

**PENGARUH JENIS *MOLTEN SALT* TERHADAP PENYERAPAN
CAHAYA DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

(Skripsi)

Oleh

**Siti Nina Karnia
2117041045**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH JENIS *MOLTEN SALT* TERHADAP PENYERAPAN CAHAYA DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

Oleh

SITI NINA KARNIA

Molten salt seperti KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 memiliki potensi sebagai penyerap cahaya dalam sistem *Concentrated Solar Power* (CSP). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui panjang gelombang penyerapan cahaya, dan puncak absorbansi sehingga diketahui efisiensi penyerapan cahaya dari *molten salt* dengan karakterisasi menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Masing-masing sampel diuji untuk memperoleh data panjang gelombang dan nilai absorbansi guna mengevaluasi potensinya sebagai material penyerap cahaya. Hasil menunjukkan bahwa KNO_3 menunjukkan puncak absorbansi 0,7743 pada panjang gelombang 302 nm, sedangkan NaNO_2 menunjukkan satu puncak absorbansi sebesar 2,6080 pada panjang gelombang 354 nm dan NaNO_3 memiliki dua puncak absorbansi, yaitu pada 0,7686 dan 3,0644 pada panjang gelombang 302 nm dan 229 nm. Efisiensi penyerapan cahaya dari ketiga *molten salt* diperoleh hasil bahwa NaNO_3 memiliki efisiensi penyerapan cahaya yang sangat tinggi, yaitu 99,91% dan 83,18%, sedangkan NaNO_2 memiliki efisiensi 99,75%, dan KNO_3 memiliki efisiensi sebesar 82,96%. Penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik optik *molten salt* dapat memengaruhi potensi penggunaannya dalam bidang energi, khususnya sebagai material untuk sistem *Concentrated Solar Power* (CSP).

Kata kunci: CSP, Efisiensi, *molten salt*, spektrofotometer UV-Vis

ABSTRACT

THE EFFECT OF MOLTEN SALT TYPES ON LIGHT ABSORPTION USING UV-VIS SPECTROPHOTOMETER

By

SITI NINA KARNIA

Molten salts such as KNO_3 , $NaNO_2$, and $NaNO_3$ have the potential to function as light absorbers in Concentrated Solar Power (CSP) systems. This research aims to determine the light absorption wavelengths and absorption peaks to ascertain the light absorption efficiency of the molten salts through characterization using a UV-Vis spectrophotometer. Each sample was tested to obtain wavelength and absorbance data to evaluate their potential as light-absorbing materials. The results show that KNO_3 exhibits an absorption peak of 0.7743 at a wavelength of 302 nm, while $NaNO_2$ displays a single absorption peak of 2.6080 at a wavelength of 354 nm, and $NaNO_3$ has two absorption peaks at 0.7686 and 3.0644 at wavelengths of 302 nm and 229 nm respectively. The light absorption efficiency of the three molten salts indicates that $NaNO_3$ has a very high light absorption efficiency of 99.91% and 83.18%, while $NaNO_2$ has an efficiency of 99.75%, and KNO_3 has an efficiency of 82.96%. This study shows that the optical characteristics of molten salts can influence their potential use in the energy sector, particularly as materials for Concentrated Solar Power (CSP) systems.

Keywords: *CSP, Efficiency, molten salt, UV-Vis spectrophotometer*

**PENGARUH JENIS *MOLTEN SALT* TERHADAP PENYERAPAN
CAHAYA DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

Oleh

Siti Nina Karnia

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: PENGARUH JENIS *MOLTEN SALT* TERHADAP
PENYERAPAN CAHAYA DENGAN
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER
UV-VIS

Nama Mahasiswa

: **Siti Nina Karnia**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2117041045

Jurusan

: Fisika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si.
NIP. 197512192000122003

Drs. Syafriadi, M.Si.
NIP. 196108211992031002

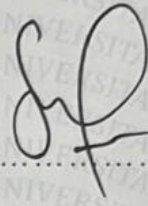
2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

Arif Surtiono, S.Si., M.Eng.
NIP. 1971090920001210011

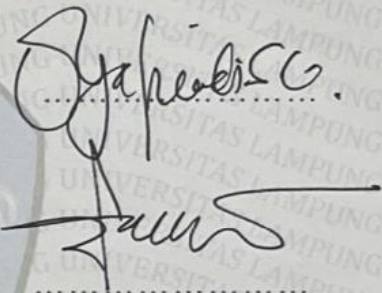
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Drs. Syafriadi, M.Si.**



Penguji Bukan Pembimbing : **Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Juni 2025

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Siti Nina Karnia
NPM : 2117041045
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

