

SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI ANTIBAKTERI KACA BIOAKTIF DARI ABU SEKAM PADI DAN CANGKANG TELUR BEBEK TERMODIFIKASI NANOPARTIKEL ZnO

I Gusti Ayu Putu Aura Kanyaka
21/474009/PA/20451

INTISARI

Dalam penelitian ini telah dikaji sintesis, karakterisasi, dan uji antibakteri kaca bioaktif (*bioactive glass*, BG) termodifikasi nanopartikel ZnO. Tujuan penelitian ini yaitu mensintesis dan mengkarakterisasi kaca bioaktif dari ASP dan CTB dengan metode sol-gel, menentukan struktur mikro dan kekuatan mekanik dari BG termodifikasi nanopartikel ZnO, serta mempelajari pengaruh penambahan nanopartikel ZnO pada BG terhadap aktivitas antibakteri pada *Escherichia coli* (Gram negatif) dan *Staphylococcus aureus* (Gram positif).

Kaca bioaktif disintesis menggunakan larutan natrium silikat dari abu sekam padi (ASP) dan CaO dari cangkang telur bebek (CTB). Prekursor BG disiapkan dengan komposisi (% b/b): $45 \text{ SiO}_2 - 24,5 \text{ Na}_2\text{O} - (24,5-x) \text{ CaO} - 6 \text{ P}_2\text{O}_5 - x \text{ ZnO}$ ($x = 0, 1, 3, 5, 7\%$). Larutan natrium silikat (mengandung SiO_2 dan Na_2O) disintesis dengan mengekstraksi silika dari ASP menggunakan larutan NaOH. Kalsium oksida (CaO) diperoleh dari kalsinasi CTB pada suhu 1000°C . Prekursor BG dicampur dan dibiarkan mengalami proses *aging* pada suhu ruang selama 5 hari, lalu dikeringkan dan disintering pada suhu 1000°C selama 2 jam. Produk yang dihasilkan digerus hingga menjadi serbuk halus. Produk material BG dikarakterisasi dengan ATR-IR, XRD, dan SEM-EDX. Aktivitas antibakteri diuji secara *in vitro* terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dengan metode difusi sumuran. *Chloramphenicol* sebagai kontrol positif dan akuades sebagai kontrol negatif. Kekuatan mekanik dievaluasi melalui uji kekuatan tekan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa BG yang disintesis dari SiO_2 ASP dan CaO CTB berhasil membentuk senyawa kompleks natrium kalsium silikat. ASP dan CTB terbukti layak sebagai prekursor alternatif yang ramah lingkungan untuk sintesis BG, ditunjukkan oleh keberhasilan ekstraksi SiO_2 dari ASP dengan kemurnian mencapai 99,3% dan CaO dari CTB sebesar 96,8%. Penambahan nanopartikel ZnO pada BG terbukti meningkatkan ukuran kristalit dan densifikasi (kekuatan tekan) pada konsentrasi 1–5% b/b, tetapi penambahan ZnO yang terlalu tinggi (7% b/b) terjadi penurunan kekuatan mekanik. Penambahan nanopartikel ZnO ke dalam BG menurunkan pH perendaman dan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* (Gram negatif) dan *S. aureus* (Gram positif).

Kata kunci: abu sekam padi, antibakteri, cangkang telur bebek, kaca bioaktif, nanopartikel ZnO

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, DAN ANTIBACTERIAL TEST OF BIOACTIVE GLASS FROM RICE HUSK ASH AND DUCK EGGSHELL MODIFIED WITH ZNO NANOPARTICLES

I Gusti Ayu Putu Aura Kanyaka
21/474009/PA/20451

ABSTRACT

In this study, the synthesis, characterization, and antibacterial tests of bioactive glass (BG) modified with ZnO nanoparticles have been investigated. The objectives of this study were to synthesize and characterize bioactive glass from ASP and CTB using the sol-gel method, determine the microstructure and mechanical strength of ZnO nanoparticle-modified BG, and study the effect of adding ZnO nanoparticles to BG on antibacterial activity against *Escherichia coli* (Gram negative) and *Staphylococcus aureus* (Gram positive).

Bioactive glass (BG) was synthesized using sodium silicate solution from rice husk ash (RHA) and CaO from duck eggshells (DES) using the sol-gel method. The SiO₂ and Na₂O components were obtained using sodium silicate solution synthesized from silica extracted from RHA and NaOH solution, while CaO was derived from the calcination of DES at 1000 °C. The BG precursors were prepared with the following composition (% m/m): 45 SiO₂ – 24.5 Na₂O – (24.5–x) CaO – 6 P₂O₅ – x ZnO (x = 0, 1, 3, 5, 7%). The BG precursors were mixed and aged at room temperature for 5 days, then dried and sintered at 1000 °C for 2 hours. The resulting product was ground into a fine powder. The BG was characterized using ATR-IR, XRD, and SEM-EDX. Antibacterial testing was conducted in vitro against *Escherichia coli* (*E. coli*) and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) using the well-diffusion method, with chloramphenicol as a positive control and distilled water as a negative control. Mechanical properties were evaluated using compressive strength testing.

The results showed that BG synthesized from SiO₂ ASP and CaO CTB successfully formed a complex compound of sodium calcium silicate. ASP and CTB were proven to be feasible as environmentally friendly alternative precursors for BG synthesis, as indicated by the successful extraction of SiO₂ from ASP with a purity of 99.3% and CaO from CTB of 96.8%. Adding ZnO nanoparticles to the BG improved crystallite size and material density (compressive strength) at 1–5% m/m concentrations, but a higher ZnO level (7% m/m) reduced mechanical strength. Adding ZnO also caused a decrease in pH after immersion and antibacterial activity against *E. coli* (Gram-negative) and *S. aureus* (Gram-positive).

Keywords: antibacterial, bioactive glass, duck egg shell, rice husk ash, ZnO nanoparticles