



PENGARUH PENAMBAHAN HIDROKSIAPATIT TERHADAP KINERJA PERLINDUNGAN UV DAN BIOKOMPATIBILITAS PADA TABIR SURYA

TEUKU AKRAM RAFI



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Terhadap Kinerja Perlindungan Uv, Stabilitas Formulasi, Dan Biokompatibilitas Pada Tabir Surya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2026

Teuku Akram Rafi
G7401211024



ABSTRAK

TEUKU AKRAM RAFI. Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Terhadap Kinerja Perlindungan Uv dan Biokompatibilitas pada Tabir Surya. Dibimbing oleh YESSIE WIDYA SARI dan YULIATI HERBANI.

HAp merupakan material biokompatibel yang berpotensi digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi tabir surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan HAp terhadap kinerja perlindungan ultraviolet (UV), dan sifat fisik tabir surya. Hidroksiapatit disintesis dari cangkang telur ayam melalui metode kalsinasi dan titrasi, kemudian dikarakterisasi menggunakan X-ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscopy (SEM). Tabir surya diformulasikan dalam sistem emulsi minyak dalam air (O/W) dengan variasi konsentrasi HAp sebesar 1%, 3%, dan 5% (b/b). Pengujian meliputi analisis spektrum UV-Vis dan perhitungan nilai Sun Protection Factor (SPF) menggunakan metode Mansur, pengujian pH, serta pengukuran sudut kontak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan HAp menyebabkan penurunan nilai absorbansi UVB dan nilai SPF seiring dengan peningkatan konsentrasi HAp. Namun demikian, penambahan HAp mampu meningkatkan stabilitas fisik dan karakteristik pembasahan permukaan tabir surya. Formulasi dengan konsentrasi HAp 3% menunjukkan kestabilan fisik terbaik, nilai pH yang mendekati pH kulit, serta viskositas yang optimum. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa hidroksiapatit berpotensi sebagai bahan tambahan dalam formulasi tabir surya dengan konsentrasi optimum sebesar 3% (b/b).

Kata kunci: hidroksiapatit, perlindungan UV, SPF, tabir surya

ABSTRACT

TEUKU AKRAM RAFI. The Effect of Hydroxyapatite Addition on UV Protection Performance and Biocompatibility of Sunscreen. Supervised by YESSIE WIDYA SARI and YULIATI HERBANI.

HAp is a biocompatible material with potential applications as an additive in sunscreen formulations. This study aims to evaluate the effect of HAp addition on ultraviolet (UV) protection performance and physical properties of sunscreen. Hydroxyapatite was synthesized from chicken eggshells via calcination and titration methods and characterized using X-ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM). Sunscreen formulations were prepared as oil-in-water (O/W) emulsions containing HAp at concentrations of 1%, 3%, and 5% (w/w). Performance evaluation included UV–Vis spectroscopic analysis and Sun Protection Factor (SPF) determination using the Mansur method, pH measurement, physical stability testing, and contact angle analysis. The results indicate that increasing HAp concentration leads to a decrease in UVB absorbance and SPF values. However, HAp addition improves the physical stability and wettability characteristics of the formulations. The sunscreen containing 3% HAp exhibited the most favorable balance between viscosity, and skin-compatible pH. These findings suggest that hydroxyapatite is a promising additive for enhancing the stability and physical properties of sunscreen formulations, with an optimal concentration of 3% (w/w).

Keywords: hydroxyapatite, sunscreen, UV protection, SPF



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB

PENGARUH PENAMBAHAN HIDROKSIAPATIT TERHADAP KINERJA PERLINDUNGAN UV DAN BIOKOMPATIBILITAS PADA TABIR SURYA

TEUKU AKRAM RAFI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Nur Aisyah Nuzulia, S.Si., M.Si.
2. Dr. Sitti Yani, S.Si., M.Si.