“Pengaruh Jenis *Molten Salt* Terhadap Penyerapan Cahaya Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis” adalah hasil karya sendiri. Semua sumber data dan referensi yang digunakan dalam penulisan skripsi ini telah disebutkan dengan benar sesuai dengan kaidah akademik. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar akademik di universitas atau institusi manapun.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2025



Siti Nina Karnia
NPM. 2117041045

RIWAYAT HIDUP



Siti Nina Karnia atau akrab disapa Nina, lahir di Purajaya, 04 Oktober 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Alm. Ahid Zulkarnain dan Entin. Penulis menempuh pendidikan pertama nya di SDN 1 Ciptamulya pada tahun 2008 hingga tahun 2014 dan melanjutkan jenjang pendidikannya di SMPN 01 Kebun Tebu pada tahun 2014-2017. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMAN 1 Kebun Tebu pada tahun 2017-2020. Pada tahun 2021, penulis diterima di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama perkuliahan penulis aktif dalam berbagai organisasi. Penulis bergabung dengan Himpunan Mahasiswa Fisika pada tahun 2022 sebagai anggota Biro Dana dan Usaha, pada tahun yang sama bergabung dengan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) tingkat fakultas sebagai staff Dinas Pemberdayaan Wanita dan bertanggung jawab sebagai Ketua Pelaksana *Talkshow Incredible Women In Action and Make up Class*. Tahun berikutnya, penulis menjadi sekretaris Biro Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa Fisika pada tahun 2023.

Penulis memiliki berbagai pengalaman antara lain Praktik Kerja Lapangan di PT. PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung, Bandar Lampung yang ditempatkan di sub bidang umum pada tanggal 03 januari – 03 Februari 2024. Penulis pernah melaksanakan kegiatan KKN di desa Donomulyo, Kec. Bumi Agung, Kab. Lampung Timur pada pertengahan tahun 2024. Penulis juga terlibat dalam kegiatan ilmiah sebagai peserta MBKM penelitian Universitas Lampung pada tahun

2024 dengan topik mengenai “**Produksi *Prototype* Pembangkit Energi Listrik Elektrokimia Air Laut Dengan Sistem Otomatisasi Pengisian Air Laut Dan *Charging* Untuk Regenerasi Anoda**” . Kemudian penulis melanjutkan Tugas Akhir di Jurusan Fisika dengan mengambil konsentrasi bidang energi sehingga pada akhirnya penulis mengambil penelitian mengenai “**Pengaruh Jenis *Molten Salt* Terhadap Penyerapan Cahaya Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis**”.

MOTTO

“Di balik setiap halaman skripsi ini, ada malam-malam yang panjang, ratusan keraguan, dan segenggam harapan. Ini bukan hanya tugas akhir, tapi bagian dari cerita hidup yang mengajarkan untuk percaya pada diri sendiri, bahkan saat dunia tampak sunyi”

Allah memang tidak menjanjikan bahwa kehidupan ini akan mudah, tetapi Allah SWT berjanji bahwa:

“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya”

(Q.S Yasin:40)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbil'alamin

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia dan kebaikan-Nya telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik.

Karya ini penulis persembahkan sebagai ungkapan cinta, pengabdian dan kasih sayang kepada:

Kedua Orang Tuaku

Alm. Ahid Zulkarnain & Entin

Kakak Tercinta

Taryodi

Wiwin Winarsih

Yani Nurhasanah

Terimakasih atas segala doa, dukungan, nasihat, inspirasi, saran, dan usaha terbaik yang selalu diberikan demi kesuksesan dan kelancaran hingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan di tingkat Universitas sebagai sarjana.

Keluarga Besar & Teman-Teman

ALMAMATER TERCINTA

UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Jenis *Molten Salt* Terhadap Penyerapan Cahaya Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat dan menjadi referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan bukan hanya untuk penulis tetapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 23 Juni 2025

Penulis

Siti Nina Karnia

NPM. 2117041045

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas karunia yang telah dilimpahkan dari Allah Subhanahu wa ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Jenis *Molten Salt* Terhadap Penyerapan Cahaya Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis”**. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan bersedia memberikan ilmu, bimbingan, dan arahnya selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi.
2. Bapak Drs. Syafridi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II dan Pembimbing Akademik atas bimbingan, ilmu dan arahnya yang berharga selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung dan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun sehingga penyusunan skripsi ini lebih baik.
4. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
5. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, dan motivasi selama masa perkuliahan.
7. Para staff dan karyawan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung atas bantuan dalam memenuhi kebutuhan administrasi dan dukungan lainnya selama penulis menjadi mahasiswa.

