

INTISARI

Oleh

Nur Aji Wibowo
19/450286/SPA/00668

Saat ini, keberadaan biosensor berbasis *Giant Magnetoresistance* (GMR) menarik untuk dikembangkan karena menjanjikan metode pengujian yang cepat. Prinsip dari sistem sensor ini adalah pendeteksian biomolekul melalui *stray-field* yang dihasilkan oleh partikel magnetik pelabel sehingga terjadi perubahan resistansi elemen GMR yang kemudian dikonversi menjadi sinyal. Dalam sistem ini, dibutuhkan partikel magnetik pelabel yang dispersif, seorde dengan ukuran biomolekul, dan mampu berkonjugasi dengan biomolekul. Salah satu jenis partikel yang berpotensi memenuhi kriteria tersebut adalah nanopartikel Fe₃O₄ berlapis Ag (Fe₃O₄@Ag). Pelapisan Ag bukan hanya meningkatkan dispersivitas Fe₃O₄, tetapi juga mempermudah konjugasinya dengan biomolekul target. Tujuan dari disertasi ini adalah mendesain biosensor terkomputerisasi menggunakan cip GMR komersial NVE untuk mendeteksi dan mengkuantifikasi Fe₃O₄@Ag dan biomolekul. Kebaruan dari penelitian ini adalah metode deteksi dan kuantifikasi biomolekul berbasis cip sensor GMR terintegrasi dengan nanopartikel Fe₃O₄@Ag sebagai pelabel.

Nanopartikel Fe₃O₄@Ag disintesis menggunakan metode kopresipitasi-*aqua solution*. Difraksi sinar-X menunjukkan terbentuknya fase Fe₃O₄ dan Ag dengan parameter kisi masing-masing sebesar (0,841 ± 0,004) nm dan (0,410 ± 0,001) nm. Bentuk partikel ini meyerupai bola dengan ukuran (14,9 ± 2,6) nm dan bersifat feromagnetik dengan magnetisasi saturasi (52,12 ± 0,08) emu/g dan medan koersif (0,15 ± 0,02) kOe. Biomolekul uji yang digunakan adalah *bovine serum albumin* (BSA). Spektrum *Ultraviolet-Visible* dan *Fourier-transform infrared* menunjukkan bahwa BSA dapat dilabel dengan nanopartikel Fe₃O₄@Ag.

Elemen pendeteksi yang digunakan dalam sensor GMR ini adalah lapisan tipis *spin-valve* dan cip GMR komersial. Dalam sistem sensor berbasis lapisan tipis *spin-valve*, sinyal diukur menggunakan metode jembatan Wheatstone dan *Source Measure Unit*. Sedangkan dalam sistem sensor berbasis cip GMR komersial, sinyal diperbesar terlebih dahulu menggunakan rangkaian penguat sebelum diukur menggunakan mikrokontroler Arduino.

Hasil pengujian sensor GMR berbasis lapisan tipis *spin-valve* menunjukkan penggunaan Fe₃O₄@Ag terbukti mampu meningkatkan linieritas dan sensitivitas sensor dibandingkan dengan ketika hanya menggunakan Fe₃O₄. Sedangkan hasil pengujian sensor GMR berbasis cip GMR komersial menunjukkan kemampuan memonitor massa BSA hanya dalam waktu 30 detik dengan linieritas sinyal yang sangat baik ($R^2 = 0,97$) dan sensitivitas sebesar (9,8 ± 0,8) mV/μg.

Kata-kata kunci: biosensor, Fe₃O₄@Ag, GMR, nanopartikel, *spin-valve*.

ABSTRACT

By

Nur Aji Wibowo
19/450286/SPA/00668

Nowadays, the existence of Giant Magnetoresistance (GMR)-based biosensors is interesting to develop, as it promises a fast assay method. The basic principle of this sensor system is relying on the detection of biomolecules through the stray-field generated by the magnetic particle label that leads to a resistance change of the GMR sensing element that is processed into a signal. In this system, a magnetic particle label that is dispersive, comparable in size with the biomolecule target, and easily conjugated to the biomolecule target is mandatory. A magnetic particle that potentially meets these criteria is Ag-coated Fe₃O₄ nanoparticles (Fe₃O₄@Ag). Ag coating not only increases the dispersivity of Fe₃O₄ but also facilitates its conjugation with biomolecules. The purpose of this dissertation is to design the computerized biosensor using a commercial GMR chip for Fe₃O₄@Ag and biomolecule detection and quantification. The novelty of this research is a method for biomolecule detection and quantification based on the GMR chip sensor integrated with the Fe₃O₄@Ag nanoparticles label.

The Fe₃O₄@Ag nanoparticle was synthesized using the co-precipitation-aqua solution method. X-ray diffraction showed the phase formation of Fe₃O₄ and Ag with the corresponding lattice parameter are (0.841 ± 0.004) nm and (0.410 ± 0.001) nm, respectively. This particle is spherical-like with the size of (14.9 ± 2.6) nm and behaves as ferromagnetic with (52.12 ± 0.08) emu/g of saturation magnetization and (0.15 ± 0.02) kOe of coercive field. Meanwhile, the *bovine serum albumin* (BSA) was used as a biomolecule target. *Ultraviolet-Visible* and *Fourier-transform infrared* spectrum showed the BSA can be labeled using Fe₃O₄@Ag nanoparticles.

The sensing elements used in this GMR biosensor system are the spin-valve thin layer and the commercial GMR chip. In a spin-valve thin layer-based sensor system, the signal is measured directly using the Wheatstone bridge method and Source Measure Unit. While in the sensor system based on the commercial GMR chip, the signal is amplified first using an amplifier circuit before being measured using an Arduino microcontroller.

A spin-valve-based sensor revealed that the usage of Fe₃O₄@Ag nanoparticles increased the sensitivity and linearity of the sensor compared to the usage of bare Fe₃O₄. While the GMR chip-based sensor showed the capability to monitor the mass of BSA in just 30 seconds with good signal linearity ($R^2 = 0.97$) and $(9,8 \pm 0,8)$ mV/ μ g of sensitivity.

Keywords: biosensor, Fe₃O₄@Ag, GMR, nanoparticles, spin-valve.