

**PEMBUATAN ALLOY Li-Al PADA KONSENTRASI KATALIS Ti/C  
BERVARIASI TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI HIDROGEN  
DENGAN METODE HIDRIDA KOMPLEKS**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Bidang Kimia**



**Oleh :**

**ADINDA THALIA SALSABILLA**

**08031381823074**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMBUATAN ALLOY Li-AI PADA KONSENTRASI KATALIS Ti/C  
BERVARIASI TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI HIDROGEN  
DENGAN METODE HIDRIDA KOMPLEKS**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Bidang Kimia

Oleh:

**ADINDA THALIA SALSABILLA**

**08031381823074**

Indralaya, 20 Februari 2023

**Pembimbing**



**Dr. Dedi Rohendi, M. T**  
NIP. 196704191993031001

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D**  
NIP. 197111191997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

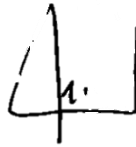
Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pembuatan Alloy Li-Al Pada Konsentrasi Katalis Ti/C Bervariasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Hidrogen Dengan Metode Hidrida Kompleks” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Februari 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 20 Februari 2023

Ketua:

**1. Dra. Desnelli, M. Si.**

NIP. 196912251997022001

(  )

Sekretaris:

**2. Dr. Heni Yohandini, M. Si.**

NIP. 197011152000122004

(  )

Pembimbing:

**1. Dr. Dedi Rohendi, M. T**

NIP. 196704191993031001

(  )

Penguji:

**1. Dr. Nirwan Syarif, M. Si.**

NIP. 197010011999031003

(  )

**2. Nurlisa Hidayati, M. Si.**

NIP. 197211092000032001

(  )

Mengetahui,

**Dekan FMIPA**



**Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D**  
NIP. 197111191997021001

**Ketua Jurusan Kimia**



**Prof. Dr. Muharni, M. Si.**  
NIP. 196903041994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adinda Thalia Salsabilla  
NIM : 08031381823074  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Indralaya, 20 Februari 2023

Penulis



Adinda Thalia Salsabilla

NIM. 08031381823074

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

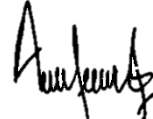
Nama : Adinda Thalia Salsabilla  
NIM : 08031381823074  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah yang berjudul: “Pembuatan Alloy Li-Al Pada Konsentrasi Katalis Ti/C Bervariasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Hidrogen Dengan Metode Hidrida Kompleks”. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sungguh – sungguhnya.

Indralaya, 20 Februari 2023

Penulis



Adinda Thalia Salsabilla

NIM. 08031381823074

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

“Sungguh atas kehendak Allah semua ini terwujud, tiada kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah”

**(QS. Al-kahfi : 39)**

“Ketika kamu ikhlas menerima semua kekecewaan hidup, maka Allah akan membayar tuntas semua kecewamu dengan beribu-ribu kebaikan, bahwa dengan segala sesuatu yang baik untukmu tidak akan Allah izinkan pergi kecuali akan diganti dengan yang lebih baik lagi”

**(Ali Bin Abi Thalib)**

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

**Allah SWT**

**Nabi Muhammad SAW**

Kupersembahkan untuk:

Kedua orang tuaku (Ayah dan Ibu),

Seluruh keluarga,

Sahabat-sahabat dan orang terdekatku,

Pembimbing - pembimbingku,

Almamaterku Universitas Sriwijaya

“Bahkan ketika tidak ada yang percaya, jangan pernah hilang harapan, kamu lebih kuat dari apa yang kamu pikirkan.”

Adinda Thalia Salsabilla

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT dan baginda Nabi Muhammad SAW yang tak henti-hentinya telah memberikan syafaat, kasih sayang, kesabaran, kekuatan, dan pertolongan kepada penulis sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Pembuatan Alloy Li-Al Pada Konsentrasi Katalis Ti/C Bervariasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Hidrogen Dengan Metode Hidrida Kompleks”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya. Penelitian dan penyusunan skripsi ini melalui proses yang tidaklah mudah, penulis menyadari bahwa semua ini dapat terwujud karena bantuan dari berbagai pihak baik materi maupun moril hingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Dedi Rohendi, M.T.** selaku pembimbing tugas akhir. Terima Kasih atas segala bimbingan, kesabaran dan waktu yang diluangkan kepada penulis selama menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi hingga selesai.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW, karena atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan lancar.
2. Orang tua ibu dan adekku babang tersayang, terima kasih atas doa, yang selalu dicurahkan kepadaku dan terima kasih atas dukungan materi maupun non materi serta semangat yang selalu kalian berikan.
3. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Prof. Dr. Muharni, M. Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya atas motivasi serta informasi yang diberikan berkaitan dengan jurusan kimia. Ibu Nurlisa Hidayati, M. Si. dan Dr. Nirwan Syarif, M. Si. Dan Dr. Bambang Yudono, M. Sc selaku pembahas dan penguji sidang sarjana yang telah membantu dan memberikan saran dalam penyelesaian skripsi

serta terima kasih juga atas ilmu pengetahuan yang saya dapatkan dari Ibu dan Bapak.