8. Untuk Kedua Orang Tua Tercinta Ibu Entin dan Alm. Bapak Ahid Zulkarnain (yang sudah tenang disisi-Nya) sebagai tanda bakti dan hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga ku persembahkan karya kecil ini kepada mamah yang perjuangannya sangat luar biasa, terimakasih banyak atas perjuangan dan do'a yang sudah diberikan sampai detik ini, sehingga sehingga urusan yang anakmu lakukan mendapatkan kemudahan dan kelancaran. Terimakasih atas semua yang dikorbankan, terimakasih atas nasehat, perjuangan, dukungan, motivasi serta salah satu alasan terkuat penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi ini dan dapat membuat bangga keluarga dan bapak yang tidak sempat melihat perjuangan dan mendampingi putri bungsunya dari kecil hingga menyelesaikan kuliah.
9. Seluruh keluarga tercinta aa, teteh dan keponakan : Taryodi, Wiwin Winarsih, Yani Nurhasanah, Kurdiyana, Evi Widya, Indra Purnama, Ahmad Rifa'i, Kelvin Adrian, M. Raffi, M. Rafka, M. Rifki, dan Tazkia Aneira yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan dan doa serta hiburan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. *Warrior Club* yang menemani penulis selama perkuliahan: Sabrina, Mayang, Yesha, Lia, Caca, Anggis, Eli, Dina, Melisa, Avino, Naufal, Bagas, Galipat, Fathan, Zul, Dias, dan Fajar yang menjadi tempat berbagi cerita dan dukungan.
11. Anggota rajin bersyukur (Anggur) sahabat penulis dari semester satu Diah Fauziah dan Hanindya Janitra yang selalu memberi dukungan dan berbagi kisah selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai.
12. Teman satu atap di kamar 305 Asrama Mahasiswa Lampung Barat tercinta Flintia, Neli, dan Cahya yang menjadi tempat berbagi kisah sedih, susah maupun senang semasa perkuliahan.
13. Teman terdekat penulis Monica Putri Apriliani yang menjadi teman di masa menuju akhir perkuliahan. Terima kasih telah menjadi pendengar andalan yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan dukungan, semangat, tenaga, pikiran maupun bantuannya selama penulis menempuh pendidikan di tempat ini.
14. Teman seperjuangan skripsian, Nurma Novita, Vika aprianti, Nikmah Turohmah yang selalu bersemangat menuntaskan tanggung jawab, saling memberi saran ,

semangat dan juga dukungannya. Harapan penulis pertemanan ini jangan asing ketika nantinya berbeda wilayah melainkan terus terjalin hingga sukses dan bisa bertemu di lain waktu.

15. *Last but not least*, kepada diri sendiri. Terima kasih “Nina” telah memilih untuk bertahan, sudah berjuang untuk tetap ada hingga saat ini, serta menjadi perempuan yang kuat dan ikhlas dan berusaha tidak menyerah walau sering kali merasa putus asa, namun terima kasih sudah menepikan ego dan memilih untuk kembali bangkit lagi dan menyelesaikan semua ini. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Dengan adanya skripsi ini, telah berhasil membuktikan bahwa kamu bisa menyandang gelar S.Si tepat waktu dan menjadi tekad dan acuan untuk terus melakukan hal lebih membanggakan lainnya. Bagaimanapun kehidupan selanjutnya, hargai dirimu, rayakan dirimu, berbahagialah atas segala proses yang berhasil dilalui untuk masa depan yang lebih baik.

Bandar Lampung, 23 Juni 2025

Siti Nina Karnia

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Concentrated Solar Power</i> (CSP).....	6
2.2 Sifat-sifat KNO ₃ , NaNO ₂ dan NaNO ₃	10
2.3 Spektrofotometer UV-Vis (<i>Ultraviolet Visible</i>)	11
2.4 Efisiensi Penyerapan Cahaya.....	14

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1 Alat Penelitian.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Membuat Larutan Sampel.....	18
3.3.2 Pembuatan Sampel dengan Alat Spektrofotometer UV-Vis.....	20
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.5 Analisis Data	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyerapan Cahaya Oleh <i>Molten Salt</i>	24
4.2 Karakterisasi <i>Molten Salt</i>	28
4.2.1 Karakterisasi KNO ₃	28
4.2.2 Karakterisasi NaNO ₂	30
4.2.3 Karakterisasi NaNO ₃	31
4.3 Efisiensi Penyerapan Cahaya <i>Molten Salt</i>	35

