

ABSTRAK

Silvia Farah Diba
NIM: 201720025

Karakterisasi Ukuran Partikel dan Struktur Serbuk Lantanum Hidrida (LaH_2) sebagai Potensi Material Penyimpanan Hidrogen

Hidrogen dianggap sebagai sumber energi alternatif yang berperan penting dalam konsep "ekonomi hidrogen". Salah satu penyimpanan hidrogen padat, LaH_2 , yang merupakan hidrida logam yang memiliki potensi tinggi sebagai material penyimpan hidrogen, karena struktur fluoritnya dan sifat konduktif yang mendukung transfer elektron selama proses adsorpsi dan desorpsi hidrogen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ukuran partikel dan struktur kristal LaH_2 melalui karakterisasi XRD, SEM, dan PSA, serta memahami kaitannya dengan kemampuan penyimpanan hidrogen. Hasil XRD menunjukkan bahwa LaH_2 memiliki fase dominan LaH_2 sebesar 98%, dengan sedikit kontaminasi logam lantanum murni. SEM menunjukkan morfologi partikel halus dan berbentuk serpihan, yang meningkatkan luas permukaan dan mendukung efisiensi interaksi dengan hidrogen. Distribusi ukuran partikel yang seragam dengan diameter median sekitar 605,6 nm menunjukkan proses sintesis yang konsisten, mendukung stabilitas sistem dan kapasitas penyimpanan hidrogen. Selain itu, analisis *Density of States* (DoS) dan *Bandstructure* mengindikasikan bahwa LaH_2 bersifat konduktor, memfasilitasi reaksi reversibel antara hidrogen dan hidrida logam, yang diperlukan untuk penyimpanan hidrogen yang efektif. Karakterisasi ini memberikan dasar bagi optimasi LaH_2 sebagai material penyimpan hidrogen yang efisien, dengan kapasitas penyimpanan dan stabilitas yang tinggi untuk mendukung ekonomi hidrogen.

Kata kunci: Hidrogen, Penyimpanan Hidrogen, XRD, Lantanum hidrida (LaH_2)

ABSTRACT

Silvia Farah Diba
NIM: 201720025

Characterization of Particle Size and Powder Structure of Lanthanum Hydride (LaH₂) as Potential Hydrogen Storage Material

Hydrogen is regarded as an alternative energy source playing a crucial role in the concept of a “hydrogen economy.” One of the storage of solid hydrogen, LaH₂ which is a promising metal hydride for hydrogen storage due to its fluorite structure and conductive properties, which support electron transfer during the hydrogen adsorption and desorption processes. This study aims to analyze the particle size and crystal structure of LaH₂ through XRD, SEM, and PSA characterization, as well as to understand its relevance to hydrogen storage capacity. XRD results reveal that LaH₂ contains a dominant LaH₂ phase of 98%, with a small presence of pure lanthanum metal contamination. SEM observations show fine, flake-like particle morphology, which increases surface area and supports efficient hydrogen interaction. The consistent particle size distribution, with a median diameter of approximately 605.6 nm, indicates a stable synthesis process, enhancing system stability and hydrogen storage capacity. Additionally, Density of States (DOS) and Bandstructure analyses indicate that LaH₂ is conductive, facilitating the reversible reactions necessary for effective hydrogen storage. This characterization provides a foundation for optimizing LaH₂ as an efficient hydrogen storage material, offering high storage capacity and stability to support a hydrogen economy.

Keywords: *Hydrogen, Hydrogen Storage, XRD, Lanthanum Hydride (LaH₂)*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Bersama dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli merupakan hasil karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi saya sebutkan kutipannya secara jelas dengan etika keilmuan yang berlaku di bidang penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya tulis orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar kesarjanaaan yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai yang berlaku.

Serang, 12 November 2024



Silvia Farah Diba
NIM. 201720025

Nomor : -

Lampiran : 1 (satu) sks

Perihal 3 : Pengajuan Munaqasah

a.n Silvia Farah Diba

NIM:201720025

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Sains

UIN SMH Banten

di

Serang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Diperkenalkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudara Silvia Farah Diba dengan NIM: 201720025 yang berjudul "Karakterisasi Ukuran Partikel dan Stuktur Serbuk Lantanum Hidrida (LaH_2) sebagai Potensi Material Penyimpanan Hidrogen", telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqasah pada Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Demikian segala perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

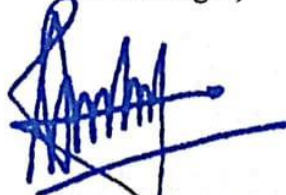
Serang, 12 November 2024

Pembimbing I,



Fina Fitriatun Amaliyah, M.Sc
NIDN. 2010029003

Pembimbing II,



Prof. Dr.-Ing. Andika Widya Pramono, M.Sc
NIP. 197003131989011001

**Karakterisasi Ukuran Partikel dan Struktur Serbuk Lantanum Hidrida
(LaH₂) sebagai Potensi Material Penyimpanan Hidrogen**


