UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Kemasan Aktif Ramah Lingkungan Berbasis Film Komposit Kitosan-Kappa Karagenan
Termodifikasi Biochar dan Nanopartikel ZnO**
Refisan Naufa 'Aisy, Dr.rer.nat. Adhitasari Suratman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PENGEMBANGAN KEMASAN AKTIF RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS FILM KOMPOSIT KITOSAN-KAPPA KARAGENAN TERMODIFIKASI *BIOCHAR* DAN NANOPARTIKEL ZnO

Refisan Naufa ‘Aisy
24/547794/PPA/06907

INTISARI

Permasalahan lingkungan akibat limbah plastik konvensional telah mendorong pengembangan bahan kemasan ramah lingkungan berbasis biopolimer. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan film komposit kitosan-kappa karagenan/*biochar* teraktivasi asam/nanopartikel ZnO (Ch-KC/AB/Zn) sebagai kemasan buah yang *biodegradable*, antioksidan, serta antibakteri melalui metode *solvent casting* pada suhu ruang. Film Ch-KC/AB/Zn dievaluasi terhadap sifat mekanik, derajat *swelling*, sudut kontak, ketebalan, laju transmisi uap air (WVTR), antioksidan, dan antibakteri. Film Ch-KC/AB/Zn juga dikarakterisasi menggunakan FT-IR, XRD, dan SEM, serta dilakukan uji biodegradabilitas dan uji pengemasan pada buah anggur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa film Ch-KC/AB/Zn telah berhasil dikembangkan, yang ditandai dengan adanya pergeseran puncak spektrum FT-IR pada gugus –OH, C–H, dan amida II. Data difraktogram menunjukkan puncak difraksi dengan intensitas yang lebih rendah pada 2θ sebesar 14–16°. Citra SEM juga menggambarkan keberhasilan penambahan *biochar* teraktivasi asam dan nanopartikel ZnO dalam film Ch-KC/AB/Zn dengan permukaan yang heterogen dan kasar. Penambahan *biochar* teraktivasi asam dan nanopartikel ZnO dalam film Ch-KC berpengaruh terhadap peningkatan sifat mekanik, sudut kontak, ketebalan, aktivitas antioksidan, dan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, serta penurunan derajat *swelling* dan WVTR. Film terbaik adalah film Ch-KC dengan penambahan *biochar* teraktivasi asam 0,08 g dan nanopartikel ZnO 0,10% yang memiliki derajat *swelling* terendah yaitu 98,23%, sudut kontak dan WVTR yang optimal yaitu 54,21° dan 5,91 g/(m^2 jam), ketebalan tertinggi yaitu 0,14 mm, kuat tarik dan elongasi tertinggi yaitu 40,31 MPa dan 17,55%, serta aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 88,06%. Film Ch-KC/AB/Zn meningkatkan zona hambat terhadap *E. coli* dan *S. aureus* masing-masing sebesar 21,37 dan 20,70 mm. Film Ch-KC/AB/Zn juga efektif dalam pengemasan buah anggur dengan menambah umur simpan hingga 21 hari dan menunjukkan biodegradabilitas yang tinggi. Secara keseluruhan, film Ch-KC/AB/Zn mempunyai potensi besar sebagai alternatif kemasan makanan aktif yang bersifat antioksidan, antibakteri, dan *biodegradable*.
Kata kunci: kemasan aktif, kitosan, kappa karagenan, *biochar*, nanopartikel ZnO

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Kemasan Aktif Ramah Lingkungan Berbasis Film Komposit Kitosan-Kappa Karagenan
Termodifikasi Biochar dan Nanopartikel ZnO**
Refisan Naufa 'Aisy, Dr.rer.nat. Adhitasari Suratman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ACTIVE PACKAGING BASED ON CHITOSAN-KAPPA CARRAGEENAN COMPOSITE FILM MODIFIED BY BIOCHAR AND ZNO NANOPARTICLES

Refisan Naufa ‘Aisy
24/547794/PPA/06907

ABSTRACT

Environmental issues caused by conventional plastic waste have driven the development of environmentally friendly, biopolymer-based packaging materials. This study aimed to develop a chitosan-kappa-carrageenan/acid-activated biochar/ZnO nanoparticle (Ch-KC/AB/Zn) composite film for fruit packaging that is biodegradable, antioxidant, and antibacterial, using a room-temperature solvent casting method. The Ch-KC/AB/Zn film was evaluated for mechanical properties, swelling degree, contact angle, thickness, water vapor transmission rate (WVTR), antioxidant, and antibacterial activities. The film was also characterized using FT-IR, XRD, and SEM, and subjected to biodegradability and food packaging tests using grapes.

The results showed that Ch-KC/AB/Zn film was successfully developed, envidenced by shifts in FT-IR spectral peaks associated with –OH, C–H, and amide II. Diffractogram data showed lower-intensity diffraction peaks at 2θ of 14–16°. SEM images also depicted the successful incorporation of acid-activated biochar and ZnO nanoparticles into Ch-KC/AB/Zn film, exhibiting a heterogeneous and rough surface. The addition of acid-activated biochar and ZnO nanoparticles into Ch-KC film significantly increased mechanical properties, contact angle, thickness, antioxidant activity, and antibacterial activity against *E. coli* and *S. aureus*, and reduced swelling degree and WVTR. The optimal film was Ch-KC film with the addition of 0.08 g of acid-activated biochar and 0.10% ZnO nanoparticles, which exhibited the lowest swelling degree of 98.23%, optimal contact angle and WVTR values of 54.21° and 5.91 g/(m^2 h), the highest thickness values of 0.14 mm, the highest tensile strength and elongation values of 40.31 MPa and 17.55%, and the highest antioxidant activity values of 88.06%. Ch-KC/AB/Zn film enhanced antibacterial activity against *E. coli* and *S. aureus* with inhibition zones of 21.37 and 20.70 mm, respectively. Ch-KC/AB/Zn film was effective in grape packaging, extending the shelf life up to 21 days and demonstrating high biodegradability. Overall, Ch-KC/AB/Zn film had great potential as an active food packaging alternative with antioxidant, antibacterial, and biodegradable properties.

Keywords: active packaging, chitosan, kappa carrageenan, biochar, ZnO nanoparticles