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan.....	38
5.2 Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jenis-Jenis Medan Surya.....	7
2. Spektrofotometer UV-Vis.....	12
3. Grafik Pengukuran UV-Vis.....	13
4. Diagram Alir Penelitian.....	21
5. Sampel Uji <i>Molten Salt</i>	26
6. Larutan Sampel Uji KNO_3	28
7. Grafik Absorbansi terhadap Panjang Gelombang KNO_3	28
8. Larutan Sampel Uji NaNO_2	30
9. Grafik Absorbansi terhadap Panjang Gelombang NaNO_2	31
10. Larutan Sampel Uji NaNO_3	31
11. Grafik Absorbansi terhadap Panjang Gelombang NaNO_3	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat Penelitian.....	17
2. Bahan Penelitian.....	18
3. Massa Zat <i>Molten Salt</i>	19
4. Data Pengukuran Karakterisasi UV-Vis.....	22
5. Data Perhitungan Konsentrasi <i>Molten Salt</i>	22
5. Data Perhitungan Efisiensi <i>Molten Salt</i>	23
6. Hasil Perhitungan Konsentrasi <i>Molten Salt</i>	27
7. Hasil Karakterisasi UV-Vis.....	35
8. Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Molten Salt</i>	36

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi baru terbarukan adalah sumber energi yang bersifat ramah lingkungan karena tidak mencemari dan tidak berdampak negatif terhadap perubahan iklim maupun pemanasan global. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang diperoleh dari proses-proses alami yang berkesinambungan, seperti pemanfaatan sinar matahari, tenaga angin, aliran air, bahan bakar hayati (*biofuel*), dan panas dari dalam bumi (*geothermal*) (Ali & Windarta, 2020). Energi terbarukan semakin menjadi fokus perhatian global sebagai solusi untuk mengatasi krisis energi dan perubahan iklim. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling banyak dimanfaatkan adalah energi matahari yang dikonversi menjadi listrik. Efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik pada sistem *Concentrated Solar Power* (CSP) sangat dipengaruhi oleh kemampuan cermin atau lensa dalam memfokuskan radiasi matahari serta efisiensi penyerapan energi oleh fluida kerja pada *receiver*. Semakin efektif sistem dalam menangkap dan menyimpan panas dari spektrum cahaya, terutama pada panjang gelombang *visible* dan infra merah, maka semakin tinggi efisiensi pembangkitan listrik melalui turbin uap.

Matahari adalah sumber energi yang penggunaannya bergantung pada waktu karena intensitasnya tidak selalu stabil sepanjang hari. Oleh karena itu, efisiensi penyerapan cahaya dibutuhkan untuk memaksimalkan pemanfaatan energi yang diterima dari matahari dan mengatasi ketidaksesuaian tersebut. Sistem dengan efisiensi penyerapan cahaya bekerja dengan cara menyerap sebanyak mungkin energi matahari yang tersedia, sehingga energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal. Dengan peningkatan efisiensi penyerapan cahaya, pemanfaatan energi matahari dapat dimaksimalkan, dan stabilitas serta kontinuitas pasokan energi listrik dapat lebih dipertahankan dan terjaga (Nurjaman & Purnama, 2022).

Efisiensi dalam penyerapan cahaya pada sistem penyimpanan energi memegang peranan yang sangat penting karena menentukan seberapa banyak energi matahari dapat dikonversi menjadi bentuk energi yang dapat digunakan. Proses ini memungkinkan energi surya tetap dapat digunakan meskipun tidak ada sinar matahari langsung, dengan cara mengoptimalkan waktu penyimpanan energi panas pada periode-periode intensitas cahaya yang tinggi. Efisiensi penyimpanan yang lebih tinggi memungkinkan energi surya untuk menjadi lebih stabil dan terjangkau, serta mendukung penyediaan energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam skala global, mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang semakin terbatas (Zelviani & Fitriyanti, 2021).

Concentrated Solar Power (CSP) merupakan teknologi pembangkitan listrik yang memanfaatkan energi panas dari cahaya matahari. Berbeda dengan sel surya yang mengubah cahaya langsung menjadi listrik melalui efek fotovoltaiik, CSP bekerja secara termal. Sistem CSP menggunakan cermin atau lensa untuk memfokuskan sinar matahari ke titik atau area penerima (*receiver*), energi radiasi tersebut diubah menjadi panas bersuhu tinggi. Panas ini kemudian digunakan untuk menghasilkan uap air yang menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Teknologi ini sangat bergantung pada efisiensi sistem pemusatan cahaya serta kemampuan fluida kerja seperti *molten salt* dalam menyerap dan menyimpan panas. Karena CSP menghasilkan energi melalui proses termodinamika, efisiensinya dipengaruhi oleh suhu kerja dan desain sistem konversi panas ke listrik (Al Amin *et al.*, 2022).