Oleh

Silvia Farah Diba

NIM: 201720025

Menyetujui,

Pembimbing I,



Fina Fitratur Amaliyah, M.Sc
MIDN. 2010029003

Pembimbing II,

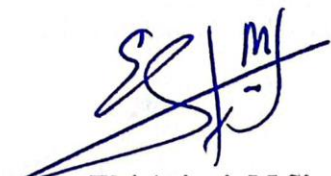

Prof. Dr.-Ing. Andika Widya Pramono, M.Sc
NIP. 197003131989011001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains


Dr. Asep Saefurrahman, M.Si
NIP. 197808272003121003

Ketua Program Studi Fisika


Elsi Ariani, M.Si
NIP. 198901232018012001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi an Silvia Farah Diba, NIM: 201720025 yang berjudul "Karakterisasi Ukuran Partikel dan Struktur Serbuk Lantanum Hidrida (LaH_2) sebagai Potensi Material Penyimpanan Hidrogen" telah diujikan dalam Ujian Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tanggal 24 Oktober 2024.

Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 12 November 2024

Pembimbing I



Fina Fitratan Amaliyah, M.Sc
NIDN. 2010029003

Pembimbing II



Prof. Dr.-Ing. Andika Widya Pramono, M.Sc
NIP. 197003131989011001

Penguji I



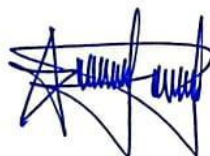
Muhamad Fajar Muarif M.Sc
NIP. 199402142022031002

Penguji II



Subur Pramono, M.Si
NIP. 199006262020121002

Ketua Penguji



Beta Nur Pratiwi, M.Si
NIP. 199301022023212036

MOTTO

“Be a good person or never at all”

(Dayat Hidayat – Author’s grandfather)

“I know the world can be a bad place. But, just focus in the good things in life, and treat people with respect and kindness”

PERSEMBAHAN

Atas segala karunia dan ridho Allah Subhannahu Wata'ala,
karya ini saya persembahkan untuk kedua orangtua saya,
khususnya ibu dan ayah saya yang telah senantiasa
memberikan do'a dan dukungannya.

RIWAYAT HIDUP

Silvia Farah Diba lahir di Pandeglang pada tanggal 05 September 2002, penulis merupakan anak pertama dari Ibu Sumiati dan Bapak Ahmad Fauzi. Penulis menyelesaikan sekolah dasar di SDN Kaduronyok 2, kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan menengah pertama di MTs Al-Ihya Kaduronyok dan pendidikan menengah atas di MAS Al-Ihya Kaduronyok. Saat ini, penulis sedang menempuh pendidikan tinggi Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Malulana Hasanuddin Banten Fakultas Sains, dan mengambil Program Studi Fisika. Selama menempuh perkuliahan, penulis memiliki pengalaman magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji syukur atas kehadiran Allah Subhannahu Wata'ala yang telah melimpahkan berkah, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakterisasi Ukuran Partikel dan Struktur Serbuk Lantanum Hidrida (LaH_2) sebagai Potensi Material Penyimpanan Hidrogen.” Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W yang telah mengantar kita sampai pada zaman yang penuh keberkahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas adanya kerjasama, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut:

1. Bapak Prof. Dr. Wawan Wahyudin, M.Pd., selaku Rektor UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, atas kesempatan dan fasilitas yang telah diberikan selama penulis menempuh studi di perguruan tinggi.
2. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains yang telah memberikan bimbingan dan arahnya selama penulis menempuh studi.
3. Ibu Elsi Ariani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika, yang telah memberrikan dukungan dan motivasi.

4. Ibu Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc., selaku DoSen pembimbing utama yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan juga masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr-Ing Andika Widya Pramono, M.Sc., selaku Professor Ahli KR Superkonduktor PRMM-BRIN sekaligus pembimbing II yang telah dengan tulus memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan yang sangat berharga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Agung Imaduddin, M.Eng., dari KR Superkonduktor PRMM-BRIN yang telah memberikan arahan dan ilmu pengetahuan yang berharga sehingga penulis dapat memiliki pengalaman dan kesempatan berharga saat melakukan penelitian mengenai topik skripsi yang penulis pelajari.
7. Ibu dan Ayah beserta keluarga yang telah memberikan dukungan, do'a dan motivasi untuk penulis.
8. Kak El yang telah selalu menemani penulis dalam suka dan duka selama proses penulisan skripsi. Terima kasih karena selalu ada kapan pun untuk membantu, menjadi *support system*, memberikan dukungannya tiada henti, dan selalu mendorong penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.

