

SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL ZnO-Ag DENGAN BIOREDUKTOR EKSTRAK KETEPENG CINA TERDISPERSI PADA KOMPOSIT KITOSAN-PVA SEBAGAI FILM ANTIBAKTERI

RIA PUSPITANINGRUM

23/511863/PPA/06491

INTISARI

Permasalahan lingkungan akibat limbah plastik konvensional mendorong pengembangan bahan kemasan ramah lingkungan berbasis biopolimer. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi film kitosan/PVA (Kit/PVA) yang dimodifikasi dengan nanopartikel ZnO-Ag (ZnO-AgNPs) sebagai material kemasan makanan yang bersifat antibakteri dan biodegradabel. Nanopartikel ZnO (ZnONPs) disintesis menggunakan metode presipitasi dengan $ZnSO_4$ sebagai prekursor dan ZnO-AgNPs disintesis menggunakan metode sintesis hijau dengan ekstrak ketepeng cina (*Cassia alata*) sebagai bioreduktor dan ZnONPs hasil sintesis sebagai prekursor. Proses sintesis ZnO-AgNPs dilakukan dengan penambahan variasi konsentrasi $AgNO_3$ sebesar 1%, 3%, dan 5%. Material hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, TEM, SEM-EDX, dan UV-Vis. Film Kit/PVA/ZnO-AgNPs disintesis menggunakan metode *solvent casting*. Penambahan ZnONPs dan ZnO-AgNPs sebagai *nanofiller* film Kit/PVA bertujuan untuk mempelajari pengaruh ZnONPs dan perbedaan persentase Ag yang ditambahkan terhadap sifat mekanik, permeabilitas uap air (WVP), laju transmisi uap air (WVTR), dan sifat antibakteri. Film Kit/PVA/ZnO-AgNPs juga dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, dan FESEM-EDX serta dilakukan uji biodegradabilitas dan uji pengemasan makanan pada buah stroberi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZnONPs dan ZnO-AgNPs telah berhasil disintesis yang ditandai dengan munculnya ikatan Zn-O dan Zn-O-Ag pada spektrum FTIR. Data difraktogram memperlihatkan puncak karakteristik ZnONPs dan Ag dengan struktur kristal *hexagonal wurtzite* dan kubik, serta citra TEM dan SEM yang menggambarkan morfologi material ZnONPs yang dihiasi oleh partikel Ag. Keberhasilan modifikasi Ag terlihat dari data SEM-EDX yang menunjukkan persentase Ag pada material sebesar 3,72%. Penambahan ZnONPs dan ZnO-AgNPs ke dalam film Kit/PVA berpengaruh terhadap peningkatan sifat mekanik, penurunan WVTR dan WVP, serta peningkatan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Film terbaik adalah film Kit/PVA yang ditambahkan ZnO-AgNPs3 yang memiliki tingkat elongasi tertinggi yaitu 308,48% dan nilai WVTR serta WVP yang optimal yaitu $27,27 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ dan $1,922 \text{ g mm m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$. Film Kit/PVA/ZnO-AgNPs3 juga efektif dalam pengemasan buah stroberi dengan menambah umur simpan hingga 7 hari dan tidak menunjukkan migrasi logam yang berbahaya. Seluruh film menunjukkan sifat biodegradabilitas yang baik. Secara keseluruhan, film Kit/PVA/ZnO-AgNPs memiliki potensi besar sebagai alternatif kemasan makanan aktif yang bersifat antibakteri, biodegradabel, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: antibakteri, film komposit, kitosan, PVA, ZnO-AgNPs

GREEN SYNTHESIS OF ZnO-Ag NANOPARTICLES WITH CHINA KETEPENG EXTRACT BIOREDUCTOR DISPERSED IN CHITOSAN-PVA COMPOSITE AS AN ANTIBACTERIAL FILM

RIA PUSPITANINGRUM
23/511863/PPA/06491

ABSTRACT

Environmental problems caused by conventional plastic waste encourage the development of biopolymer-based environmentally friendly packaging materials. This study aimed to synthesize and characterize chitosan/PVA (Kit/PVA) film modified with ZnO-AgNPs nanoparticles as an antibacterial and biodegradable food packaging material. ZnO nanoparticles (ZnONPs) were synthesized using the precipitation method with ZnSO₄ as the precursor and ZnO-AgNPs was synthesized using the green synthesis method with Chinese starch (*Cassia alata*) extract as the bioreductor and synthesized ZnONPs as the precursor. The ZnO-AgNPs synthesis process was carried out by adding AgNO₃ concentration variations of 1%, 3% and 5%. The synthesized materials were characterized using FTIR, XRD, TEM, SEM-EDX, and UV-Vis. Kit/PVA/ZnO-AgNPs film was synthesized using the solvent casting method. The addition of ZnONPs and ZnO-AgNPs as nanofillers in Kit/PVA film was aimed to study the effect of ZnONPs and different percentages of Ag added on mechanical properties, water vapor permeability (WVP), water vapor transmission rate (WVTR), and antibacterial properties. Kit/PVA/ZnO-AgNPs films were also characterized using FTIR, XRD, and FESEM-EDX and tested for biodegradability and food packaging tests on strawberries.

The results showed that ZnONPs and ZnO-AgNPs have been successfully synthesized, characterized by the appearance of Zn-O and Zn-O-Ag bonds in the FTIR spectrum. Diffractogram data showed characteristic peaks of ZnONPs and Ag with hexagonal wurtzite and cubic crystal structures, and TEM and SEM images depicted the morphology of ZnONPs material decorated by Ag particles. The success of the Ag modification can be seen from the SEM-EDX data. This shows that the percentage of Ag in the material is 3,72%. The addition of ZnONPs and ZnO-AgNPs into Kit/PVA films improved mechanical properties, decreased WVTR and WVP, and increased antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The best film is Kit/PVA film added with 3% ZnO-AgNPs which has the highest elongation rate of 308,48% and optimal WVTR and WVP values of 27,27 g m⁻² h⁻¹ and 1,922 g mm⁻² h⁻¹ kPa⁻¹. Kit/PVA/ZnO-AgNPs3 films were also effective in strawberry packaging by increasing the shelf life by up to 7 days and did not show harmful metal migration. All films showed good biodegradability properties. Overall, Kit/PVA/ZnO-AgNPs films have great potential as an alternative active food packaging that is antibacterial, biodegradable, and environmentally friendly.

Keywords: antibacterial, chitosan, composite film, PVA, ZnO-AgNPs