

**PENGEMBANGAN SENSOR SERAT OPTIK BERBASIS *SURFACE
PLASMON RESONANCE* (SPR) UNTUK DETEKSI FORMALIN
PADA BAHAN MAKANAN**

TESIS



diajukan oleh:

**M FARHAN RAMADHAN
2420441003**

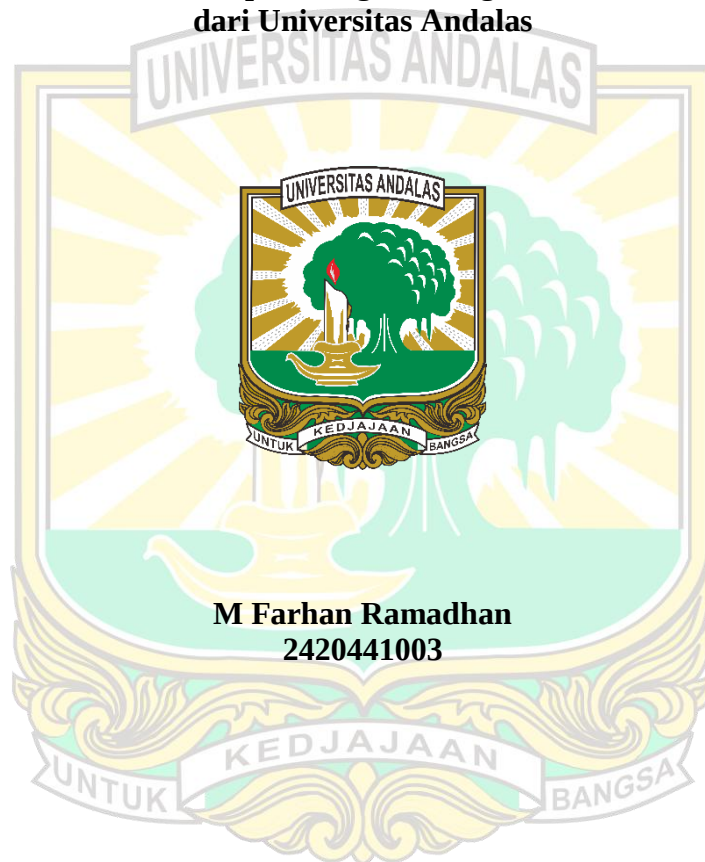
**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

Agustus, 2025

PENGEMBANGAN SENSOR SERAT OPTIK BERBASIS *SURFACE PLASMON RESONANCE* (SPR) UNTUK DETEKSI FORMALIN PADA BAHAN MAKANAN

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Sains
dari Universitas Andalas**



**M Farhan Ramadhan
2420441003**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M FARHAN RAMADHAN
NIM : 2420441003
Departemen/Program Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa naskah TESIS yang berjudul **PENGEMBANGAN SENSOR SERAT OPTIK BERBASIS SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) UNTUK DETEKSI FORMALIN PADA BAHAN MAKANAN**, merupakan hasil pemikiran dan karya saya sendiri, bebas dari plagiat terhadap karya orang lain.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dalam naskah ini terkandung plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lainnya yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 13 Agustus 2025



M Farhan Ramadhan

PENGEMBANGAN SENSOR SERAT OPTIK BERBASIS SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) UNTUK DETEKSI FORMALIN PADA BAHAN MAKANAN

ABSTRAK

Formalin merupakan bahan kimia berbahaya yang sering disalahgunakan sebagai pengawet makanan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi formalin berbasis sensor serat optik dengan memanfaatkan fenomena *surface plasmon resonance* (SPR). Sensor dirancang menggunakan serat optik multimode yang dimodifikasi dengan lapisan nanopartikel emas (Au) untuk meningkatkan sensitivitas terhadap perubahan indeks bias akibat keberadaan formalin. Sistem didesain melalui simulasi menggunakan metode *Finite-Difference Time-Domain* (FDTD). Hasil simulasi menunjukkan bahwa pelapisan emas menghasilkan efek SPR dengan panjang gelombang resonansi pada 646 nm, yang bergeser dari 646,486 nm hingga 651,180 nm seiring variasi konsentrasi formalin (0–10%) dengan perubahan indeks bias 1,33315–1,33460. Secara eksperimental, sensor diuji menggunakan serat optik *multimode*, sumber cahaya laser dioda, dan fotodetektor OPT101. Karakterisasi menunjukkan hubungan eksponensial antara konsentrasi formalin dan keluaran fotodetektor dengan sensitivitas 0,045 ADC/% serta koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9532. Uji aplikasi pada sampel tahu dan daging dengan variasi konsentrasi 0–3% menghasilkan nilai *mean absolute error* (MAE) masing-masing sebesar 0,2495 dan 0,2848. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor serat optik berbasis SPR dengan nanopartikel emas berpotensi menjadi sistem deteksi formalin yang sensitif, portabel, dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi lapangan.

Kata kunci: Bahan makanan, formalin, indeks bias, sensor serat optik, *surface plasmon resonance*

DEVELOPMENT OF SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR)-BASED FIBER OPTIC SENSOR FOR FORMALDEHYDE DETECTION IN FOOD PRODUCT

ABSTRACT

Formalin, a chemical substance that poses significant health risks, is frequently utilized as a food preservative in Indonesia, despite its known hazards. The objective of this study is to develop a formalin detection system based on optical fiber sensors that utilizes the surface plasmon resonance (SPR) phenomenon. The sensor is designed using multimode optical fibers that have been modified with a gold nanoparticle (Au) layer. This modification serves to enhance the sensor's sensitivity to changes in the refractive index caused by the presence of formalin. The system's design employed the Finite-Difference Time-Domain (FDTD) method through simulation. The simulation results indicate that the gold coating generates an SPR effect, exhibiting a resonance wavelength of 646 nm, with a shift from 646,486 nm to 651,180 nm, depending on the formalin concentration (0–10%) and the alterations in the refractive index (1,33315 to 1,33460). The experimental setup involved the use of multimode optical fiber, a laser diode light source, and an OPT101 photodetector to assess the performance of the sensor. The characterization process yielded an exponential relationship between formalin concentration and photodetector output, with a sensitivity of 0,045 ADC/% and a coefficient of determination (R^2) of 0,9532. The application tests conducted on tofu and meat samples with varying concentrations of 0–3% yielded mean absolute error (MAE) values of 0,2495 and 0,2848, respectively. These results suggest that the SPR-based optical fiber sensor with gold nanoparticles possesses the potential to evolve into a sensitive, portable formalin detection system suitable for field applications.

Keyword: food product, formalin, refractive index, fiber optic sensor, surface plasmon resonance