Molten salt seperti KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 , memiliki karakteristik optik yang dapat dianalisis melalui spektrofotometer UV-Vis untuk memahami kemampuan penyerapan cahaya nya. Dari hasil spektrum UV-Vis, pola absorbansi *molten salt* dapat menunjukkan panjang gelombang tertentu saat material menyerap cahaya dengan kuat, yang berkaitan dengan transisi elektronik dalam ion-ion penyusunnya. Jika *molten salt* menunjukkan serapan tinggi pada panjang gelombang tertentu, ini menandakan adanya transisi elektronik yang memungkinkan energi foton diserap dan dikonversi menjadi bentuk energi lain, seperti panas. Sebaliknya, jika *molten salt* menunjukkan transparansi yang tinggi pada rentang spektrum tertentu, maka

material tersebut lebih efektif dalam mentransmisikan cahaya. Selain itu, stabilitas optik *molten salt* pada suhu tinggi perlu diperhatikan, karena perubahan struktur kimia akibat degradasi termal dapat mempengaruhi sifat penyerapan dan transmisinya terhadap cahaya.

Panjang gelombang menjadi parameter penting yang menentukan seberapa baik suatu material dapat menyerap cahaya. Energi yang diperlukan untuk mengeksitasi elektron membentuk ikatan tunggal sangat tinggi sehingga sinar *ultraviolet* yang dapat diserap oleh molekul berikatan tunggal adalah sinar *ultraviolet* yang berenergi tinggi (panjang gelombangnya pendek), yaitu $\lambda < 180$ nm. Panjang gelombang adalah jarak antara dua titik berturut-turut pada gelombang seperti puncak ke puncak atau lembah ke lembah. Dalam konteks suatu radiasi elektromagnetik seperti itu cahaya tampak, *ultraviolet* (UV), atau sinar-X, panjang gelombang mengukur jarak antara gelombang elektromagnetik berturut-turut. Sehingga, penyelidikan senyawa organik hanya dilakukan pada panjang gelombang > 180 nm. Penyerapan sinar *ultraviolet* yang panjang gelombangnya > 180 nm dan penyerapan sinar tampak (380 – 780 nm) dilakukan oleh senyawa yang mempunyai gugus-gugus fungsi yang disebut kromofor. Gugus kromofor ini mempunyai elektron valensi dengan energi eksitasi yang relatif rendah (Firdaus *et al.*, 2024).

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat yang efektif untuk menganalisis sifat optik material untuk sistem CSP, dengan mengukur seberapa banyak cahaya yang diserap pada berbagai panjang gelombang. Dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis maka dapat mengidentifikasi panjang gelombang maksimum suatu material memiliki efisiensi absorbansi. Selain itu, pemahaman yang lebih baik tentang interaksi antara cahaya pada material dengan tenaga surya dalam optimasi penggunaan bahan baku dan teknologi produksi. Unsur identifikasi melalui senyawa kompleksnya. Teknik ini untuk mengukur absorpsi atau transmisi radiasi *ultraviolet* (UV) dan *visible* (tampak) oleh suatu sampel pada rentang panjang gelombang tertentu (Irawan, 2019).

Penggunaan *molten salt* KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 dalam berbagai bidang aplikasi, seperti dalam industri energi, kimia, dan material, seringkali memerlukan

pemahaman yang mendalam mengenai struktur molekul dan interaksi antara molekul-molekul tersebut. Analisis spektrum absorpsi dari senyawa-senyawa ini dapat memberikan gambaran yang jelas tentang transisi elektronik yang terjadi di dalam molekul serta perubahan struktur kimia yang dapat dipicu oleh faktor-faktor seperti pH, temperatur, dan konsentrasi larutan. Proses ini dapat memungkinkan pengamatan terhadap bagaimana kondisi lingkungan dapat mempengaruhi karakteristik optik dan kimia dari senyawa tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini akan lebih fokus pada pengukuran panjang gelombang absorpsi maksimum untuk ketiga jenis *molten salt* menggunakan spektrofotometer UV-Vis, serta melakukan analisis lebih lanjut mengenai efisiensi penyerapan cahaya dari panjang gelombang tertentu yang dapat diperoleh dari pengamatan tersebut. Penelitian ini akan memberikan wawasan yang berguna dalam pengembangan aplikasi di bidang energi, khususnya dalam meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya untuk sistem-sistem yang menggunakan *molten salt* sebagai media.

