar daripada pergeseran sudut SPR Au murni, dengan Ag/rGO menunjukkan pergeseran sudut terbesar yang mengindikasikan performa SPR terbaik, yang didukung oleh ukuran kristalit yang lebih kecil, kandungan Ag yang lebih tinggi, serta sifat optik yang lebih responsif. Sementara itu, Ag/ZnO dan Ag/TiO₂ memiliki nilai *full width at half maximum* yang lebih sempit, yang menunjukkan potensi akurasi deteksi lebih tinggi. Integrasi nanokomposit berbasis Ag hasil *green synthesis* dengan modulasi

EO menunjukkan potensi pengembangan biosensor yang ramah lingkungan dan berkinerja tinggi.

Kata kunci: *Localized surface plasmon resonance*, Modulasi elektro-optik, Nanokomposit berbasis perak, *Green synthesis*, Konfigurasi Kretschmann.

ABSTRACT

STUDY OF ELECTRO-OPTIC SURFACE PLASMON RESONANCE ON GOLD/SILVER-BASED NANOCOMPOSITE STRUCTURES VIA GREEN SYNTHESIS

By:

Rafli Fandu Ramadhani
24/537409/PPA/06795

This study aims to investigate the Localized Surface Plasmon Resonance (LSPR) of silver (Ag)-based nanocomposites, namely Ag/ZnO, Ag/TiO₂, and Ag/rGO. The nanocomposites were synthesized via green synthesis using *Moringa oleifera* and *Amaranthus viridis* extracts as reducing and stabilizing agents. The LSPR response was measured using the Kretschmann configuration in a four-layer system comprising a prism/Au/Ag-based nanocomposites/air. To examine electro-optic (EO) modulation induced by changes in the dielectric constant, an external electric field was applied at voltages of 0.5–2.5 V, corresponding to an electric field strength of 0.17–0.83 V/cm. Structural, morphological, and optical characterizations were conducted using X-ray Diffraction (XRD), Transmission Electron Microscopy–Selected Area Electron Diffraction (TEM–SAED), Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM–EDX), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Ultraviolet–Visible Spectroscopy (UV–Vis), confirming the successful formation of Ag-based nanocomposites with well-dispersed Ag nanoparticles on the matrix. XRD analysis revealed that Ag/rGO exhibited the smallest crystallite size (7.55 nm), compared to Ag/ZnO (8.20 nm) and Ag/TiO₂ (10.51 nm). In addition, EDX analysis showed the highest Ag loading in Ag/rGO at 43.79 wt%, followed by Ag/TiO₂ (36.84 wt%) and Ag/ZnO (28.50 wt%). UV–Vis results demonstrated a redshift of the LSPR peak, with Ag/rGO exhibiting the longest wavelength (465 nm) and the lowest bandgap energy (2.05 eV), indicating enhanced plasmonic interactions. SPR measurements showed that pure Au exhibited a resonance angle of 45.44° with a minimum reflectance ($R_{\min}$) of 0.15. The incorporation of Ag/ZnO resulted in a shift of 0.14° with $R_{\min}$ of 0.20, Ag/TiO₂ showed a shift of 0.27° with $R_{\min}$ of 0.24, and Ag/rGO exhibited the largest shift of 0.50° with $R_{\min}$ of 0.34. EO evaluation revealed a progressive shift of 0.11°–0.47°, accompanied by an increase in $R_{\min}$ from 0.36 to 0.46. Overall, incorporating Ag-based nanocomposites into the gold thin film produced a greater SPR angle shift than pure Au, with Ag/rGO exhibiting the largest shift, indicating superior SPR performance. This enhancement is attributed to its smaller crystallite size, higher Ag content, and more responsive optical properties. Meanwhile, Ag/ZnO and Ag/TiO₂ exhibited narrower full-width-at-half-maximum values, indicating higher potential for detection accuracy. The integration of green-synthesized Ag-based

nanocomposites with EO modulation demonstrates strong potential for developing environmentally friendly, high-performance biosensors.

Keywords: Localized surface plasmon resonance, Electro-optic modulation, Silver-based nanocomposites, Green synthesis, Kretschmann configuration.