

RINGKASAN

Kulit sebagai organ pertahanan pertama memiliki kemampuan penyembuhan diri sendiri (*self-healing wounds*), namun luka terbuka dapat memperlambat proses tersebut, sehingga diperlukan pembalut luka dari luar untuk mempercepat proses penyembuhan. Hidrogel berbasis kitosan-seng oksida (ZnO)/poli(etilen glikol) (PEG)/ekstrak kulit buah delima (ED) dikembangkan sebagai pembalut untuk mempercepat penyembuhan luka. Kitosan berfungsi sebagai bahan utama, selain karena kemampuan antimikroba juga kemudahan untuk dimodifikasi dengan gugus lain yang sesuai dengan tujuan penggunaan. ZnO nanopartikel ditambahkan untuk meningkatkan kemampuan antibakteri. ED akan berkontribusi sebagai agen antioksidan alami. Pembuatan hidrogel dilakukan dengan melarutkan kitosan pada asam asetat 1%, kemudian ditambahkan STPP sebagai *crosslinker* serta penambahan ZnO sebagai agen antibakteri dan ED sebagai agen antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat material pembalut luka berbahan dasar kitosan dengan kemampuan mempercepat proses penyembuhan luka.

Penelitian terdiri dari 4 tahap, yaitu: 1) tahap pertama meliputi sintesis ZnO nanopartikel dari $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan ekstraksi kulit delima menggunakan EtOH 70% dengan metode maserasi, 2) tahap ke-2 merupakan proses pembuatan hidrogel pembalut luka berbasis kitosan-PEG/ZnO/ED, 3) tahap selanjutnya adalah karakterisasi dan uji dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *X-ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), Spektrofotometer UV-Vis, *Dynamic Light Scattering* (DLS), 4) tahap terakhir adalah uji aktivitas antibakteri hidrogel terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*, dilanjutkan dengan uji *in vivo*, yakni pengamatan proses penyembuhan luka pada hewan coba (tikus wistar).

Penelitian ini sudah memperoleh klirens etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan nomor 013/EC/KEPK/FK-UNDIP/I/2025.

Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan sintesis ZnO nanopartikel dikonfirmasi oleh puncak khas ZnO pada 2θ 100° , 102° , dan 101° pada XRD. Pada analisis DLS didapatkan diameter ZnO sebesar 95 nm, yang tergolong dalam ukuran nanopartikel. Analisis FTIR mengkonfirmasi adanya ZnO yang termuat di dalam hidrogel yang ditandai dengan munculnya puncak pada pita serapan 564 dan 492 cm^{-1} . Variasi penambahan ZnO memberikan hasil antibakteri yang berbeda karena semakin banyak ZnO yang dimuat maka sifat antibakterinya menjadi semakin besar. Keberhasilan potensi hidrogel sebagai penyembuh luka di konfirmasi pada analisis *in vivo* menggunakan mencit, didapatkan bahwa hidrogel yang mengandung ZnO dan ED dapat menutup luka secara sempurna dalam kurun waktu 10 hari.

SUMMARY

The skin, as the first line of defense, has the ability to self-heal wounds, but open wounds can slow down this process, so wound dressings are needed to accelerate the healing process. Hydrogel based on chitosan-zinc oxide (ZnO)/polyethylene glycol (PEG)/pomegranate peel extract (ED) was developed as a dressing to accelerate wound healing. Chitosan serves as the main material, not only because of its antimicrobial properties but also due to its ease of modification with other groups suitable for the intended use. ZnO nanoparticles are added to enhance antibacterial properties. ED will contribute as a natural antioxidant agent. The hydrogel was made by dissolving chitosan in 1% acetic acid, then adding STPP as a crosslinker and ZnO as an antibacterial agent and ED as an antioxidant agent. This research aims to create chitosan-based wound dressing materials with the ability to accelerate the wound healing process.

The research consists of 4 stages, namely: 1) the first stage includes the synthesis of ZnO nanoparticles from $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and the extraction of pomegranate peel using 70% EtOH with the maceration method, 2) The second stage involves the process of making a wound dressing hydrogel based on chitosan-PEG/ZnO/ED, 3) the next stage is characterization and testing using Fourier Transform Infrared (FTIR), X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM), UV-Vis Spectrophotometer, Dynamic Light Scattering (DLS), 4) The final stage is the antibacterial activity test of the hydrogel against *E. coli* and *S. aureus* bacteria, followed by *in vivo* testing, which involves observing the wound healing process in test animals (Wistar rats).

This research has obtained ethical clearance from the Health Research Ethics Commission of the Faculty of Medicine, Diponegoro University with number 013/EC/KEPK/FK-UNDIP/I/2025

The research results show the successful synthesis of ZnO nanoparticles confirmed by characteristic ZnO peaks at 100° , 102° , and 101° in XRD. In the DLS analysis, a ZnO diameter of 95 nm was obtained, indicating it falls within the nanoparticle size range. FTIR analysis confirms the presence of ZnO embedded in the hydrogel, indicated by the appearance of peaks at absorption bands of 564 and 492 cm^{-1} . Variations in the addition of ZnO yield different antibacterial results because the more ZnO is loaded, the greater its antibacterial properties become. The success of the hydrogel's potential as a wound healer was confirmed through *in vivo* analysis using mice, where it was found that the hydrogel containing ZnO and ED could completely close the wound within a period of 10 days.