9. Untuk Ines, Ihah, Dina, Aini, dan Umna, selaku teman seperjuangan. Terima kasih karena sudah hadir dan saling mendukung satu sama lain.
10. Ines, Umna, dan Alif, selaku teman-teman magang KR Superkonduktor tahun 2023, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya selama 6 bulan kita magang bersama.
11. Teman-teman Fisika angkatan 2020 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, dan teman-teman satu kost saat magang, yaitu Ihah, Ines, Dina, Umna, Aini, Wenni, Putri, Sutihah, Oyon, dan Ali. Terima kasih karena sudah selalu memberikan dukungan dan pelajaran berharga tentang arti kesabaran dan keikhlasan.
12. Bruno Major, Sasha Sloan, Ruel, Gracie Abrams, Zeph, Cavetown dan penyanyi-penyanyi *favorite* penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih karena karya kalian sudah selalu menemani penulis selama proses penulisan Skripsi, dan terima kasih karena sudah memahami perasaan penulis melalui lagu-lagu yang kalian ciptakan.
13. *Last but not least*, diri saya sendiri, Silvia Farah Diba. *Thank you for always trusting your inner strength and abilities, and thank you for working so hard on this, meskipun membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikannya, but I'm so glad it's finally done!! I appreciate myself for the dedication I put into this.*

Semoga segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amalan baik yang akan mendapatkan balasan dari Allah S.W.T. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan, kekurangan dan kelemahan. Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan seluruh praktisi yang berhubungan dengan Skripsi ini.

Serang, 12 November 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Silvia Farah Diba', with a small dot at the end.

Silvia Farah Diba
NIM. 201720025

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
NOTA DINAS	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. Kajian Teori.....	8
B. Hasil Penelitian yang Relevan	26
C. Kerangka Berpikir.....	28
D. Hipotesis	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	31

B.	Alat dan Material	33
C.	Prosedur Kerja	34
D.	Jenis Metode Penelitian	34
E.	Teknik Pengumpulan Data	35
F.	Teknik Analisa Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
A.	Hasil	38
B.	Karakterisasi XRD	38
C.	Karakterisasi SEM-EDX.....	43
D.	Karakterisasi PSA	47
E.	<i>Density of State</i> (DoS).....	50
F.	<i>Band structure</i> (Struktur Pita)	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
A.	Kesimpulan	56
B.	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		63

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Perbandingan sifat material bakar hidrogen dengan sifat material bakar fosil (Sumber: Viswanathan, (2017). 10.1016/b978-0-444-56353-8.00010-1)	9
2.2	Kapasitas Penyimpanan Hidrogen dari Sistem Metalik dan Intermetalik	18
3.1	<i>Timeline</i> Penelitian	31
4.1	Daftar pola yang diidentifikasi dari serbuk LaH ₂	41
4.2	Statistik analisis ukuran partikel serbuk LaH ₂ melalui <i>Nanoplus Particulate System</i>	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Peluang penyimpanan hidrogen dalam bentuk gas, cair, dan padat (Diambil dari Viswanathan, B. (2017). 10.1016/b978-0-444-56353-8.00010-1)	10
2.2	Perbandingan kerapatan volumetrik dan gravimetrik hidrogen dengan berbagai media penyimpanan (Diambil dari S. Hynek, W.J. Fuller, J. Bentley, Int. J. Hydrogen Energy 22 (1997) 601-610)	12
2.3	Diagram skema sistem difraktometer (Sumber: <i>Analytical and Bioanalytical Techniques</i> , analyticaltechniques.annaulcongress.com)	20
2.4	Interaksi elektron-spesimen khas dalam mikroskop elektron (sumber: Bernardi, 2021. Energy dispersive X-ray spectroscopy)	21
2.5	Diagram Alir Kerangka Berpikir	30
3.1	Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) (Sumber: https://irlkartini.brin.go.id/)	33
3.2	Diagram alir teknik pengumpulan data	36
3.3	Diagram alir teknik analisis data	37
4.1	Difraktogram sinar-X dan analisis Rietveld serbuk LaH ₂	40
4.2	Struktur kristal LaH ₂	43
4.3	Morfologi serbuk LaH ₂ di bawah pengamatan SEM: (a) 100x, (b) 1500x, (c) 2500x, dan (d) 5000x	44
4.4	Hasil analisis EDX pada serbuk LaH ₂ (perbesaran: 800x); a. Adanya lapisan oksida ditunjukkan oleh area merah, b. wt% oksigen, dan c. atm% oksigen	46

4.5	Distribusi ukuran partikel serbuk LaH ₂ yang dinormalisasi	50
4.6	Grafik <i>Density of State</i> (DOS) LaH ₂	52
4.7	<i>Band structure</i> LaH ₂	54