

**POTENSI KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-GELATIN DARI LIMBAH
CANGKANG TELUR SEBAGAI MATERIAL *DRUG DELIVERY***

TESIS

DHEA RAHMANDA PUTRI

NIM : 2420411005



PROGRAM STUDI MAGISTER

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2026

POTENSI KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-GELATIN DARI LIMBAH CANGKANG TELUR SEBAGAI MATERIAL *DRUG DELIVERY*

Oleh: Dhea Rahmanda Putri (2420411005)

Dibawah bimbingan: Prof. Dr. Novesar Jamarun, MS dan Dr. Vivi Sisca

ABSTRAK

Permasalahan dalam terapi konvensional menggunakan metilprednisolon (MP), seperti efek samping sistemik dan pelepasan obat yang tidak terkontrol, mendorong pengembangan sistem penghantaran obat (*drug delivery system*) yang lebih efektif dan terarah. HAp merupakan keramik bioaktif dengan kemampuan adsorpsi tinggi, namun memiliki keterbatasan dalam stabilitas dan kerapuhan. Gelatin digunakan sebagai matriks pendukung untuk meningkatkan sifat fisikokimia HAp. Dalam penelitian ini, komposit HAp/Gel disintesis menggunakan metode sol-gel secara in-situ dengan variasi pH 7 hingga 12, menggunakan kalsium dari limbah cangkang telur. Karakterisasi dilakukan menggunakan FTIR, XRD, FESEM-EDX, TGA-DTA, SAA dan uji drug loading efficiency (DLE) serta pelepasan obat secara in vitro terhadap MP. Hasil FTIR menunjukkan keberadaan gugus fungsional khas dari HAp dan gelatin yang berinteraksi secara kimia dalam struktur komposit. Analisis XRD menunjukkan bahwa struktur kristalin HAp tetap terbentuk dengan pola difraksi sesuai standar ICSD #157481, dan pengaruh pH berperan dalam tingkat kristalinitas. Morfologi hasil FESEM menunjukkan bahwa peningkatan pH sintesis menyebabkan permukaan menjadi lebih halus, seragam, dan berpori, dengan ukuran partikel terkecil diperoleh pada pH 10 (27,5 nm). Komposit HAp/Gel-10 juga menunjukkan kestabilan termal yang lebih baik untuk drug delivery berdasarkan analisis TGA-DTA. Nilai DLE tertinggi tercapai pada pH 10 sebesar 73,1%, disertai pelepasan obat metilprednisolon secara bertahap sebesar 50,23% dalam waktu 8 jam. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pH sintesis berpengaruh signifikan terhadap struktur, morfologi, dan performa penghantaran obat komposit HAp/Gel. Komposit HAp/Gel-10 merupakan kandidat paling potensial sebagai sistem penghantaran MP yang bertahap dan stabil, serta berpotensi mengurangi efek samping terapi jangka panjang.

Kata kunci: Hidroksiapatit, Gelatin, Komposit, Drug delivery, Metilprednisolon, pH sintesis

POTENTIAL APPLICATION OF EGGSHELL-DERIVED HYDROXYAPATITE–GELATIN COMPOSITE AS A DRUG DELIVERY CARRIER

By: Dhea Rahmanda Putri (2420411005)

Supervised by: Prof. Dr. Novesar Jamarun, MS and Dr. Vivi Sisca

ABSTRACT

The limitations of conventional therapy using methylprednisolone (MP), such as systemic side effects and uncontrolled drug release, have prompted the development of more effective and targeted drug delivery systems. Hydroxyapatite (HAp), a bioceramic material that closely resembles the mineral component of bone, exhibits high adsorption capacity but suffers from brittleness and rapid degradation under physiological conditions. Therefore, modification with natural polymers such as gelatin (Gel) is necessary to enhance the physicochemical properties and stability of HAp as a drug carrier. In this study, HAp/Gel composites were successfully synthesized via an in-situ sol-gel method using calcium derived from eggshell waste, with synthesis pH variations ranging from pH 7 to 12. Characterization was conducted using FTIR, XRD, SEM-EDX, TGA-DTA, SAA and drug loading efficiency (DLE) tests, along with in vitro drug release studies using methylprednisolone. FTIR results confirmed the presence of characteristic functional groups of both HAp and gelatin, indicating successful chemical interactions within the composite structure. XRD analysis showed that the crystalline structure of HAp was maintained with diffraction patterns matching the ICSD #157481 standard, and that the synthesis pH influenced the degree of crystallinity. SEM images revealed that increasing the synthesis pH resulted in smoother, more uniform, and porous surfaces, with the smallest particle size obtained at pH 10 (27.5 nm). The HAp/Gel-10 composite also exhibited greater thermal stability based on TGA-DTA analysis. The highest DLE was achieved at pH 10 (73.1%), accompanied by a sustained drug release of 50.23% over 8 hours. These findings demonstrate that synthesis pH significantly affects the structure, morphology, and drug delivery performance of HAp/Gel composites. Among the tested samples, HAp/Gel-10 is the most promising candidate for methylprednisolone delivery, offering controlled release, enhanced stability, and potential for reducing long-term side effects.

Keywords: Hydroxyapatite, Gelatin, Composite, Drug delivery, Methylprednisolone, Synthesis pH