6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M. Si. selaku dosen pembimbing (PA) yang telah memberikan saran serta nasihat selama perkuliahan hingga tugas akhir, terima kasih banyak ibu.
7. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah mendidik, membimbing serta memberikan ilmunya selama masa perkuliahan.
8. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA (yuk Nur, yuk Niar dan yuk Yanti), staf Administrasi Jurusan Kimia (Kak Iin dan Mbak Novi) terima kasih banyak atas bantuannya kepada penulis.
9. Keluarga besar, saudara dan sepupu, terimakasih untuk materi, nasihat dan semangat untuk bertahan dan berusaha menyelesaikan ini.
10. Mentor PUR (Kak Reka, Kak Dwi, Kak Icha), terima kasih untuk saran, ilmu yang telah diberikan, semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah berlipat-lipat ganda.
11. Team TA-PUR (Ade marisa, Iren, Nadia, Suteja, Prima, Eko, Keke, Ghifar), terima kasih telah kebersamai dari awal masuk lab sampai selesai dan banyaknya bantuan yang tak terhingga, terima kasih banyak.
12. Adik PUR (Annash, Yollan, Yati, Gumay, Misbach, Joy) terima kasih telah kebersamai dan mewarnai hari hari penulis selama di PUR, serta bantuan dan semangat yang telah kalian berikan kepada penulis.
13. Gandus Kingdom (Lidya, Irene dan Ade) yang telah menemani dari awal maba, berbagi cerita, ilmu, nasihat, kebahagiaan dan kenangan, semoga kebersamaan kita tetap terjalin terus menerus.
14. DAMRI SQUAD (Irene, Lidya, Ade, Piud, Tiur, Iqbal, Eko, Ilyas, Suteja, Prima, Sandi, dan Raisha) terima kasih telah menjadi teman dari maba dan penyelesaian misi dalam pengejaran bis saat pergi dan pulang dari perkuliahan.
15. PENCARI CUAN (Ade, Ilyas, Kak yuni), terima kasih atas supportnya selama ini sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan baik, ditunggu gibahan selanjutnya! Lets goo.



16. MELETEK (Riska, Rina, Puput, Selsa, Anisa), terima kasih telah menjadi teman dari SMA hingga sekarang, banyak dukungan dan doa dari kalian, saya ucapkan terima kasih, semoga persahabatan ini terjalin sampai seterusnya.
17. Ayahku (Alm), terima kasih sudah mengukir banyak kenangan yang sangat indah yah, dengan begitu aku percaya bahwa cinta anak perempuan adalah ayahnya, semoga kamu bisa liat aku dari atas bahwa aku telah menyelesaikan masa study ku dan mendapatkan gelar sarjana. Aku merindukanmu!.
18. Ade Marisa teman seperjuangan kuliah sampai TA! Terima kasih banyak ade atas bantuan dan support selama ini sekaligus menemani, membantu dan berjuang dalam menyelesaikan skripsi, semoga Allah balas kebaikan itu dengan balasan yang tak pernah kau duga sebelumnya, loveyouuu cabatquu.
19. Teman-teman seperjuangan kimia 2018, terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya dari maba hingga akhir. Terima kasih untuk semua pengalaman dan pembelajaran yang luar biasa bersama kalian. Semoga sukses untuk kita semua.
20. Seluruh kakak dan adik tingkat Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya serta semua pihak yang telah membantu memberikan saran dan masukan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya.
21. Mesin Milling selaku alat untuk menghaluskan alloyku wkwk sehat sehatla terus kau yaa, jangan rusak mental orang yang bakal pake kau, biar cepet dia selesai penelitiannya, cukupla penulis jadi tumbal keganasanmu :(
22. Wabil khusus orang orang baik yang penulis temui, terima kasih atas kebaikan kalian selama ini, support dan semangatnya kepada penulis, hingga penulis mampu menyelesaikannya dengan baik.
23. Terakhir untuk diriku Dindaa. Ketika kamu membuka skripsi ini, kamu pasti bangga akan pencapaianmu selama ini, kamu hebat, kamu kuat! Akhirnya kamu mendapatkan apa yang kamu tangisi selama ini. GOOD JOB! Proud of you din!.  
Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang

membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua,  
Aamiin ya Rabbal Aalamin.