Pemilihan konsentrasi 0,1 M dalam spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk memastikan pengukuran absorbansi berada dalam rentang yang optimal sesuai dengan Hukum Lambert-Beer, absorbansi (A) sebanding dengan konsentrasi (C). Jika larutan terlalu pekat, absorbansi dapat melebihi batas deteksi spektrofotometer, menyebabkan efek saturasi dan deviasi dari linearitas hukum Lambert-Beer. Sebaliknya, jika konsentrasi terlalu rendah, sinyal absorbansi bisa terlalu lemah sehingga menghasilkan *noise* dan kesalahan dalam interpretasi data. Konsentrasi 0,1 M dianggap ideal karena cukup kuat untuk memberikan sinyal yang jelas, tetapi tidak terlalu pekat sehingga masih berada dalam rentang linear spektrofotometer. Selain itu, penggunaan konsentrasi ini juga memudahkan standarisasi dalam penelitian, akurat.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh jenis *molten salt* terhadap penyerapan cahaya pada rentang panjang gelombang UV-Vis?
2. Bagaimana hubungan antara panjang gelombang dengan efisiensi penyerapan cahaya menggunakan *molten salt*?

3. Bagaimana hubungan nilai absorbansi dengan panjang gelombang penyerapan cahaya pada *molten salt*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui panjang gelombang penyerapan cahaya pada *molten salt* dengan karakterisasi menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis.
2. Mengetahui efisiensi penyerapan cahaya melalui absorpsi panjang gelombang.
3. Mengetahui hubungan antara panjang gelombang dan nilai absorbansi *molten salt* untuk menentukan panjang gelombang maksimum dan memahami karakteristik penyerapan cahaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi tentang wilayah spektrum cahaya yang paling efektif diserap oleh material, sehingga dapat mendukung pemanfaatannya pada *Concentrated Solar Power* (CSP).
2. Menilai seberapa besar kemampuan *molten salt* dalam menyerap cahaya.
3. Membantu memahami kemampuan *molten salt* dalam menyerap cahaya sehingga dapat menentukan potensinya untuk digunakan dalam sistem *Concentrated Solar Power* (CSP).

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 9 Januari sampai 15 Januari 2025 di Laboratorium Fisika Material Universitas Lampung
2. Karakterisasi sampel *molten salt* menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik Universitas Lampung.
3. Penelitian ini dibatasi pada tiga jenis *molten salt* yaitu KNO_3 (Kalium Nitrat), NaNO_2 (Natrium Nitrit) dan NaNO_3 (Natrium Nitrat).
4. Konsentrasi KNO_3 , NaNO_2 dan NaNO_3 yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,1M.

II. TINJAUAN PUSTAKA

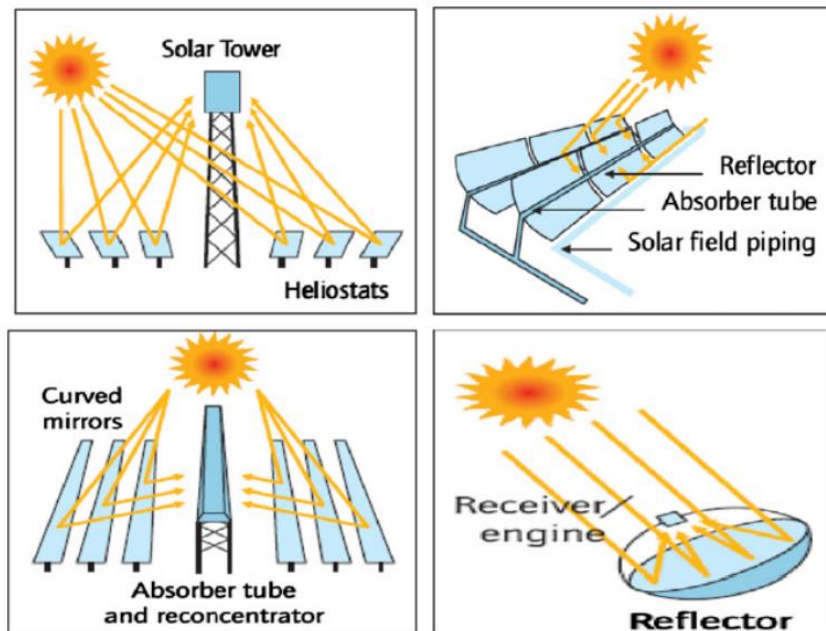
2.1 *Concentrated Solar Power (CSP)*

Energi surya merupakan sumber energi yang melimpah dan tidak akan habis. Salah satu cara pemanfaatannya adalah melalui teknologi *Concentrated Solar Power (CSP)*, yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik secara tidak langsung. CSP bekerja dengan cara memfokuskan cahaya matahari menggunakan cermin atau lensa ke satu titik penerima, sehingga menghasilkan panas dalam jumlah besar. Panas ini kemudian digunakan untuk menghasilkan uap yang menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Teknologi ini sangat bermanfaat terutama di wilayah dengan intensitas cahaya matahari tinggi dan dapat menjadi solusi alternatif bagi daerah yang mengalami keterbatasan pasokan listrik. Sistem CSP juga memungkinkan penyimpanan panas menggunakan media seperti *molten salt*, sehingga listrik tetap dapat dihasilkan meskipun matahari sudah tidak bersinar (Chen & Zhao, 2017).

