



KARAKTERISASI FILM TIPIS $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ DIDADAH Fe DAN PENERAPANNYA SEBAGAI SENSOR CAHAYA

DEA WIDIAWATI



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

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 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 “Karakterisasi Film Tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ Didadah Fe dan Penerapannya sebagai Sensor Cahaya” adalah benar 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, Juli 2025

Dea Widiawati
G7401211042

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 mengikuti 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 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.

DEA WIDIAWATI. Karakterisasi Film Tipis $Ba_{0.125}Sr_{0.875}TiO_3$ Didadah Fe dan Penerapannya sebagai Sensor Cahaya. Dibimbing oleh RIMA FITRIA ADIATI dan IRZAMAN.

Film tipis Barium Strontium Titanat ($Ba_{0.125}Sr_{0.875}TiO_3$) didadah Fe dengan variasi konsentrasi (0%; 0,5%; 1%; dan 1,5%) telah berhasil dibuat di atas substrat silikon tipe-p (100) menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD). Film dideposisikan sebanyak tiga lapis menggunakan teknik *spin coating* (3000 rpm, selama 30 detik) dengan konsentrasi 0,5 M. Proses *annealing* ditahan pada suhu 550 °C selama 8 jam dengan kenaikan suhu 1,67 °C/menit. Pada penelitian ini diperoleh nilai ketebalan film pada rentang 131 – 311 nm dengan perhitungan menggunakan metode volumetrik. Uji sifat optik menggunakan UV-Vis menghasilkan nilai energi *band gap* pada setiap konsentrasi yaitu sebesar 2,76 eV; 1,85 eV; 1,89 eV; dan 3,90 eV. Uji sifat kristal menggunakan XRD menghasilkan nilai parameter kisi, momen dipol listrik, dan polarisasi spontan. Uji sifat listrik menggunakan LCR meter menghasilkan nilai konduktivitas listrik yaitu pada rentang ($10^{-10} – 10^{-6}$) S/cm, yang berarti material film tipis ini memiliki karakteristik semikonduktor. Selain itu, dengan bantuan mikrokontroler Wemos D1 mini dan modul ADS1115 film tipis BST ini berhasil diaplikasikan menjadi sensor cahaya.

Kata kunci: BST, konduktivitas listrik, pendadah Fe, sensor cahaya, silikon

ABSTRACT

DEA WIDIAWATI. Characterization of Fe-Doped $Ba_{0.125}Sr_{0.875}TiO_3$ Thin Film and its Application as Light Sensor. Supervised by RIMA FITRIA ADIATI and IRZAMAN.

Barium Strontium Titanate ($Ba_{0.125}Sr_{0.875}TiO_3$) thin films with Fe-containing concentration variations (0%; 0.5%; 1%; and 1.5%) have been successfully fabricated on p-type silicon substrate (100) using Chemical Solution Deposition (CSD) method. Three layers of film were deposited using spin coating technique (3000 rpm, for 30 seconds) with 0.5 M concentration. The annealing process was held at 550 °C for 8 hours with a temperature increase of 1.67 °C/minute. In this study, the film thickness value was obtained in the range of 131 - 311 nm by calculating using the volumetric method. Optical properties test using UV-Vis produced band gap energy values at each concentration of 2.76 eV; 1.85 eV; 1.89 eV; and 3.90 eV. Test of crystal properties using XRD produces values of lattice parameters, electric dipole moments, and spontaneous polarization. Electrical properties test using LCR meter produces electrical conductivity values in the range of ($10^{-10} – 10^{-6}$) S/cm, which means this thin film material has semiconductor characteristics. In addition, with the help of Wemos D1 mini microcontroller and ADS1115 module, the BST thin film was successfully applied as a light sensor.

Keywords: BST, electrical conductivity, Fe-containing, light sensor, silicon



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 apapun tanpa izin IPB.



KARAKTERISASI FILM TIPIS $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ DIDADAH Fe DAN PENERAPANNYA SEBAGAI SENSOR CAHAYA

DEA WIDIAWATI

Skripsi

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

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.

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



©Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.
2. Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si.

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.



Judul Skripsi : Karakterisasi Film Tipis $Ba_{0.125}Sr_{0.875}TiO_3$ Didadah Fe dan Penerapannya sebagai Sensor Cahaya

Nama : Dea Widiawati

NIM : G7401211042

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Rima Fitria Adiati, S.T., M.T.

NIP. 199602252020122003



Pembimbing 2:

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

NIP. 196307081995121001



Diketahui oleh

Kepala Departemen Fisika:

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

NIP. 197205191997021001



Tanggal Ujian: 16 Juli 2025

Tanggal Lulus:



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 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 mengikuti 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 atas kehadiran Allah *subhanaahu wa ta'ala* yang telah memberikan rahmat, kemudahan, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proses penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Karakterisasi Film Tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ Didadah Fe dan Penerapannya sebagai Sensor Cahaya”. Skripsi ini diajukan sebagai persyaratan untuk melakukan penelitian tugas akhir dan mendapatkan gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu Rima Fitria Adiati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama dan Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penelitian ini.
2. Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji pertama dan Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun pada penelitian ini.
3. Bapak, ibu, nenek, kakek, adik-adik, mamang, dan bibi yang telah memberikan semangat, dukungan moril dan materil, serta doa yang tiada henti untuk penulis.
4. Tendik dan Staf Departemen Fisika IPB terutama Pak Jun dan Pak Firman yang telah membantu proses penggunaan laboratorium dan administrasi.
5. Kak Fanny dan Bang Fajri selaku asisten lab, rekan-rekan lab fismatop dan vokasi (Alif, Novia, Habibah, Renny, Naila, Shenada, Fara, Herlambang) yang telah membimbing, membantu proses penelitian, dan saling memberi dukungan.
6. Teman-teman Fisika angkatan 58, terutama Annis, Wardah, Ica, Bai selaku teman seperjuangan selama perkuliahan.
7. Seluruh pihak yang ikut terlibat pada seluruh proses masa perkuliahan penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Demikian prakata ini dibuat, semoga penelitian yang telah dilaksanakan dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan kedepannya.