Indralaya, 20 februari 2023

Penulis

## SUMMARY

### **PRODUCTION OF Li-Al ALLOYS AT VARIED CONCENTRATIONS OF Ti/C CATALYST ON HYDROGEN ADSORPTION CAPACITY USING COMPLEX HYDRIDE METHOD**

Adinda Thalia Salsabilla: Supervised by Dr. Dedi Rohendi, M.T  
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University  
vi + 65 pages, 3 tables, 13 figures, 6 attachments

Research on the preparation of Li-Al alloy at various Ti/C catalyst concentrations on hydrogen adsorption capacity using the complex hydride method has been successfully carried out. This study aims to obtain the best percentage of Ti/C catalyst for hydrogen storage and to determine the thermodynamic aspects of each catalyst variation. Ti/C catalyst was made with various percentages of 2, 4, 6, 8, 10% b/b. Li-Al alloy with various Ti and carbon catalysts was synthesized using a HEM shaker with the mechanical alloying method. The synthesized alloy was characterized using XRD and SEM-EDX, then its adsorption performance was tested against hydrogen gas. Adsorption performance test of Li-Al alloy with varying percentage of catalyst was carried out at pressures of 1, 2, 3, 4 and 5 bar. The results of the adsorption of the Li-Al alloy obtained the optimum catalyst percentage variation at 10% b/b at 5 bar pressure of 8.28% w/w. Based on the XRD characterization results, the peak of the Li-Al alloy is indicated by the diffraction angle of aluminum (Al) at  $2\theta = 38^\circ; 44.6^\circ; 77^\circ$ , Lithium (Li) at an angle of  $2\theta = 38^\circ; 45^\circ$  and Titanium (Ti) at angles of  $2\theta = 64^\circ, 77^\circ, 82^\circ$  and are in accordance with JCPDS data. The SEM-EDX characterization showed that the lithium and aluminum metals with the Ti/C catalyst were mixed homogeneously, with a smooth morphology and no cracks in the LiAl-Ti/C alloy, with an average particle size of 50  $\mu\text{m}$ .

Keywords : alloy Li-Al, catalyst Ti/C hydrogen storage, metal hydride complex

Libraries : 65 (2008-2022)

## RINGKASAN

### PEMBUATAN ALLOY Li-Al PADA KONSENTRASI KATALIS Ti/C BERVARIASI TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI HIDROGEN DENGAN METODE HIDRIDA KOMPLEKS

Adinda Thalia Salsabilla : Dibimbing oleh Dr. Dedi Rohendi, M.T  
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
vi + 65 halaman, 3 tabel, 13 gambar, 6 lampiran

Penelitian mengenai pembuatan alloy Li-Al pada konsentrasi katalis Ti/C bervariasi terhadap kapasitas adsorpsi hidrogen dengan metode hidrida kompleks telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persentase katalis Ti/C terbaik untuk penyimpanan hidrogen dan mengetahui aspek termodinamika dari setiap variasi katalis. Katalis Ti/C dibuat dengan variasi persentase 2, 4, 6, 8, 10% b/b. Alloy Li-Al dengan variasi katalis logam Ti dan karbon disintesis menggunakan *HEM shaker* dengan metode *mechanical alloying*. Alloy yang telah disintesis dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM-EDX, kemudian diuji kinerja adsorpsinya terhadap gas hidrogen. Uji kinerja adsorpsi alloy Li-Al dengan variasi persentase katalis dilakukan dengan tekanan 1, 2, 3, 4 dan 5 bar. Hasil adsorpsi alloy Li-Al didapatkan variasi persentase katalis optimum pada 10% b/b dengan tekanan 5 bar sebesar 8,28% b/b. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD puncak alloy Li-Al ditunjukkan dengan sudut difraksi aluminium (Al) pada  $2\theta = 38^\circ; 44.6^\circ; 77^\circ$ , Lithium (Li) pada sudut  $2\theta = 38^\circ; 45^\circ$  dan Titanium (Ti) pada sudut  $2\theta = 64^\circ, 77^\circ, 82^\circ$  dan sesuai dengan data JCPDS. Karakterisasi SEM-EDX menunjukkan bahwa logam lithium dan aluminium dengan katalis Ti/C telah tercampur secara homogen, dengan morfologi yang halus dan tidak adanya retakan pada alloy LiAl-Ti/C, dengan ukuran rata-rata partikel 50  $\mu\text{m}$ .

