

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT
HIDROKSIAPATIT/KARBOKSIMETIL SELULOSA; STUDI ISOTERM
DAN KINETIKA ADSORPSI KRISTAL VIOLET**

TESIS



**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT
HIDROKSIAPATIT/KARBOKSIMETIL SELULOSA; STUDI ISOTERM
DAN KINETIKA ADSORPSI KRISTAL VIOLET**

Oleh: Arika Prasejati (2320412021)

Dibawah bimbingan: Prof. Dr. Novesar Jamarun, MS dan Dr. Syukri

ABSTRAK

Pencemaran air akibat limbah industri tekstil, khususnya yang mengandung zat warna kristal violet (KV), memberikan dampak serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu metode yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah proses adsorpsi menggunakan material berbasis komposit hidroksiapatit/polimer. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengaplikasikan komposit hidroksiapatit/karboksimetil selulosa (HAp/KMS) sebagai adsorben zat warna KV. Prekursor kalsium yang digunakan berasal dari limbah cangkang telur. Sintesis komposit HAp/KMS dilakukan menggunakan metode sol-gel secara *in-situ* dengan variasi konsentrasi KMS sebesar 2,71; 5,28; 10,04; 14,34; dan 18,25%. Komposit terbaik diperoleh pada konsentrasi KMS 2,71% (HAp/KMS-1) dan dikarakterisasi menggunakan FTIR, BET, XRD, dan SEM-EDS. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa komposit HAp/KMS-1 memiliki gugus fungsi khas ($-OH$, PO_4^{3-} , $-COO^-$), luas permukaan yang tinggi dengan struktur mesopori, struktur kristal yang sesuai dengan standar ICSD #157481, serta morfologi bulat, kasar, dan berpori. Rasio Ca/P sebesar 1,64 dan keberadaan unsur Ca, P, O, Na, dan C yang mengonfirmasi keberhasilan sintesis komposit. Uji adsorpsi *batch* terhadap KV menunjukkan kondisi optimum pada pH 11, konsentrasi awal 4 mg/L, massa adsorben 0,05 g, dan waktu kontak 120 menit. Kapasitas adsorpsi maksimum mencapai 0,7807 mg/g dengan efisiensi penghilangan 97,59%, mengikuti model isoterm Langmuir dan kinetika pseudo-orde kedua. Komposit HAp/KMS-1 menunjukkan kemampuan regenerasi hingga lima siklus, dengan efisiensi 68,10% pada siklus terakhir. Berdasarkan hasil tersebut, komposit HAp/KMS-1 memiliki potensi sebagai material adsorben yang efektif dan dapat digunakan kembali untuk pengolahan limbah zat warna.

Kata kunci: Hidroksiapatit, Karboksimetil selulosa, Komposit, Adsorpsi, Kristal violet

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF
HYDROXYAPATITE/CARBOXYMETHYL CELLULOSE COMPOSITE;
ADSORPTION ISOTHERM AND KINETIC STUDY OF CRYSTAL
VIOLET**

By: Arika Prasejati (2320412021)

Supervised by: Prof. Dr. Novesar Jamarun, MS and Dr. Syukri

ABSTRACT

Water pollution due to textile industry waste, especially crystal violet (CV) dye, seriously impacts the environment and human health. One effective method to overcome this problem is the adsorption process using hydroxyapatite/polymer composite-based materials. This study aims to synthesize and apply hydroxyapatite/carboxymethyl cellulose (HAp/CMC) composite as an adsorbent for CV dyes. The calcium precursor used in this study comes from eggshell waste. HAp/CMC composites were synthesized using the in-situ sol-gel method with variations in CMC concentration of 2.71, 5.28, 10.04, 14.34, and 18.25%. The best composite was obtained at a CV concentration of 2.71% (HAp/CMC-1) and was characterized using FTIR, BET, XRD, and SEM-EDS. The characterization results showed that the HAp/CMC-1 composite has typical functional groups (-OH, PO_4^{3-} , $-\text{COO}^-$), high surface area with mesoporous structure, and crystal structure by ICSD standard #157481, and spherical, rough, and porous morphology. The Ca/P ratio of 1.64 and the presence of Ca, P, O, Na, and C elements confirmed the success of the composite synthesis. The batch adsorption test on CV showed optimum conditions at pH 11, initial concentration of 4 mg/L, adsorbent mass of 0.05 g, and contact time of 120 minutes. The maximum adsorption capacity reached 0.7807 mg/g with a removal efficiency of 97.59%, following the Langmuir isotherm model and pseudo-second-order kinetics. The composite also demonstrated regeneration capability up to five cycles, with an efficiency of 68.10% in the last cycle. Based on these results, the HAp/CMC-1 composite has the potential as an effective adsorbent material and can be reused for dye waste processing.

Keywords: Hydroxyapatite, Carboxymethyl cellulose, Composite, Adsorption, Crystal violet