

FABRIKASI SENSOR KELEMBAPAN BERBASIS HIDROKSIAPATIT ALAMI DARI TULANG SAPI DENGAN VARIASI UKURAN PARTIKEL

JULIAWATI



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Fabrikasi Sensor Kelembapan berbasis Hidroksiapatit Alami dari Tulang Sapi dengan Variasi Ukuran Partikel” 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, 19 November 2024



Juliawati
G7401201054



ABSTRAK

JULIAWATI. Fabrikasi Sensor Kelembapan berbasis Hidroksiapatit Alami dari Tulang Sapi dengan Variasi Ukuran Partikel. Dibimbing oleh ERUS RUSTAMI dan YESSIE WIDYA SARI.

Hidroksiapatit dikembangkan sebagai bahan sensor terhadap kelembapan relatif. Hidroksiapatit alami dengan 3 variasi ukuran partikel digunakan sebagai lapisan sensitif pada elektroda tembaga interdigital. Fasa kristalit HAp, ukuran, dan struktur morfologi dikarakterisasi dengan analisis *X-ray diffraction* (XRD) dan *scanning electron microscope* (SEM). Ukuran HAp berkurang seiring bertambah lamanya waktu *milling*. Respons kapasitansi dan impedansi dari sensor kelembapan dianalisis pada frekuensi 0,1 kHz pada nilai kelembapan yang berbeda untuk garam MgSO_4 . Hasil menunjukkan bahwa sensor pada sampel 1 memiliki linearitas paling tinggi. Sampel 2 memiliki nilai sensitivitas dan stabilitas lebih tinggi dari pada sampel 1 dan sampel 3. Sensitivitasnya sekitar 9,42%. Ketiga sensor sudah menunjukkan hasil yang cukup akurat dalam pembacaan kelembapan ketika dibandingkan dengan termohygrometer sebagai referensi. Hasil yang diperoleh membuktikan bahwa hidroksiapatit alami dapat digunakan untuk aplikasi sensor kelembapan.

Kata kunci: sensor kelembapan, hidroksiapatit alami, tulang sapi, kelembapan relatif, kapasitif, sensitivitas

ABSTRACT

JULIAWATI. Fabrication of Natural Hydroxyapatite-based Humidity Sensor from Bovine Bone with Variation in Particle Size. Supervised by ERUS RUSTAMI and YESSIE WIDYA SARI.

Hydroxyapatite was developed as a sensor material for relative humidity. Natural hydroxyapatite with 3 particle size variations was used as a sensitive layer on an interdigital copper electrode. HAp crystallite phase, size, and morphological structure were characterized by X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM) analysis. The size of HAp decreased as the milling time increased. The capacitance and impedance responses of the humidity sensor were analyzed at a frequency of 0,1 kHz at different humidity values for MgSO_4 salt. The results show that the sensor in sample 1 has the highest linearity. Sample 2 has higher sensitivity and stability values than sample 1 and sample 3. The sensitivity is about 9,42%. All three sensors have shown quite accurate results in moisture readings when compared to the thermohygrometer as a reference. The results obtained prove that natural hydroxyapatite can be used for moisture sensor applications.

Keywords: humidity sensor, natural hydroxyapatite, bovine bone, relative humidity, capacitive, sensitivity



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 2024
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.



FABRIKASI SENSOR KELEMBAPAN BERBASIS HIDROKSIAPATIT ALAMI DARI TULANG SAPI DENGAN VARIASI UKURAN PARTIKEL

JULIAWATI

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
2024**



@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 Prof. Dr. Akhiruddin, S.Si., M.Si.
- 2 Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si.

Judul Skripsi : Fabrikasi Sensor Kelembapan berbasis Hidroksiapatit Alami dari Tulang Sapi dengan Variasi Ukuran Partikel

Nama : JULIAWATI
NIM : G7401201054

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si.
NIP. 19830226 201504 1 001

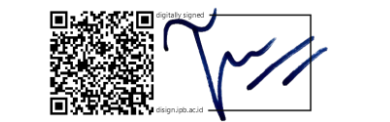


Pembimbing 2:
Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si.
NIP. 19800414 201212 2 004



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada W. P, S.Si., M.Si.
NIP. 19720519 199702 1 001



Tanggal Ujian: 11 Desember 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Juni 2024 ini ialah terkait Sensor Kelembapan, dengan judul “Fabrikasi Sensor Kelembapan berbasis Hidroksiapatit Alami dari Tulang Sapi dengan Variasi Ukuran Partikel”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Jamaludin dan Ibu Sahaliah, Kakak M. Idris Arrasyid, Adik Delia Meilani Qomarisya, serta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan serta memberikan semangat dan dukungan tiada henti.
2. Bapak Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si dan Ibu Dr. Yessie Widya Sari, S.Si, M.Si sebagai dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi yang sangat membantu.
3. Bapak Prof. Dr. Akhiruddin, S.Si., M.Si dan Bapak Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan.
4. Bapak dan Ibu dosen Fisika FMIPA IPB yang sudah membimbing dan memberikan nasihat dan motivasi dalam kegiatan kuliah.
5. Sahabat kuliah yang memberikan semangat, motivasi, dan mengisi hari-hari penulis selama perkuliahan, yaitu Sefiatun Nisa dan Laila Nashwa.
6. Teman-teman mahasiswa Departemen Fisika angkatan 57 IPB yang telah berjuang bersama di Departemen Fisika.
7. Teman-teman KKN-T Bondongan 2023 yang pernah memberikan kebahagiaan bagi penulis selama masa-masa KKN.
8. Seseorang yang pernah membantu, menemani, dan memberi dukungan kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian dan tugas akhir penulis.
9. Semua pihak yang telah memberi dukungan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 19 November 2024