Kata kunci : alloy Li-Al, katalis Ti/C, penyimpanan hidrogen, metal hidrida kompleks

Kepustakaan : 65 (2008-2022)

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Hidrogen.....	4
2.2 Hidrogen Sebagai Bahan Bakar .....	4
2.3 Penyimpanan Hidrogen Secara Fisika.....	5
2.3.1 Tangki Tekanan Tinggi.....	5
2.3.2 Penyimpanan Hidrogen Kriogenik Cair .....	6
2.4 Penyimpanan Hidrogen Secara Kimia .....	6
2.4.1 Penyimpanan Hidrogen dengan Metode Metal Organic Frameworks (MOFs) .....	6
2.4.2 Penyimpanan Hidrogen dalam Metal Hidrida Kompleks.....	7
2.5 Alloy.....	8
2.5.1 Alloy Li-Al Dengan Katalis Ti/C .....	8
2.5.2 <i>Mechanical Alloying</i> .....	9
2.6 X-Ray Diffraction (XRD) .....	10
2.7 Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray.....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	12
3.1 Waktu dan Tempat .....	12
3.2 Alat dan Bahan .....	12
3.2.1 Alat .....	12
3.2.2 Bahan .....	12
3.3 Prosedur Percobaan .....	12
3.3.1 Sintetis Alloy Li-Al dan Doping Katalis Ti/C.....	12
3.3.2 Uji Kapasitas Adsorpsi Gas Hidrogen pada Persentase Katalis Bervariasi .....	13

3.4 Analisis Data .....	13
3.4.1 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Penyimpanan Hidrogen.....	13
3.4.3 Analisis Termodinamika.....	13
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>15</b>
4.1 Sintetis Alloy Li-Al dan Doping Katalis Ti/C .....	15
4.2 Karakterisasi Alloy Li-Al+Ti/C dengan XRD .....	17
4.3 Hasil Uji Kapasitas Adsorpsi Hidrogen .....	17
4.4 Karakterisasi Alloy Li-Al+Ti/C dengan SEM-EDX.....	13
4.4.1 Analisis SEM-EDX sebelum dan sesudah adsorpsi .....	13
4.4 Analisis Termodinamika Adsorpsi Hidrogen.....	21
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>23</b>
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran.....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>24</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>29</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Fisik Tangki dan Komputasi Tangki.....	5
Gambar 2. Skema Penyimpanan Tangki Kriogenik.....	6
Gambar 3. Peningkatan Kapasitas Penyimpanan Hidrogen (MOF) .....	7
Gambar 4. Pengisian Hidrogen Secara Intertisial Pada Metal Hidrida.....	7
Gambar 5. Proses Terjadinya Tumbukan Serbuk Dengan Bola <i>Mill</i> .....	10
Gambar 6. Prinsip Kerja XRD .....	10
Gambar 7. Skema Instrumental SEM-EDX.....	11
Gambar 8. Hasil Sintesis Alloy LiAl/Ti/C.....	15
Gambar 9. <i>X-Ray</i> Difraktogram Alloy LiAl-Ti/C 10% .....	16
Gambar 10. Pengaruh Tekanan Terhadap Kapasitas Adsorpsi Hidrogen.....	17
Gambar 11. Pengaruh Tekanan Terhadap Temperatur Adsorpsi Hidrogen.....	18
Gambar 12. Morfologi Hasil SEM pada alloy Li-Al + Ti/C.....	19
Gambar 13. Adsorpsi Hidrogen Vs $1/T$ .....	22

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisika Hidrogen .....	4
Tabel 2. Energi yang Dihasilkan Oleh Bahan Bakar... ..	5
Tabel 3. Data Termodinamika Adsorpsi Hidrogen .....	22



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja .....	30
Lampiran 2. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Hidrogen.....	32
Lampiran 3. Data Analisis Termodinamika Adsorpsi Hidrogen .....	38
Lampiran 4. Data SEM-EDX Alloy Li-Al Sesudah Dan Sebelum Adsorpsi .....	40
Lampiran 5. Data Difraktogram XRD .....	43
Lampiran 6. Gambar Alat .....	44

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi masih didominasi oleh energi fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batubara. Pemakaian bahan bakar fosil yang terus meningkat seiring dengan kemajuan industri, menyebabkan ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis (Kaur and Pal, 2019). Hal ini menarik perhatian peneliti dunia untuk mencari bahan bakar alternatif lain yang bersifat *renewable energy* (Rimbawati dkk., 2021).

