

INTISARI

KARAKTERISASI NANOKOMPOSIT *GREEN-SYNTHESIZED* Fe₃O₄/rGO DAN APLIKASINYA SEBAGAI LABEL MAGNETIK UNTUK DETEKSI *Escherichia coli* BERBASIS BIOSENSOR *GIANT MAGNETORESISTANCE*

Oleh

Layyinatus Shifa
23/529748/PPA/06700

Escherichia coli (*E. coli*) telah berhasil dideteksi menggunakan biosensor berbasis *giant magnetoresistance* (GMR) dengan menggunakan Fe₃O₄ dan nanokomposit Fe₃O₄/rGO sebagai label magnetik, serta L-Histidine (L-His) sebagai *linker*. Variasi konsentrasi *E. coli* dilakukan untuk menyelidiki pengaruhnya terhadap respons tegangan yang dihasilkan oleh sensor GMR. Nanokomposit Fe₃O₄/rGO disintesis menggunakan metode kopresipitasi dan Hummers termodifikasi dengan pendekatan *green synthesis*, kemudian difungsionalisasi dengan L-His untuk meningkatkan kestabilan dan afinitas terhadap bakteri target. Karakterisasi struktur kristal menunjukkan bahwa Fe₃O₄ dan Fe₃O₄/rGO memiliki struktur *invers spinel* dengan ukuran kristalit masing-masing sebesar 11 nm dan 10 nm. Analisis menggunakan *transmission electron microscopy* mengungkapkan morfologi Fe₃O₄ yang berbentuk bola tidak sempurna, serta penurunan ukuran partikel dari 12 nm menjadi 8,6 nm setelah modifikasi dengan rGO-His. Spektroskopi IR dan UV-Vis mengonfirmasi keberhasilan integrasi rGO dan fungsionalisasi L-His, serta menunjukkan efek *blueshift* dan peningkatan energi *bandgap* dari 2,62 eV menjadi 2,70 eV. Sifat superparamagnetik teridentifikasi dengan penurunan nilai magnetisasi saturasi pada Fe₃O₄ dari 54,3 emu/g menjadi 40,5 emu/g akibat penambahan rGO. Sensor GMR menunjukkan respons tegangan sebesar 0,075, 0,131, dan 0,173 volt untuk rasio *E. coli* 1:1000, 1:100, dan 1:10 secara berurutan. Nilai *relative standard deviation* meningkat hingga 6,1% namun penambahan rGO menghasilkan sinyal yang lebih stabil dengan distribusi partikel dan *stray field* yang lebih homogen, mengikuti pola Horwitz yang mendukung peningkatan linearitas dan sensitivitas deteksi *E. coli*. Hasil ini menunjukkan bahwa nanokomposit Fe₃O₄/rGO memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan performa biosensor GMR untuk deteksi *E. coli* secara *real-time*.

Kata kunci: *green-synthesized* Fe₃O₄/rGO, biosensor, *giant magnetoresistance*, bakteri *Escherichia coli*

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF GREEN-SYNTHEZIZED Fe₃O₄/rGO NANOCOMPOSITES AND ITS APPLICATION AS A MAGNETIC LABEL FOR *Escherichia coli* DETECTION BASED ON GIANT MAGNETORESISTANCE BIOSENSORS

By

Layyinatus Shifa

23/529748/PPA/06700

Escherichia coli (*E. coli*) has been successfully detected using giant magnetoresistance (GMR) based biosensor with Fe₃O₄ and Fe₃O₄/rGO nanocomposites as magnetic labels, and L-Histidine (L-His) as a linker. The variation of *E. coli* concentration was carried out to investigate its effect on the voltage response generated by the GMR sensor. The Fe₃O₄/rGO nanocomposite was synthesized using co-precipitation and modified Hummers method with a green synthesis approach, then functionalized with L-His to increase the stability and affinity to target bacteria. Crystal structure characterization exhibits that Fe₃O₄ and Fe₃O₄/rGO have inverse spinel structures with crystallite sizes of 11 nm and 10 nm, respectively. Analysis using transmission electron microscopy reveals the imperfect spherical morphology of Fe₃O₄, and a particle size reduction from 12 nm to 8.6 nm after modification with rGO-His. IR and UV-Vis spectroscopy confirm successful rGO integration and L-His functionalization, along with blueshift and an increase in bandgap energy from 2.62 eV to 2.70 eV. Superparamagnetic properties are identified by a decrease in the saturation magnetization of Fe₃O₄ from 54.3 emu/g to 40.5 emu/g due to the addition of rGO. The GMR sensor shows a voltage response of 0.075, 0.131, and 0.173 volts for *E. coli* ratios of 1:1000, 1:100, and 1:10, respectively. The relative standard deviation value increased up to 6.1% but the addition of rGO resulted in a more stable signal with a more homogeneous particle and stray field distribution, following the Horwitz pattern which favors improved linearity and sensitivity of *E. coli* detection. These results indicate that Fe₃O₄/rGO nanocomposites have significant potential to improve the performance of GMR biosensors for real-time detection of *E. coli*.

Keywords: green-synthesized Fe₃O₄/rGO, biosensor, giant magnetoresistance, *Escherichia coli* bacteria