Juliawati

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hidroksiapatit	3
2.2 Kelembapan Udara	5
2.3 Sensor Kelembapan	6
2.4 Sensitivitas	7
2.5 Metode <i>drop-casting</i>	7
2.6 Interdigital Electrode (IDE)	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Hasil Analisis XRD	11
4.2 Hasil Analisis SEM	12
4.3 Nilai Kelembapan Relatif	13
4.4 Hubungan Impedansi terhadap Kelembapan Relatif (RH)	14
4.5 Hubungan Kapasitansi terhadap Kelembapan Relatif (RH)	16
4.6 Uji Performa Sensor Kelembapan berdasarkan Nilai Impedansi terhadap Nilai Kelembapan Termohygrometer	18
4.7 Uji Performa Sensor Kelembapan berdasarkan Nilai Kapasitansi terhadap Nilai Kelembapan Termohygrometer	20
4.8 Sensitivitas	22
4.9 Mekanisme Pendeteksian Sensor Kelembapan Relatif Tipe Kapasitif Berbasis Hidroksiapatit Alami	23
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	43

DAFTAR TABEL

1	Komponen organik dan anorganik pada tulang sapi	4
2	Perbandingan nilai RH pada termohygrometer dan sensor setiap sampel berdasarkan nilai impedansi	20
3	Perbandingan nilai RH pada termohygrometer dan sensor setiap sampel berdasarkan nilai kapasitansi	22
4	Nilai sensitivitas sensor untuk ketiga sampel	23

DAFTAR GAMBAR

1	Skema interdigital electrode	8
2	Morfologi sistem interdigital capacitor IDCS	8
3	Diagram skema pengukuran listrik pada sensor	10
4	Hasil uji XRD serbuk tulang sapi	11
5	Citra SEM HAp dengan waktu penggilingan 0 jam (a); Distribusi ukuran partikel HAp dengan waktu penggilingan 0 jam (b)	12
6	Citra SEM HAp dengan waktu penggilingan 1 jam (a); Distribusi ukuran partikel HAp dengan waktu penggilingan 1 jam (b)	13
7	Citra SEM HAp dengan waktu penggilingan 2 jam (a); Distribusi ukuran partikel HAp dengan waktu penggilingan 2 jam (b)	13
8	Nilai kelembapan relatif garam $MgCl_2$ selama 10 menit (a); Nilai kelembapan relatif garam $MgSO_4$ selama 10 menit (b)	14
9	Grafik hubungan impedansi-kelembapan relatif pada $MgCl_2$: sampel 1 (a); sampel 2 (b); sampel 3 (c)	14
10	Grafik hubungan impedansi-kelembapan relatif pada $MgSO_4$: sampel 1 (a); sampel 2 (b); sampel 3 (c)	15
11	Grafik hubungan kapasitansi-kelembapan relatif pada $MgCl_2$: sampel 1 (a); sampel 2 (b); sampel 3 (c)	16
12	Grafik hubungan kapasitansi-kelembapan relatif pada $MgSO_4$: sampel 1 (a); sampel 2 (b); sampel 3 (c)	17
13	Grafik hubungan impedansi-kelembapan relatif pada sampel 1	19
14	Grafik hubungan impedansi-kelembapan relatif pada sampel 2	19
15	Grafik hubungan impedansi-kelembapan relatif pada sampel 3	19
16	Grafik hubungan kapasitansi-kelembapan relatif pada sampel 1	21
17	Grafik hubungan kapasitansi-kelembapan relatif pada sampel 2	21
18	Grafik hubungan kapasitansi-kelembapan relatif pada sampel 3	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir pelaksanaan Penelitian	30
2	Perhitungan ukuran kristalit pola XRD	31
3	Perhitungan parameter kisi hidroksiapatit struktur heksagonal	31
4	Perhitungan derajat kristalinitas pada sampel	32

5	Pengolahan ukuran partikel citra SEM menggunakan aplikasi Fiji ImageJ	33
6	Data impedansi sebagai fungsi kelembapan relatif	34
7	Data kapasitansi sebagai fungsi kelembapan relatif	37
8	Perhitungan nilai RH berdasarkan pengujian sensor kelembapan	40
9	Perhitungan nilai sensitivitas sensor	40
10	Dokumentasi penelitian	41