Salah satu bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan saat ini adalah gas hidrogen. Hidrogen termasuk bahan bakar yang murah dan mudah didapatkan (Zhu *et al.*, 2021). Hidrogen dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis (Chen *et al.*, 2022). Hidrogen memiliki peluang yang besar sebagai sumber energi terbarukan yang bersifat ramah lingkungan dan *renewable* energi (Ogbonnaya *et al.*, 2021). Salah satu pemanfaatan hidrogen adalah sebagai bahan bakar *Fuel cell*. *Fuel Cell* merupakan perangkat elektrokimia yang mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik selama terdapat bahan bakar dan pengoksidan di dalamnya (Esfe and Afrand, 2020). *Fuel cell* menggunakan hidrogen sebagai salah satu bahan bakar untuk menghasilkan energi yang bersih (Samy, Elkhoully and Barakat, 2021).

Hidrogen saat ini sedang banyak diminati untuk proses hidrogenasi, yaitu sebagai pembawa energi pembangkit listrik (Ma'fur dan widiharsa., 2016). Hidrogen memiliki kandungan energi yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil (Tarhan and Çil, 2021). Hidrogen dapat disimpan dalam bentuk gas, padat maupun cairan kriogenik (Al-Hadeethi *et al.*, 2017). Penyimpanan hidrogen dalam keadaan padat merupakan terobosan baru untuk menjadikan hidrogen sebagai bahan bakar hijau untuk masa depan (Eftekhari and Fang, 2017).

Menurut Sazelee and Ismail (2021), penyimpanan hidrogen dalam metal hidrida kompleks menggunakan alloy Li-Al memiliki kapasitas penyimpanan hidrogen yang tinggi sebesar 10,5 b/b %, biayanya yang rendah dan kepadatan gravimetri yang tinggi (Sazelee and ismail., 2021). Penyimpanan hidrogen dalam

keadaan padat salah satunya menggunakan metode metal hidrida kompleks, Metal hidrida kompleks terbentuk dari alloy yang memiliki kemampuan mengikat dan menyerap hidrogen dimana hidrogen bermuatan negatif (Sahlberg *et al.*, 2016). Beberapa kelebihan metode metal hidrida kompleks di antaranya memiliki kapasitas penyimpanan hidrogen yang besar (laura *et al.*, 2022) kemurnian yang tinggi, mudah dan efisien. (Kaur and Pal, 2019).

Pada penelitian ini alloy yang akan disintesis yaitu alloy Li-Al menggunakan mesin berenergi tinggi atau HEM (*High Energy Milling*) melalui metode *mechanical alloying*, dikarenakan campuran logam yang didapat berukuran nanometer (Suwarno *et al.*, 2007), sangat halus dan homogen (Sari *et al.*, 2016). Penambahan katalis Ti/C pada alloy Li-Al dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi hidrogen serta memiliki kepadatan yang tinggi dan suhu yang stabil (Dai *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Amelia (2021) didapatkan hasil bahwa peran katalis Ti dalam karbon (Ti/C) dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dibandingkan dengan alloy Li-Al tanpa katalis. Selain itu, penelitian yang telah dilakukan oleh Rafiudin *et al* (2010) melaporkan hasil bahwa Li-Al yang didoping Ti/C berukuran nano terbukti memiliki kinerja hidrogen yang besar dan lebih baik dalam hal kapasitas penyimpanan, kinetika dan suhu awal dekomposisi, dibandingkan LiAl yang tidak didoping oleh katalis.

Pengaruh kandungan katalis Ti/C yang ditambahkan pada alloy Li-Al terhadap kapasitas adsorpsi hidrogen menjadi kajian utama dalam penelitian ini. Uji karakterisasi Alloy Li-Al menggunakan XRD dan SEM-EDX. Data adsorpsi hidrogen pada variasi persentase katalis dianalisis menggunakan tinjauan termodinamika. Analisis ini dilakukan agar mengetahui sifat termodinamika dari material yang akan digunakan sebagai media penyimpanan hidrogen terkait dengan temperature dan tekanan yang dilakukan pada saat proses adsorpsi hidrogen.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh katalis Ti/C dalam alloy Li-Al terhadap kapasitas adsorpsi hidrogen?

