

INTISARI

Oleh

Harlina Ardiyanti

21/476101/SPA/00779

Biosensor berbasis *Giant Magnetoresistance* (GMR) telah menarik perhatian untuk dikembangkan karena menawarkan metode pengujian yang lebih cepat dan *portable*. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada pendeteksian biomolekul melalui *stray-field* yang dihasilkan oleh nanopartikel magnetik (NPM) pelabel, yang menyebabkan perubahan resistansi pada elemen sensor GMR dan kemudian dikonversi menjadi sinyal. Sistem ini membutuhkan NPM pelabel yang memiliki sifat dispersif, berukuran seorde dengan biomolekul, serta mampu berkonjugasi dengan biomolekul. Salah satu NPM yang dapat memenuhi kriteria ini adalah nanopartikel Fe_3O_4 berlapis *Polyethylene Glicol* (PEG). Lapisan PEG tidak hanya meningkatkan dispersibilitas Fe_3O_4 , tetapi juga memudahkan konjugasi dengan biomolekul target. Penelitian ini bertujuan untuk merancang biosensor terkomputerisasi dengan menggunakan *chip* GMR komersial NVE-AAL024 dengan konfigurasi *single chip* dan *double chip* guna mendeteksi dan mengukur NPM pelabel serta biomolekul. Kebaharuan penelitian ini adalah metode deteksi dan pengukuran biomolekul menggunakan *chip* sensor GMR yang terintegrasi dengan nanopartikel Fe_3O_4 /PEG disintesis menggunakan metode kopresipitasi berbasis *green synthesis*. Analisa difraksi sinar-X menunjukkan *green-synthesized* Fe_3O_4 dengan parameter kisi sebesar $(8,39 \pm 0,01) \times 10^{-1}$ nm dan ukuran kristalit $(13,7 \pm 0,06)$ nm. Partikel ini berbentuk bola dengan ukuran butir rata-rata $(11,2 \pm 2,4)$ nm dan bersifat *soft* feromagnetik, dengan magnetisasi saturasi sebesar 55 emu/g dan medan koersif sebesar 0,015 kOe. Biomolekul yang digunakan dalam pengujian adalah enzim α -amylase. Hasil analisis spektrum *Fourier-transform infrared* menunjukkan bahwa PEG berhasil menempel pada permukaan Fe_3O_4 yang kemudian akan melabeli enzim α -amylase. Pada sistem sensor berbasis *chip* GMR komersial, sinyal diperkuat terlebih dahulu menggunakan rangkaian penguat sebelum diukur dengan mikrokontroler Arduino. Pengujian menunjukkan bahwa sensor berbasis *chip* GMR komersial mampu memberikan sinyal deteksi α -amylase yang stabil hanya dalam waktu 30 detik, menunjukkan waktu respon yang cepat dengan linearitas sinyal sangat baik ($R^2 = 0,99$) dan sensitivitas sebesar $(0,94 \pm 0,03)$ mV/% untuk konfigurasi *single chip* sedangkan untuk konfigurasi *double chip* juga menghasilkan linieritas sinyal yang sangat baik ($R^2 = 0,99$) dan sensitivitas sebesar $(0,98 \pm 0,03)$ mV/%.

Kata kunci: *green synthesis*, biosensor, Fe_3O_4 , *giant magnetoresistance* (GMR), *chip* komersial.

ABSTRACT

by

Harlina Ardiyanti

21/476101/SPA/00779

Giant Magnetoresistance (GMR)-based biosensors have gained attention due to their potential to offer faster and more portable testing methods. The working principle of these sensors is based on the detection of biomolecules through the stray field generated by magnetic nanoparticle (MNP) labels, which induces a change in the resistance of the GMR sensor element, and this change is then converted into a signal. This system requires MNP labels that possess dispersive properties, are comparable in size to biomolecules, and can also conjugate with biomolecules. One of the MNPs that can meet these criteria is Fe₃O₄ nanoparticles coated with Polyethylene Glycol (PEG). The PEG coating not only enhances the dispersibility of Fe₃O₄ but also facilitates conjugation with target biomolecules. This study aims to design a computerized biosensor using a commercial GMR chip (NVE-AAL024) with single-chip and double-chip configurations to detect and measure MNP labels and biomolecules. The novelty of this research lies in the detection and measurement method for biomolecules using a GMR sensor chip integrated with Fe₃O₄/PEG nanoparticles synthesized through a green synthesis method. X-ray diffraction analysis showed that the green-synthesized Fe₃O₄ had a lattice parameter of $(8.39 \pm 0.01) \times 10^{-1}$ nm and a crystallite size of (13.7 ± 0.06) nm. The particles were spherical with an average grain size of (11.2 ± 2.4) nm and exhibited soft ferromagnetic properties, with a saturation magnetization of 55 emu/g and a coercive field of 0.015 kOe. The biomolecule used in the testing was the enzyme α -amylase. Fourier-transform infrared spectrum analysis indicated that PEG successfully attached to the surface of Fe₃O₄, which was then used to label the α -amylase enzyme. In the commercial GMR chip-based sensor system, the signal was first amplified using a circuit amplifier before being measured with an Arduino microcontroller. The testing results demonstrated that the commercial GMR chip-based sensor could produce a stable detection signal for α -amylase within just 30 seconds, indicating a fast response time with excellent signal linearity ($R^2 = 0.99$) and a sensitivity of (0.94 ± 0.03) mV/% for the single-chip configuration. Similarly, the double-chip configuration also exhibited excellent signal linearity ($R^2 = 0.99$) with a slightly higher sensitivity of (0.98 ± 0.03) mV/%

Keywords: green synthesis, biosensor, Fe₃O₄, giant magnetoresistance (GMR), commercial chips.