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Terhadap Kinerja Perlindungan Uv Dan Biokompatibilitas Pada Tabir Surya

Nama : Teuku Akram Rafi
NIM : G7401211024

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Yessie Widya Sari, S.Si, M.Si.
NIP 198004142012122004



Pembimbing 2:
Dr. Yuliati Herbani, M.Sc
NIP 197907162002122008



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP 196809161994031001



Tanggal Ujian: 03 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul *“Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Terhadap Kinerja Perlindungan Uv Dan Biokompatibilitas Pada Tabir Surya”*. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Yuliati Herbani, M.Sc, M.Si., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, arahan, motivasi, dan saran yang sangat berharga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua tercinta, Ibu Elis Purwatiningsih dan Alm. Bapak Bambang Eka Murdowo beserta saudari penulis Syaqilah Keisha Aurellia, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang senantiasa diberikan sepanjang perjalanan hidup penulis.
3. Seluruh dosen Departemen Fisika IPB, yang telah menyalurkan ilmu pengetahuan dan wawasan selama masa studi penulis.
4. Staf pelayanan mahasiswa Departemen Fisika, atas bantuan dan dukungan yang memudahkan berbagai urusan akademik selama penulis menempuh pendidikan.
5. Rekan-rekan Fisika Angkatan 58, yang telah menjadi teman seperjuangan selama menempuh pendidikan di Departemen Fisika IPB.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan ke depannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pihak yang membutuhkan, serta perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang energi terbarukan.

Bogor, Februari 2026

Teuku Akram Rafi



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tabir Surya dan Kinerja Perlindungan UV	3
2.2 Radiasi Ultraviolet dan Dampaknya Terhadap Kulit	3
2.3 HidroksiApatit (HA)	3
2.4 Peran Hidroksiapatit dalam Tabir Surya	4
2.5 Stabilitas Formulasi pada Produk Tabir Surya	5
2.6 Biokompatibilitas dan Keamanan Produk Tabir Surya	5
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Preparasi Cangkang Telur Ayam (CTA)	6
3.3 Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit (HAp)	6
3.4 Formulasi Tabir Surya dengan Hidroksiapatit	6
3.5 Pengujian Tabir Surya	8
3.5.1 Uji SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)	8
3.5.2 Uji pH	8
3.5.3 Uji Stabilitas	9
3.5.4 Uji Sudut Kontak	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Sintesis Hidroksiapatit (HAp)	10
4.2 Karakterisasi Hidroksiapatit (HAp)	11
4.2.1 Analisis difraksi sinar-X (XRD)	11
4.3 Hasil Uji Morfologi HAp Menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy</i>	

(SEM)	14
4.4 Hasil dan Pembahasan Spektrum UV-Vis dan Nilai SPF	16
4.4.1 Spektrum UV-Vis	16
4.4.2 Nilai SPF (Sun Protection Factor)	17
4.5 Hasil Uji pH	19
4.6 Hasil Analisis Stabilitas Fisik Berdasarkan Viskositas	20
4.7 Uji Sudut Kontak Tabir Surya Terhadap Permukaan Kulit Sapi	22
4.8 Hubungan Karakteristik HAp terhadap Kinerja Tabir Surya	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	34

DAFTAR TABEL

1. Prosedur Tabir Surya dengan HAp	7
2. Nilai efektivitas eritemal dan intensitas radiasi matahari ($EE \times I$) berdasarkan Mansur et al. (1986):	18
3. Hasil perhitungan nilai SPF masing-masing sampel	18
4. Hasil pengukuran menunjukkan nilai pH	19
5. Hasil pengukuran viskositas	20
6. Sudut kontak rata-rata tabir surya dengan variasi konsentrasi HAp	23

DAFTAR GAMBAR

1. Proses sintesis Hidroksiapatit (HAp) dengan meneteskan H_3PO_4 0,6 M ke dalam larutan $Ca(OH)_2$ 1 M	10
2. Hasil tiap tahapan sintesis HAp meliputi (a) CTA yang telah dipreparasi, (b) CaO hasil kalsinasi, dan (c) HAp	11
3. Pola Difraksi Sinar-X (XRD) Hidroksiapatit Hasil Sintesis	11
4. Karakterisasi morfologi dan ukuran partikel hidroksiapatit (HAp) dilakukan menggunakan SEM yang ditampilkan pada Gambar A dan B, sementara analisis distribusi ukuran partikel disajikan pada Gambar C.	14
5. Spektrum UV-Vis dari sampel kontrol dan sampel dengan variasi konsentrasi Hidroksiapatit (HAp) sebesar 1%, 3%, dan 5%.	16
6. Grafik hubungan konsentrasi hidroksiapatit (HAp) terhadap viskositas formulasi tabir surya.	21
7. Sudut kontak terhadap tabir surya dengan satu sampel kontrol atau tanpa HAp dan 3 sampel dengan HAp dengan konsentarsi (1 %, 3 %, dan 5 %).	22

DAFTAR LAMPIRAN

Diagram alir penelitian	30
Dokumentasi penelitian	31
Hasil uji viskositas Tabir Surya	32
Uji pH	33