2. Bagaimana pengaruh penggunaan Ti/C terhadap pola difraksi dan morfologi permukaan alloy Li-Al?
3. Bagaimana analisis aspek termodinamika pada adsorpsi hidrogen dengan menggunakan campuran alloy Li-Al dengan katalis Ti/C?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh variasi persentase katalis Ti/C dalam alloy terhadap kapasitas adsorpsi hidrogen dengan tekanan yang bervariasi.
2. Mengetahui hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX pada alloy dengan persentase katalis Ti/C optimum
3. Menentukan aspek termodinamika adsorpsi hidrogen menggunakan alloy Li-Al dengan persentase katalis Ti/C yang bervariasi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ini mampu membuat kontribusi pada perkembangan teknologi penyimpanan hidrogen menggunakan alloy Li-Al dengan katalis Ti/C.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, I. (2021). Penggunaan Alloy Li-Al Dengan Katalis Ti, Ni dan Fe Sebagai Media Penyimpanan Hidrogen Dalam Bentuk Metal Hidrida. *Tesis SKRIPSI*.
- Al-Hadeethi, F. *et al.* (2017). Modeling hydrogen storage on Mg-H<sub>2</sub> and LiNH<sub>2</sub> under variable temperature using multiple regression analysis with respect to ANOVA, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(40), pp. 25558–25564. doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.05.101.
- Anonim (2012). How Does Scanning Electron Microscope / Energy Dispersive X-ray ( SEM / EDX ), *Gossman Forensics*.
- Brouwer, J. (2010). On the role of fuel cells and hydrogen in a more sustainable and renewable energy future, *Current Applied Physics*, 10(2 SUPPL.), pp. 9–17. doi: 10.1016/j.cap.2009.11.002.
- Campari, E. G. *et al.* (2020). Mechanical spectroscopy observation of LiAlH<sub>4</sub> decomposition, *Journal of Alloys and Compounds*, 814, pp. 1–7. doi: 10.1016/j.jallcom.2019.152242.
- Chuyen Phan, T. *et al.* (2022). Highly efficient and durable electrochemical hydrogen evolution reaction based on composition/shape controlled CuTi@Pt core-shell nanotubes in acidic media, *Applied Surface Science*, 605(August), p. 154331. doi: 10.1016/j.apsusc.2022.154331.
- Dai, J. *et al.* (2017). Microstructure and properties of Ti-Al coating and Ti-Al-Si system coatings on Ti-6Al-4V fabricated by laser surface alloying, *Surface and Coatings Technology*, 309, pp. 805–813. doi: 10.1016/j.surfcoat.2016.10.082.
- Dawood, F., Anda, M. and Shafiullah, G. M. (2020). Hydrogen production for energy: An overview, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(7), pp. 3847–3869. doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.12.059.
- Eftekhari, A. and Fang, B. (2017). Electrochemical hydrogen storage: Opportunities for fuel storage, batteries, fuel cells, and supercapacitors, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(40), pp. 25143–25165. doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.08.103.
- Hemmat Esfe, M. and Afrand, M. (2020). A review on fuel cell types and the application of nanofluid in their cooling, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 140(4), pp. 1633–1654. doi: 10.1007/s10973-019-08837-x.
- Kaur, M. and Pal, K. (2019). Review on hydrogen storage materials and methods from an electrochemical viewpoint, *Journal of Energy Storage*, 23(March), pp. 234–249. doi: 10.1016/j.est.2019.03.020.
- Keskinen, J. *et al.* (1995). Carbide and hydride formation during mechanical alloying of titanium and aluminium with hexane, *Materials Science and Engineering A*, 196(1–2), pp. 205–211. doi: 10.1016/0921-5093(94)09701-1.
- de Kort, L. M. *et al.* (2022). Ionic conductivity in complex metal hydride-based

