UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Alat Deteksi Gelatin Berbasis Platform GMR Dengan Menggunakan Fe3O4@Asam Oleat /
Glutaraldehyde Sebagai Pelabel**
Helendra, Prof. Dr. Harsojo, SU., M.Sc ; Prof. Dr.Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Oleh

Helendra
22/508415/SPA/00920

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan metode deteksi biomolekul yang cepat, sensitif, dan terukur. Sensor berbasis *Giant Magnetoresistance* (GMR) menawarkan potensi besar sebagai *platform* deteksi karena sensitivitasnya yang tinggi dan kemampuannya untuk diintegrasikan dengan sistem elektronik. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat kuantifikasi gelatin berbasis *Giant Magnetoresistance* (GMR) dengan mengintegrasikan nanopartikel magnetik Fe_3O_4 berlapis asam oleat yang berfungsi sebagai pelabel (*labeling*). Cip GMR yang digunakan adalah tipe AAL024 dari NVE *Corp* dan diintegrasikan dengan medan eksternal magnet permanen *neodymium* yang berfungsi sebagai sumber medan magnet. Kebaruan dari penelitian ini adalah metode deteksi / kuantifikasi gelatin berbasis *platform* GMR (*Giant Magnetoresistance*) cip komersial tipe AAL-024 dengan magnet permanen NdFeB sebagai sumber medan bias eksternal, yang diintegrasikan dengan nanopartikel Fe_3O_4 yang dilapisi asam oleat sebagai partikel pelabel. Nanopartikel Fe_3O_4 disintesis dengan metode kopresipitasi, kemudian dilapisi asam oleat yang berfungsi sebagai agen dispersan untuk mencegah aglomerasi antarpartikel dan meningkatkan stabilitas dispersi dalam larutan. Selanjutnya, partikel dimodifikasi dengan *glutaraldehyde* untuk meningkatkan kemampuan ikatan dengan gelatin. Karakterisasi material menggunakan XRD menunjukkan ukuran kristalit yang dihitung berdasarkan persamaan Debye-Scherrer sebesar (18,57 ± 1,37) nm untuk Fe_3O_4 dan (17,21 ± 1,70) nm untuk Fe_3O_4@asam oleat. Hasil karakterisasi morfologi memperlihatkan partikel berbentuk bulat dengan ukuran rata-rata berturut-turut (17,5 ± 0,31) nm untuk Fe_3O_4, (15,4 ± 0,29) nm untuk Fe_3O_4@asam oleat, dan (15,75 ± 0,11) nm untuk Fe_3O_4@asam oleat/*glutaraldehyde*. Nilai magnetisasi saturasi dari pengujian VSM adalah (47,71±1.16) emu/gram (Fe_3O_4), (46,60±1.12) emu/gram (Fe_3O_4@asam oleat), dan (43,60±0,45) emu/gram (Fe_3O_4@asam oleat/*glutaraldehyde*), dengan koersivitas stabil di kisaran 98–99 Oe, mengonfirmasi bahwa material tetap mempertahankan sifat ferromagnetik lunak meskipun telah melalui proses modifikasi permukaan. Evaluasi performa sensor dilakukan dengan mengukur respons tegangan keluaran terhadap variasi konsentrasi gelatin, yang menghasilkan linearitas tinggi (R^2 = 0,98), sensitivitas (21,6 ± 0,78) mV/(mg/ml), batas deteksi 1,01 mg/ml, serta batas kuantifikasi 3,05 mg/ml. Dengan demikian, metode deteksi berbasis *platform* GMR dengan Fe_3O_4@asam oleat- *glutaraldehyde* sebagai pelabel bisa berkontribusi pada pengembangan alat deteksi dan kuantifikasi gelatin.

Kata Kunci: GMR, Fe_3O_4, Asam oleat, *Glutaraldehyde*, Gelatin, Karakterisasi Material, Sensitivitas.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Alat Deteksi Gelatin Berbasis Platform GMR Dengan Menggunakan Fe3O4@Asam Oleat / Glutaraldehyde Sebagai Pelabel
Helendra, Prof. Dr. Harsojo, SU., M.Sc ; Prof. Dr.Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

By

Helendra
22/508415/SPA/00920

This research is motivated by the need for rapid, sensitive and quantifiable methods for detecting biomolecules. Giant Magnetoresistance (GMR)-based sensors offer great potential as a detection platform due to their high sensitivity and ability to be integrated with electronic systems. This study aims to design a Giant Magnetoresistance (GMR)-based gelatin quantification device by integrating Fe_3O_4 magnetic nanoparticles coated with oleic acid, which function as a labelling agent. The GMR chip used is the AAL024 type from NVE Corp and is integrated with an external neodymium permanent magnet field that serves as the magnetic field source. The novelty of this research lies in the detection/quantification method for gelatin based on a commercial AAL-024 GMR (Giant Magnetoresistance) chip platform, utilising a NdFeB permanent magnet as the source of the external bias field, which is integrated with Fe_3O_4 nanoparticles coated with oleic acid as labelling particles. The Fe_3O_4 nanoparticles were synthesised using the coprecipitation method, then coated with oleic acid, which acts as a dispersing agent to prevent interparticle agglomeration and improve dispersion stability in solution. Next, the particles were modified with glutaraldehyde to enhance their ability to bind with gelatin. Characterisation of the material using XRD revealed crystallite sizes, calculated using the Debye-Scherrer equation, of (18.57 ± 1,37) nm for Fe_3O_4 and (17.21±1,70) nm for Fe_3O_4@oleic acid. Meanwhile, morphological characterisation results revealed spherical particles with average sizes of (17.5 ± 0,31) nm for Fe_3O_4, (15.4 ± 0,29) nm for Fe_3O_4@oleic acid, and (15.75 ± 0,11) nm for Fe_3O_4@oleic acid/glutaraldehyde, respectively. The saturation magnetisation values from the VSM testing were (47.71±1,16) emu/g (Fe_3O_4), (46.60±1,12) emu/g (Fe_3O_4@oleic acid), and (43.60±0,45) emu/g (Fe_3O_4@oleic acid/glutaraldehyde), with a coercivity stable in the range of 98–99 Oe, confirming that the material retains its soft ferromagnetic properties despite having undergone surface modification. The sensor performance was evaluated by measuring the output voltage response to variations in gelatin concentration, yielding high linearity (R^2 = 0.98), a sensitivity of (21.6 ± 0,78) mV/(mg/ml), a detection limit of 1.01 mg/ml, and quantification limit of 3,05 mg/ml. Thus, the GMR-based detection method using Fe_3O_4@oleic acid-glutaraldehyde as a label could contribute to the development of tools for the detection and quantification of gelatin.

Keywords: GMR, Fe_3O_4, oleic acid, glutaraldehyde, gelatin, material characterisation, sensitivity.