Bogor, Juli 2025

Dea Widiawati



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.



	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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. Barium Strontium Titanat (BST)	3
2.2. BST sebagai Sensor Cahaya	4
2.3. Pendadah Besi (Fe)	4
2.4. Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> dan <i>Spin Coating</i>	5
2.5. Struktur Kristal	6
2.6. Spektrofotometri UV-Vis dan Pengukuran Energi Gap	8
III METODE	11
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	11
3.3. Prosedur Sintesis Film	12
3.4. Uji Sifat Film	14
3.5. Fabrikasi dan Pengujian Sensor Cahaya	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Ketebalan Film Tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan 4 Variasi Konsentrasi Pendadah Fe	18
4.2. Sifat Optik Film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan 4 Variasi Konsentrasi Pendadah Fe	19
4.3. Sifat Kristal Film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan 4 Variasi Konsentrasi Pendadah Fe	23
4.4. Sifat Listrik Film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan 4 Variasi Konsentrasi Pendadah Fe	25
4.5. Hasil Pengujian Sensor Cahaya pada Film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$	28
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Simpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.



DAFTAR TABEL

1. Komposisi massa dan volume bahan kimia setiap larutan $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ pada kelarutan 0,5 M	12
2. Ketebalan film tipis dengan variasi konsentrasi pendadah Fe	18
3. Data energi <i>band gap</i> film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan variasi pendadah Fe	22
4. Parameter kisi film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Fe	24
5. Nilai momen dipol film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Fe	24
6. Nilai polarisasi spontan film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Fe	25
7. Data hasil pengujian sensor cahaya	29

DAFTAR GAMBAR

1. (a) Struktur <i>perovskite</i> $BaTiO_3$ (Maraj <i>et al.</i> 2019), (b) Struktur <i>perovskite</i> $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dimodifikasi (Maraj <i>et al.</i> 2019)	3
2. Struktur <i>Metal Oxide Semiconductor</i> (MOS) (Mehonic <i>et al.</i> 2017)	4
3. Pengaruh pendadah dengan jari-jari ion yang berbeda pada kisi kristal (Santi 2023)	5
4. Metode Chemical Solution Deposition (CSD) (Griesiute <i>et al.</i> 2021)	6
5. Skema diagram teknik <i>spin coating</i> (Supriya 2022)	6
6. Struktur kristal dari film BST (Irzaman <i>et al.</i> 2018)	7
7. Proses <i>Annealing</i>	14
8. Pembuatan kontak sensor di atas film BST	15
9. Skema pengujian film BST sebagai sensor cahaya	17
10. Hubungan konsentrasi pendadah Fe (%) terhadap ketebalan film (nm) pada film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$	19
11. Hubungan reflektansi (%) terhadap panjang gelombang (nm) pada film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Ferrum dengan 4 konsentrasi	20
12. Nilai energi band gap film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Fe dengan variasi konsentrasi (a) 0%, (b) 0,5%, (c) 1%, dan (d) 1,5%	21
13. Hubungan antara sudut difraksi 2θ dengan nilai intensitas pada film $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Fe (a) 0% dan 0,5%; (b) 1% dan 1,5%	23
14. Grafik nilai konduktivitas listrik dan impedansi terhadap log frekuensi pada film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan variasi konsentrasi pendadah Fe 0%	26
15. Grafik nilai konduktivitas listrik dan impedansi terhadap log frekuensi pada film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan variasi konsentrasi pendadah Fe 0,5%	26
16. Grafik nilai konduktivitas listrik dan impedansi terhadap log frekuensi pada film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan variasi konsentrasi pendadah Fe 1%	27



17. Grafik nilai konduktivitas listrik dan impedansi terhadap log frekuensi pada film tipis $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ dengan variasi konsentrasi pendahadah Fe 1,5%	27
18. Rangkaian pengujian sensor cahaya	28
19. Kondisi pengujian sensor cahaya (a) Gelap (b) Terang	29

DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram alir pelaksanaan penelitian	41
2. Perhitungan stoikiometri untuk pembuatan larutan $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$ didadah Fe (0%; 0,5%; 1%; 1,5%)	42
3. Susunan atom dalam struktur kristal $Ba_{0,125}Sr_{0,875}TiO_3$	48
4. Perhitungan ketebalan	49
5. Langkah-langkah perhitungan mengolah data UV-Vis menggunakan metode kubelka-Munk	51
6. Data ICDD film $BaTiO_3$	57
7. Literatur konduktivitas listrik (Kwokk 1995)	57
8. Tampilan proses pengambilan data sensor cahaya	58

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 mengurangi 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 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.