- nanocomposite materials: The impact of nanostructuring and nanocomposite formation, *Journal of Alloys and Compounds*, 901. doi: 10.1016/j.jallcom.2021.163474.
- Ley, M. B. *et al.* (2014). Complex hydrides for hydrogen storage - New perspectives, *Materials Today*, 17(3), pp. 122–128. doi: 10.1016/j.mattod.2014.02.013.
- Lin, H. J. *et al.* (2018). Remarkably improved hydrogen storage properties of LiNH<sub>2</sub>-LiH composite via the addition of CeF<sub>4</sub>, *Journal of Alloys and Compounds*, 735, pp. 1017–1022. doi: 10.1016/j.jallcom.2017.10.239.
- Liu, X. *et al.* (2012). Ti-doped LiAlH<sub>4</sub> for hydrogen storage: Rehydrogenation process, reaction conditions and microstructure evolution during cycling, *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(13), pp. 10215–10221. doi: 10.1016/j.ijhydene.2012.04.018.
- Mani, M. and Natesan, I. (2021). Structural Characterization and Dielectric Properties of the Effect of Carbon Nanotubes and Silicon on AA2024 Metal Matrix Composites, pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-246810/v1>.
- Manoharan, Y. *et al.* (2019). Hydrogen fuel cell vehicles; Current status and future prospect, *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(11). doi: 10.3390/app9112296.
- Niaz, S., Manzoor, T. and Pandith, A. H. (2015). Hydrogen storage: Materials, methods and perspectives, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, pp. 457–469. doi: 10.1016/j.rser.2015.05.011.
- Neikov, O. D. (2019). *Mechanical Alloying*. 2nd edn, *Handbook of Non-Ferrous Metal Powders*. 2nd edn. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-08-100543-9.00003-8.
- Ogbonnaya, C. *et al.* (2021). Unitized regenerative proton exchange membrane fuel cell system for renewable power and hydrogen generation: Modelling, simulation, and a case study, *Cleaner Engineering and Technology*, 4(2001). doi: 10.1016/j.clet.2021.100241.
- Sahlberg, M. *et al.* (2016). Superior hydrogen storage in high entropy alloys?, *Scientific Reports*, 6, pp. 1–6. doi: 10.1038/srep36770.
- Samy, M. M., Elkhoully, H. I. and Barakat, S. (2021). Multi-objective optimization of hybrid renewable energy system based on biomass and fuel cells, *International Journal of Energy Research*, 45(6), pp. 8214–8230. doi: 10.1002/er.5815.
- Sapre, S., Vyas, M. and Pareek, K. (2021). Impact of refueling parameters on storage density of compressed hydrogen storage Tank, *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(31), pp. 16685–16692. doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.08.136.
- Schaffer, G. B. and McCormick, P. G. (1990). Displacement reactions during mechanical alloying, *Metallurgical Transactions A*, 21(10), pp. 2789–2794.

- doi: 10.1007/BF02646073.
- Suci, F. C. (2015). *Adsorpsi Hidrogen Pada Material Karbon Tertemplat Zeolit-Y Dengan Aktivasi Hydrogen Adsorption on K<sub>2</sub>Co<sub>3</sub> Activated Zeolite-Y Templated Carbon*.
- Tarhan, C. and Çil, M. A. (2021). A study on hydrogen, the clean energy of the future: Hydrogen storage methods, *Journal of Energy Storage*, 40(2001). doi: 10.1016/j.est.2021.102676.
- Varin, R. A. and Zbronic, L. (2010). Decomposition behavior of unmilled and ball milled lithium alanate (LiAlH<sub>4</sub>) including long-term storage and moisture effects, *Journal of Alloys and Compounds*, 504(1), pp. 89–101. doi: 10.1016/j.jallcom.2010.05.059.
- Yanxing, Z. *et al.* (2019). Thermodynamics analysis of hydrogen storage based on compressed gaseous hydrogen, liquid hydrogen and cryo-compressed hydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(31), pp. 16833–16840. doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.04.207.
- Zhang, G., Zhang, J. and Xie, T. (2020). A solution to renewable hydrogen economy for fuel cell buses – A case study for Zhangjiakou in North China, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(29), pp. 14603–14613. doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.03.206.
- Zhu, D. *et al.* (2021). On-line state of charge estimation of embedded metal hydride hydrogen storage tank based on state classification, *Journal of Energy Storage*, 42(May), p. 102950. doi: 10.1016/j.est.2021.102950.
- Sakintuna, B., Lamari-Darkrim, F., & Hirscher, M. (2007). Metal hydride materials for solid hydrogen storage: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32(9), 1121–1140. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.11.022>
- Sari, N., Rahwanto, A. and Jalil, Z. 2016. Studi Katalis Ni Nano pada Material Penyimpanan Hidrogen MgH<sub>2</sub> yang Dipreparasi melalui Teknik Mechanical Alloying. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 6(01): 1-5.
- Satyapal, S., Petrovic, J., Read, C., Thomas, G and Ordaz, G. 2006. The US Department of Energy's National Hydrogen Storage Project : Progress Towards Meeting Hydrogen-Powered Vehicle Requirements. *Catalysis Today*. 120(1): 246-256.
- Suwarno, H., Insani, A. and Adi, W. A. 2007. The X-Ray Diffraction Analyses on The Mechanical Alloying of The Mg<sub>2</sub>Ni Formation. *Jurnal Teknik Bahan Nuklir*. 3(2): 74–85
- Walker, G. 2010. *Solid-state hydrogen storage, Solid-state hydrogen storage*. New York: Woodhead Publishing Limited.
- Lestari, N. D., Pardoyo, P., & Subagio, A. (2014). Sintesis dan Karakterisasi CNT (Carbon Nanotube) Berdopan Logam Kobalt. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 17(3), 80–85. <https://doi.org/10.14710/jksa.17.3.80-85>