Teknologi CSP menghasilkan listrik dengan memusatkan sinar matahari ke penerima penyerapan energi. Telah ditetapkan bahwa teknologi berbasis CSP sesuai untuk area dengan Iradiasi Normal Langsung (DNI) yang tinggi. Ada empat teknologi CSP yang paling umum tersedia di pasaran. Pertama, sistem palung parabola yang terdiri dari deretan cermin lengkung dengan reflektansi tinggi yang sejajar. Kadang-kadang panjangnya dapat mencapai lebih dari 100 m. Tabung penerima terbuat dari pipa baja tahan karat (disebut tabung penyerap). Tabung ini dilapisi dengan lapisan selektif untuk menyerap radiasi matahari berenergi tinggi atau gelombang pendek. Karena penyerapan iradiasi matahari, suhu tabung penyerap meningkat. Oleh karena itu, tabung ini diisolasi oleh lapisan vakum dari

kondisi atmosfer. Di dalam tabung penyerap, berbagai jenis minyak umumnya digunakan sebagai fluida pemindah panas untuk mengumpulkan panas dan dapat mentransfernya ke unit penyimpanan energi dan generator uap dalam siklus Rankine. Beberapa pembangkit yang lebih baru memiliki kapasitas penyimpanan termal yang signifikan (Sulistiyono *et al.*, 2025).

Radiasi matahari dikumpulkan dalam satu ruangan yang disebut sebagai *solar field* atau medan surya. Proses pengumpulan tersebut terjadi dengan memantulkan radiasi matahari yang datang ke arah pemantul atau cermin ke arah letak suatu penyerap energi. Umumnya penyerap energi tersebut berupa suatu cairan yang disebut sebagai *heat transfer fluid* (HTF). Beberapa jenis medan surya menampung HTF di dalam suatu pipa yang kemudian pipa tersebut akan menyalurkan HTF menuju bagian lain dari CSP sehingga panas yang terkumpul dapat dipindahkan untuk proses selanjutnya. Panas yang tersimpan dalam HTF kemudian disalurkan ke *power-block* atau blok pembangkit yang merupakan tempat aliran listrik dihasilkan. Dalam blok pembangkit terdapat turbin yang digunakan seperti halnya pembangkit berbasis HTF lainnya serta kondensator untuk mendinginkan HTF (Caraballo *et al.*, 2021).



Gambar 2.1 Jenis-jenis medan surya, dari kiri atas ke kanan bawah yaitu menara tenaga surya (SPT), cekungan parabola (PTC), reflektor *Fresnel linier* (LFR), dan mangkok parabola (PDC) (Pikra *et al.*, 2011)

Tenaga surya terkonsentrasi atau *concentrated solar power* (CSP) merupakan salah satu pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga matahari. Berbeda dengan sel surya atau fotovoltaik, CSP menghasilkan listrik dengan mengumpulkan sinar matahari ke arah satu titik untuk menghasilkan panas dan kemudian panas tersebut digunakan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan listrik. Saat ini terdapat 23 negara yang memanfaatkan teknologi pembangkit listrik ini. Negara-negara tersebut umumnya berada di daerah Afrika Utara, Timur Tengah, dan Asia Selatan. Di Asia Tenggara sendiri hanya Thailand yang sudah membangun pembangkit listrik CSP ini. Ini dikarenakan biaya yang sangat mahal serta kesediaan panas yang cukup besar di wilayah-wilayah yang telah disebutkan tersebut, sehingga potensi penggunaan CSP cukup besar (Alami *et al.*, 2023).

