

## INTISARI

**Latar Belakang:** Nekrosis pulpa pada gigi permanen muda menyebabkan terhentinya perkembangan akar sehingga gigi rentan mengalami fraktur. Perawatan yang bertujuan meregenerasi kompleks dentin-pulpa pada gigi permanen muda yang mengalami nekrosis adalah prosedur endodontik regeneratif. Kitosan telah digunakan sebagai *scaffold* pada prosedur tersebut, akan tetapi potensi regeneratifnya belum cukup optimal. Fucoidan memiliki potensi angiogenik dan osteogenik yang diperlukan untuk proses regenerasi jaringan. Kombinasi kitosan larut air (CG) dengan fucoidan (FU) dan Na-karboksimetilselulosa (CMC) yang bermuatan negatif dapat membentuk hidrogel. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi hidrogel injeksi CG/FU/CMC sebagai *scaffold* untuk regenerasi endodontik.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Subjek penelitian adalah hidrogel injeksi CG/FU/CMC serta sel MC3T3-E1 (n=3). Fucoidan dari *Turbinaria ornata* diekstraksi menggunakan HCl dan dipurifikasi menggunakan *DEAE-cellulose column chromatography*. Gugus fungsional, total karbohidrat, dan kandungan sulfatnya dianalisis menggunakan FTIR, metode fenol-sulfat, dan metode turbidimetri. CG diperoleh dari modifikasi kitosan dengan *cyanoguanidine*, lalu dicampur dengan fucoidan dan Na-karboksimetilselulosa untuk membentuk hidrogel dengan rasio volume CG/FU/CMC 1/1/4, 1/3/8, dan 2/1/5. Analisis gugus fungsional, komposisi kimiawi, morfologi, dan porositas, dilakukan menggunakan FTIR dan SEM-EDX. Hasil gelasi diperoleh dari perbandingan berat hidrogel kering dan polimer yang digunakan, sedangkan *swelling ratio* diperoleh dari perbandingan selisih berat hidrogel saat *swelling* dengan berat kering. Hasil gelasi, porositas, dan *swelling ratio* dianalisis menggunakan Manova untuk menentukan rasio hidrogel yang akan digunakan pada pengujian proliferasi sel, selanjutnya data pada 24, 48, dan 72 jam dianalisis menggunakan *one-way ANOVA*. Ekspresi osteokalsin dievaluasi pada 7, 14, dan 21 hari.

**Hasil Penelitian:** Peningkatan rasio kitosan-fucoidan meningkatkan hasil gelasi secara bermakna ( $p < 0,05$ ), tetapi tidak mempengaruhi porositas hidrogel. Durasi paparan hidrogel selama 48 jam meningkatkan proliferasi MC3T3-E1 ( $p < 0,05$ ), akan tetapi menurun pada pengukuran 72 jam ( $p < 0,05$ ). Ekspresi osteokalsin terlihat meningkat setelah paparan selama 14 dan 21 hari.

**Kesimpulan:** Kombinasi kitosan-fucoidan dapat meningkatkan proliferasi serta ekspresi osteokalsin pada MC3T3-E1 sebagai sel model, sehingga dapat diperkirakan bahwa kombinasi tersebut kemungkinan juga memiliki potensi odontogenik, tetapi penelitian lebih lanjut pada sel punca mesenkimal manusia masih diperlukan.

**Kata kunci:** fucoidan, kitosan, osteokalsin, potensi odontogenik, proliferasi.

## ABSTRACT

**Background:** Pulp necrosis in young permanent teeth prevents root formation, leaving the teeth more susceptible to fracture. Regenerative endodontic treatment aims to regenerate the dentin-pulp complex in young permanent teeth with necrosis. Chitosan has been used as a scaffold in this method, although its regeneration potential is not yet fully realized. Fucoidan exhibits both angiogenic and osteogenic potential, which are required for tissue regeneration. The combination of water-soluble chitosan (CG) with negatively charged fucoidan (FU) and Na-carboxymethylcellulose (CMC) can form a hydrogel. This study aims to evaluate the potential of CG/FU/CMC injectable hydrogel as a scaffold for endodontic regeneration.

**Methods:** This is a laboratory-based experimental investigation. Subjects include CG/FU/CMC injectable hydrogels and MC3T3-E1 cells (n=3). Fucoidan from *Turbinaria ornata* was extracted with HCl and purified via DEAE-cellulose column chromatography. Its functional groups, total carbohydrate, and sulfate concentration were determined using FTIR, phenol-sulfate, and turbidimetric methods. CG was obtained from chitosan modified with cyanoguanidine, which was then combined with FU and CMC to form hydrogels with CG/FU/CMC volume ratios of 1/1/4, 1/3/8, and 2/1/5. Functional group analysis, chemical composition, morphology, and porosity were performed using FTIR and SEM-EDX. The gelation yield was calculated by dividing the dry hydrogel weight by the polymer weight, and the swelling ratio by dividing the swollen and dry hydrogel weights. The gelation yield, porosity, and swelling ratio were analyzed using MANOVA to determine the optimal hydrogel ratio for cell proliferation testing. Data collected at 24, 48, and 72 hours were then analyzed using one-way ANOVA. Osteocalcin expression was assessed at 7, 14, and 21 days.

**Results:** Increasing the chitosan-fucoidan ratio significantly improved gelation yield ( $p < 0.05$ ), but did not affect hydrogel porosity. Exposure of the hydrogel for 48 hours increased MC3T3-E1 proliferation ( $p < 0.05$ ), but decreased at the 72-hour measurement ( $p < 0.05$ ). Osteocalcin expression was observed to increase after 14 and 21 days.

**Conclusion:** The combination of chitosan and fucoidan enhance the proliferation and osteocalcin expression in MC3T3-E1 cells as a model, suggesting that this combination may also have odontogenic potential. However, further research on human mesenchymal stem cells is still needed.

**Keywords:** fucoidan, chitosan, osteocalcin, odontogenic potential, proliferation.