

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BARIUM STRONSIUM TITANAT DIDADAH RUTHENIUM

NOVIA FRANSISKA SIMBOLON



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Barium Stronsium Titanat Didadah Ruthenium” 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, Agustus 2025

Novia Fransiska Simbolon
NIM G7401211034



@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.

ABSTRAK

NOVIA FRANSISKA SIMBOLON. Sintesis dan Karakterisasi Barium Stronsium Titanat Didadah Ruthenium. Dibimbing oleh HERIYANTO SYAFUTRA dan IRZAMAN.

Film tipis berbasis $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium dengan variasi konsentrasi pendadah 0%, 0,5%, 1%, 1,5% telah berhasil dibuat di atas substrat silikon (100) tipe-p dan FTO (*Fluorine-doped Tin Oxide*) menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* dengan teknik *spin coating*. Ketebalan pada substrat silikon dan FTO menunjukkan perbedaan, yaitu ± 130 nm dengan metode volumetrik, di mana substrat silikon memiliki ketebalan yang lebih tipis dibandingkan substrat FTO. Hasil uji sifat optik menghasilkan energi bandgap yang semakin kecil pada kedua substrat yaitu dari 3,36 menjadi 1,56 eV pada substrat silikon dan 2,12 eV menjadi 1,69 eV pada substrat FTO. Uji sifat kristal menunjukkan struktur kristal berbentuk tetragonal dengan nilai parameter kisi yang semakin naik yaitu $a = 4,122 - 4,131 \text{ \AA}$ dan $c = 4,967 - 4,993 \text{ \AA}$, kenaikan momen dipol yaitu $1,1800 \times 10^{29} - 1,1853 \times 10^{29} \text{ Cm}$, dan penurunan polarisasi spontan yaitu $14,0138 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ menjadi $13,9105 \mu\text{C}/\text{cm}^2$. Konduktivitas listrik mengalami peningkatan untuk setiap variasi pendadah. Pengujian sensor cahaya menunjukkan respon film bersifat fotodioda pada substrat silikon dan fotokonduktif pada substrat FTO.

Kata kunci: film tipis, Ruthenium, sensor cahaya, sifat kristal, sifat optik

ABSTRACT

NOVIA FRANSISKA SIMBOLON. Synthesis and Characterisation of Ruthenium-Doped Barium Strontium Titanate. Supervised by HERIYANTO SYAFUTRA and IRZAMAN.

Thin films based on $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ were coated with ruthenium at varying coating concentrations of 0%, 0.5%, 1%, 1.5% were successfully fabricated on p-type silicon (100) and FTO (*Fluorine-doped Tin Oxide*) substrates using the Chemical Solution Deposition method with a spin coating technique. The thickness on the silicon and FTO substrates showed differences, namely ± 130 nm using the volumetric method, where the silicon substrate had a thinner thickness compared to the FTO substrate. Optical property testing results showed a decreasing bandgap energy on both substrates, from 3.36 to 1.56 eV on the silicon substrate and from 2.12 to 1.69 eV on the FTO substrate. Crystal property tests showed a tetragonal crystal structure with increasing lattice parameters, namely $a = 4.122 - 4.131 \text{ \AA}$ and $c = 4.967 - 4.993 \text{ \AA}$, an increase in dipole moment from 1.1800×10^{29} to $1.1853 \times 10^{29} \text{ Cm}$, and a decrease in spontaneous polarisation from $14.0138 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ to $13.9105 \mu\text{C}/\text{cm}^2$. Electrical conductivity increased with each substrate variation. Light sensor testing showed that the film exhibited photodiode behaviour on the silicon substrate and photoconductive behaviour on the FTO substrate.

Keywords: crystalline properties, light sensor, optical properties, Ruthenium, thin film



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
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.

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BARIUM STRONSIUM TITANAT DIDADAH RUTHENIUM

**NOVIA FRANSISKA SIMBOLON
G7401211034**

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
2025**



@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 Drs. Mahfuddin Zuhri, M.Si
- 2 Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Barium Stronsium
Titanat Didadah Ruthenium

Nama : Novia Fransiska Simbolon

NIM : G7401211034

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.

NIP. 198604232014041001



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si.

NIP. 196307081995121001



Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada W.P, S.Si., M.Si.

NIP. 197205191997021001



Tanggal Ujian: 3 September 2025

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 Tuhan Yesus Kristus atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Mei 2025 ini dengan judul "Sintesis dan Karakterisasi Barium Stronsium Titanat Didadah Ruthenium". Penelitian ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University.

Penulisan karya ilmiah ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Bapak Obert Simbolon dan Ibu Rewanti Marbun, kedua kakak yaitu Yusni Novalia Simbolon dan Aprianti Vitasari Simbolon yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat.
2. Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing pertama dan Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan serta arahan untuk penelitian ini.
3. Drs. Mahfuddin Zuhri, M.Si selaku dosen penguji pertama dan Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan kritik dan saran untuk penelitian ini.
4. Tendik dan staf Departemen Fisika IPB University terutama untuk Pak Firman, Pak Jun yang telah membantu proses administrasi dan penggunaan laboratorium penelitian, serta kepada kak Fanny atas bantuannya dalam membantu selama melakukan penelitian di laboratorium.
5. Sahabat yang menemani sejak awal perkuliahan yaitu Rament (Renny Apriani Dwika Saputri, Ayu Lidya Nuraini, Putri Meliana br Damanik), The Scientist Junior (Dea Syalwa Imelda dan Nadya Nurul Fatika), dan Dinny Fahira Wulandari yang telah memberikan dukungan, saran, semangat, dan selalu menemani penulis selama perkuliahan sampai menyelesaikan penelitian ini.
6. NCT Dream (Haechan) dan Seventeen yang memberikan semangat lewat lagu-lagu dan konten lucu untuk membangkitkan semangat penulis.
7. Rekan-rekan laboratorium Fismatop (Renny, Naila, Shenada, Habibah, Dea, Fara, Muthia, Alif, dan Herlambang) yang selalu bersama dan memberi dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
8. Teman-teman Fisika 58 (Theophylis), yang telah berjuang bersama menyelesaikan perkuliahan di Departemen Fisika.
9. Kepada diri sendiri yang sudah berjuang, bertahan dan berusaha untuk menyelesaikan karya ilmiah dan perkuliahan walau banyak keluhan, hambatan, dan tangisan dalam proses menyelesaikan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Novia Fransiska Simbolon