- Durbin, D. J. and Jugroot, M. C. 2013. Review of Hydrogen Storage Techniques for on Board Vehicle Applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(34): 1-23.
- Tarhan, C. and Çil, M. A. (2021). A study on hydrogen, the clean energy of the future: Hydrogen storage methods, *Journal of Energy Storage*, 40(2001). doi: 10.1016/j.est.2021.102676.
- Abrini, D., Ardhy, S. dan Putra, H. 2017. Uji Kekerasan pada Paduan Fe-50 % atAl dengan Penambahan Nikel Menggunakan Metode Mechanical Alloying. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*. 7(1): 45–49.
- Nasrudin, & Daniel. (2012). Analisa Pengaruh Perubahan Temperatur terhadap Proses Adsorpsi dan Kapasitas Penyerapan Hidrogen pada Karbon Aktif Granular Berbahan Dasar Batu Bara SKRIPSI. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV, 1(1)*, 16–17.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. UPI Press.
- Nisa, K., Aryanto, D., Sudiro, T., Sebayang, P., & Aji, M. P. (2016). Karakterisasi Struktur Coating Fe-25Al Yang Difabrikasi Dengan Metode Paduan Mekanik. *Metalurgi*, 2(1), 95–102.
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela and Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), pp. 289–299. doi: 10.1080/10408347.2014.949616.
- Elshahawy, W. and Watanabe, I. (2014). Biocompatibility of dental alloys used in dental fixed prosthodontics, *Tanta Dental Journal*, 11(2), pp. 150–159. doi: 10.1016/j.tdj.2014.07.005.
- Xueping, Z. and Shenglin, L. (2009). Study on hydrogen storage properties of LiAlH<sub>4</sub>, *Journal of Alloys and Compounds*, 481(1–2), pp. 761–763. doi: 10.1016/j.jallcom.2009.03.089.
- Pertiwi, G. A. I. and Ediati, R. (2016). Sintesis HKUST-1 dengan Penambahan Co(II) Menggunakan Metode Solvotermal, *Sains dan Seni ITS*, 5(2), pp. 103–106.
- Rafi-Ud-Din *et al.* (2010). Catalytic effects of nano-sized TiC additions on the hydrogen storage properties of LiAlH<sub>4</sub>, *Journal of Alloys and Compounds*, 508(1), pp. 119–128. doi: 10.1016/j.jallcom.2010.08.008.
- Hanif, Q. A., Nugraha, R. E. and Lestari, W. W. (2018). Kajian Metal–Organic



- Frameworks (MOFS) sebagai Material Baru Pengantar Obat, *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 14(1), p. 16. doi: 10.20961/alchemy.14.1.8218.16-36.
- Gouda, E. S. (2014). Classifications , Characterization and Applications of Metallic Alloys, *International Journal of Physics and Astronomy*, 2(2), pp. 17–34.
- Ma'fur, H. and Widiharsa, F. (2016). Fuel Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Pengisi Baterai Dengan Pengendali Panas, *Transmisi*, 12(1), pp. 45–54.
- Putra, A. M. (2010). Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan Koh. *Jurnal Neutrino*, 2(2), 141–154. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1642>.
- Wigayati, E. M., Raden, D. and Purawiardi, I. (2015). Analisis Pengaruh Mechanical Milling Menggunakan Planetary Ball Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro Senyawa LiBOB, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 16(3), pp. 126–132.
- Vaidya, M., Muralikrishna, G. M. and Murty, B. S. (2019). High-entropy alloys by mechanical alloying: A review, *Journal of Materials Research*, 34(5), pp. 664–686. doi: 10.1557/jmr.2019.37.