

SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN SIFAT ANTIBAKTERI KACA BIOAKTIF BERBAHAN BAKU ABU SEKAM PADI DAN CANGKANG TELUR AYAM TERMODIFIKASI NANOPARTIKEL ZnO

Intan Khairina Ramadhani

21/473883/PA/20439

INTISARI

Sintesis, karakterisasi, dan sifat antibakteri kaca bioaktif (*bioactive glass*, BG) berbahan baku sekam padi dan cangkang telur ayam termodifikasi nanopartikel ZnO (npZnO) telah diteliti. Tujuan Penelitian ini adalah sintesis dan karakterisasi BG berbahan dasar sumber alam, yaitu abu sekam padi (ASP) sebagai sumber natrium silikat (Na_2SiO_3) dan cangkang telur ayam (CTA) sebagai sumber kalsium oksida (CaO) dengan metode sol-gel dan kalsinasi pada suhu 1000 °C, mempelajari pengaruh penambahan nanopartikel ZnO terhadap sifat fisik (kekristalan, morfologi dan kuat tekan) dan aktivitas antibakteri pada *Escherichia coli* (*S. aureus*) dan *Staphylococcus aureus* (*E. coli*).

Penelitian ini diawali dengan pembuatan natrium silikat dari sekam padi melalui perlakuan destruksi menggunakan NaOH serta kalsinasi cangkang telur ayam pada suhu 1000 °C untuk memperoleh kalsium oksida (CaO) sebagai bahan baku kaca bioaktif. Kaca bioaktif termodifikasi npZnO disintesis dengan mencampur larutan natrium silikat, CaO, P_2O_5 dan npZnO yang dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu 1000 °C selama 2 jam sehingga diperoleh serbuk putih kaca bioaktif termodifikasi ZnO (BG-ZnO). Material BG-ZnO dikarakterisasi dengan spektrofotometer ATR-IR, XRD, SEM-EDX, uji kuat tekan dan aktivitas antibakteri. Untuk uji kuat tekan serbuk dicampur dengan larutan polivinil alkohol (PVA) 4%, sedangkan untuk uji antibakteri serbuk dicampur dengan akuades dan dicetak menjadi pelet.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa natrium silikat dari ASP, kalsium oksida dari CTA telah berhasil disintesis dan BG telah berhasil termodifikasi npZnO (BG-ZnO) melalui metode sol-gel. Hasil karakterisasi menggunakan ATR-IR dan XRD menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara sampel kontrol dan BG termodifikasi ZnO. Pada spektrum ATR-IR, tidak terdeteksi pita vibrasi khas Zn-O, dan pola difraksi XRD juga tidak menunjukkan keberadaan fase kristalin ZnO secara terpisah. Hal tersebut menunjukkan bahwa Zn^{2+} terdispersi secara homogen dalam matriks kaca atau berintegrasi ke dalam jaringan silikat sebagai bagian dari struktur kaca. Penambahan nanopartikel ZnO pada kaca bioaktif meningkatkan kuat tekan dari $8,88 \pm 0,82$ MPa (BG) menjadi $12,55 \pm 1,62$ MPa (BG-Zn1), $20,59 \pm 1,71$ MPa (BG-Zn2), lalu menurun menjadi $10,27 \pm 4,83$ MPa (BG-Zn3) dan $8,96 \pm 2,45$ MPa (BG-Zn4). Aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* menurun, yaitu dari $19,77 \pm 3,88$ mm dan $11,10 \pm 1,30$ mm (BG), lalu berturut-turut menurun menjadi $17,37 \pm 4,40$ mm dan $8,23 \pm 2,00$ mm (BG-Zn1), $9,60 \pm 1,55$ mm dan $2,77 \pm 1,16$ mm (BG-Zn2), $6,23 \pm 1,96$ mm dan $2,23 \pm 0,31$ mm (BG-Zn3), serta $2,30 \pm 0,78$ mm dan $1,10 \pm 0,20$ mm (BG-Zn4).

Kata kunci: cangkang telur ayam, kaca bioaktif, nanopartikel ZnO, sekam padi.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND ANTIBACTERIAL PROPERTY OF BIOACTIVE GLASS FROM RICE HUSK ASH AND CHICKEN EGGSHELLS MODIFIED WITH ZnO NANOPARTICLES

Intan Khairina Ramadhani

21/473883/PA/20439

ABSTRACT

The synthesis, characterization, and antibacterial properties of bioactive glass (BG) from rice husk ash and chicken eggshells modified with ZnO nanoparticles (ZnONPs) has been conducted. The objective of this study was to synthesize and characterize BG using natural raw materials, namely rice husk ash (RHA) as a source of sodium silicate (Na_2SiO_3) and chicken eggshells (CES) as a source of calcium oxide (CaO), using the sol-gel method followed by calcination at 1000 °C. The study also aimed to examine the effect of ZnO nanoparticle incorporation on the physical properties (crystallinity, morphology, and compressive strength) and antibacterial activity of BG against *E. coli* and *S. aureus*.

The research began with the production of sodium silicate from rice husks through destruction treatment using NaOH and the calcination of chicken eggshells at 1000 °C to obtain calcium oxide (CaO) as a precursor material for bioactive glass. ZnONPs-modified bioactive glass (BG-ZnO) was synthesized by mixing sodium silicate solution, CaO, P_2O_5 , and ZnONPs, followed by calcination at 1000 °C for 2 hours, to produce white powder of BG-ZnO. The BG-ZnO material was characterized using ATR-IR spectrophotometry, XRD, SEM-EDX, compressive strength, and antibacterial activity tests. For the compressive strength test, the powder was mixed with a 4% polyvinyl alcohol (PVA) solution, while for the antibacterial test, the powder was mixed with distilled water and molded into pellets.

The results of the study indicate that sodium silicate from ASP and calcium oxide from CTA were successfully synthesized, and that bioactive glass (BG) was successfully modified with ZnO nanoparticles (BG-ZnO) using the sol-gel method. Characterization using ATR-IR and XRD revealed no significant differences between the control sample and BG-ZnO; the characteristic Zn–O vibration bands were not detected in the ATR-IR spectra, and no separate ZnO crystalline phase was observed in the XRD patterns. These findings suggest that Zn^{2+} ions were homogeneously dispersed or integrated into the silicate network. The addition of ZnO nanoparticles increased the compressive strength from 8.88 ± 0.82 MPa (BG) to 12.55 ± 1.62 MPa (BG-Zn1) and 20.59 ± 1.71 MPa (BG-Zn2), then decreased to 10.27 ± 4.83 MPa (BG-Zn3) and 8.96 ± 2.45 MPa (BG-Zn4). Antibacterial activity against *S. aureus* and *E. coli* decreased from 19.77 ± 3.88 mm and 11.10 ± 1.30 mm (BG) to 17.37 ± 4.40 mm and 8.23 ± 2.00 mm (BG-Zn1), 9.60 ± 1.55 mm and 2.77 ± 1.16 mm (BG-Zn2), 6.23 ± 1.96 mm and 2.23 ± 0.31 mm (BG-Zn3), and finally to 2.30 ± 0.78 mm and 1.10 ± 0.20 mm (BG-Zn4).

Keywords: bioactive glass, chicken eggshells, rice husk ash, ZnO nanoparticles.