@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

DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
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 Barium Stronsium Titanat (BST)	3
2.2 Pendadah Ruthenium Oksida (RuO ₂)	3
2.3 Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> (CSD)	4
2.4 <i>Spin Coating</i>	5
2.5 Sensor Cahaya	6
2.6 <i>Fluorine-doped Tin Oxide (FTO) Substrate</i>	6
2.7 Spektrofotometer UV-Vis	7
2.8 XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	9
3.3 Prosedur Sintesis Film	9
3.4 Uji Sifat Film	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Ketebalan Film Tipis	22
4.2 Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis	26
4.3 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	30
4.4 Analisis Sifat Listrik	33
4.5 Analisis Respon Sensor Cahaya	35
V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	49



DAFTAR TABEL

1	Komposisi bahan pembuatan larutan $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ dengan konsentrasi	10
2	Ketebalan film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium pada substrat silikon (100) tipe-p dan FTO dengan metode volumetrik	22
3	Ketebalan film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium pada substrat silikon (100) tipe-p dengan metode interferometer Michelson	23
4	Energi bandgap film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium	30
5	Nilai parameter kisi film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium	31
6	Momen dipol film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium	32
7	Polarisasi spontan film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium	32
8	Nilai tegangan dan arus sebagai respon sensor cahaya pada intensitas cahaya yang berbeda untuk variasi pendadah 0%; 0,5%; dan 1% pada substrat Si (100) tipe-p	37
9	Nilai resistansi sebagai respon sensor cahaya pada kondisi terang dan gelap yang berbeda untuk variasi pendadah 0%; 0,5%; 1%; dan 1,5% pada substrat FTO	38

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur perosktive barium stronsium titanat (Irzaman <i>et al.</i> 2018)	3
2	Pengaruh ukuran jari-jari ion pendadah (Khorrami <i>et al.</i> 2012)	4
3	Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> (CSD)	5
4	Teknik <i>spin coating</i>	5
5	Proses <i>annealing</i>	12
6	Skema interferometer Michelson	13
7	Skema pola pergeseran garis interferensi pada garis batas film tipis (Noviana 2024)	14
8	Rangkaian sensor cahaya	18
9	Rangkaian uji sensor cahaya (a) <i>forward bias</i> dan (b) <i>reverse bias</i>	20
10	Pola interferensi yang terbentuk pada film tipis $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium dengan variasi konsentrasi (a) 0%; (b) 0,5%; (c) 1%; dan (d) 1,5%	24
11	Hubungan ketebalan film terhadap konsentrasi pendadah pada substrat silikon (100) tipe-p	24
12	Pengukuran sudut kontak pada substrat silikon dan FTO dimana (a) film tipis dengan pendadah 0,5% pada substrat silikon, (b) film tipis dengan pendadah 1% pada substrat silikon, (c) film tipis dengan pendadah 0,5% pada substrat FTO, dan (d) film tipis dengan pendadah 1% pada substrat FTO	25
13	Grafik reflektansi terhadap panjang gelombang pada film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah variasi konsentrasi Ruthenium pada substrat silikon	27
14	Grafik transmitansi terhadap panjang gelombang pada film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah variasi konsentrasi Ruthenium pada substrat FTO	27

15	Nilai energi band gap film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium dengan variasi konsentrasi (a) 0%, (b) 0,5%, (c) 0,5%, dan (d) 1,5% pada substrat silikon	28
16	Nilai energi band gap film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium dengan variasi konsentrasi (a) 0%, (b) 0,5%, (c) 0,5%, dan (d) 1,5% pada substrat FTO	29
17	Pola XRD pada film $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$ didadah Ruthenium	31
18	Spektrum konduktivitas dan resistivitas (Kwok 1995)	33
19	Hubungan konduktivitas listrik dan impedansi terhadap frekuensi berdasarkan variasi konsentrasi pendadah (a) 0%, (b) 0,5%, (c) 1%, dan (d) 1,5% pada substrat silikon	34
20	Hubungan konduktivitas listrik dan impedansi terhadap frekuensi berdasarkan variasi konsentrasi pendadah (a) 0%, (b) 0,5%, (c) 1%, dan (d) 1,5% pada substrat FTO	34
21	Pengujian sensor cahaya	36
22	Hubungan arus terhadap intensitas cahaya untuk variasi pendadah 0%; 0,5%; dan 1%	38

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	50
2	Perhitungan komposisi bahan untuk pembuatan $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$	51
3	Kemungkinan susunan molekul struktur $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{TiO}_3$	59
4	Perhitungan ketebalan film tipis	63
5	Langkah-langkah perhitungan energi bandgap	64
6	Literatur analisis XRD JCPDS-ICDD	76
7	Perhitungan parameter kisi	77
8	Perhitungan momen dipol dan polarisasi spontan	78
9	Perhitungan konduktivitas listrik	79
10	Pembacaan tegangan dengan menggunakan Arduino IDE pada substrat FTO	80