Solar thermal atau biasa disebut *Concentrating Solar Power* merupakan pemanfaatan energi matahari secara tidak langsung, prosesnya yaitu dengan memanfaatkan sinar matahari dengan cara menggunakan cermin atau *reflector* untuk memantulkan dan memfokuskan sinar matahari ke arah receiver yang didalamnya terdapat cairan /fluida. Temperatur fluida naik yang kemudian dialirkan melewati *heat exchanger* untuk memanaskan air sampai terbentuk uap air untuk menggerakkan turbin uap. Secara prinsip kerja, solar thermal merupakan PLTU berbahan bakar sinar matahari. Perbedaan terletak pada sumber panasnya. Pada PLTU sumber panas adalah pembakaran di dalam boiler, sedangkan solar thermal sumber panas adalah sinar matahari yang terkonsentrasi. Berbeda dengan solar PV, *solar thermal* hanya dapat memanfaatkan sinar matahari radiasi langsung yang jatuh ke permukaan (Nurjaman & Pernama, 2022). *Solar thermal* menggunakan empat pendekatan teknologi yang meliputi :

a. Parabolic Trough

Parabolic Trough merupakan pembangkit listrik tenaga surya tersentral yang paling banyak dikembangkan, sekitar 90% teknologi CSP yang ada di dunia menggunakan jenis ini. Rasio *solar flux concentration* yang dihasilkan sebesar 30-100 kali. Fluida bertemperatur tinggi mencapai 400C, kemudian memanaskan air melalui *heat exchanger* sampai menjadi uap sehingga dapat memutar turbin. Teknologi ini membutuhkan tanah seluas 40 H/MW dengan efisiensi konversi energi matahari ke

listrik sebesar 14-20%. Kapasitas *output* dari pembangkit yang ada saat ini sebesar 30-150 MW.

b. *Solar Tower*

Pembangkit listrik tenaga surya tersentral tipe *Solar tower* atau disebut *central receiver*, mempunyai rasio konsentrasi sinar matahari sebesar 300-1500x. Teknologi ini menggunakan heliostats untuk mengikuti pergerakan sinar matahari. Heliostat ini terletak di sekitar tower dan berfungsi untuk mengumpulkan dan memfokuskan sinar matahari. Sinar matahari yang telah terfokus ini kemudian diarahkan ke *receiver* yang terletak di atas tower, yang didalamnya terdapat fluida. Fluida bertemperatur tinggi ini dapat mencapai 500-1500C, kemudian mentransfer panasnya ke air melalui *heat exchanger* untuk kemudian diubah menjadi uap yang menggerakkan turbin. Efisiensi konversi energi sebesar 23%. Kapasitas *output* yang ada sebesar 30-160 MW dengan kebutuhan lahan sebesar 12H/MW.

c. *Linear Fresnel Reflector*

Teknologi pembangkit listrik tenaga surya tersentral ini merupakan sekumpulan *reflector* yang hampir datar permukaannya yang berfungsi untuk mengumpulkan sinar matahari untuk kemudian dipantulkan ke *receiver*. Reflector dapat mengikuti pergerakan sinar matahari dengan pergerakan satu sumbu. Berbeda dengan teknologi CSP sebelumnya, sebagian besar *linear fresnel* menghasilkan uap air langsung tanpa melalui *heat exchanger*. Kebutuhan tanah seluas 1,8H/MW serta kebutuhan air yang lebih kecil dibandingkan dengan *parabolic trough*.

d. *Parabolic Dish*

Pembangkit listrik tenaga surya tersentral tipe *Parabolic dish system* terdiri dari struktur tunggal yang mendukung sebuah *parabolic dish* cermin yang memantulkan cahaya pada *solar receiver* yang terletak pada pusat dish. Untuk menangkap sinar matahari secara optimum, rangkaian dish mengikuti pergerakan matahari. Sinar matahari yang terkonsentrasi ini kemudian digunakan untuk memanaskan gas helium atau hidrogen yang terdapat pada tabung tipis dari mesin 4 *silinder stirling*

engine. Akibat dari pemanasan sinar matahari yang terkonsentrasi, gas menjadi memuai untuk kemudian menggerakkan piston silinder.

Negara yang sudah banyak meneliti dan membangun pembangkit listrik tenaga surya tersentral/berteknologi CSP adalah Spanyol, Jerman dan Amerika. Selain dioperasikan di negara tersebut di atas, beberapa negara di Timur Tengah dan Afrika yang memiliki daerah gurun luas, sudah mulai merencanakan pembangunan CSP. Tidak banyaknya negara yang membangun CSP disebabkan karena tidak banyak negara yang memiliki sumber panas matahari *direct radiation*. Tenaga Surya Terkonsentrasi (CSP) terutama dirancang untuk operasi berskala utilitas, sehingga tidak praktis untuk aplikasi perumahan. Sistem CSP memerlukan lahan yang luas dan kondisi khusus, seperti sinar matahari langsung yang melimpah, yang biasanya tidak memungkinkan untuk rumah-rumah perorangan. Kompleksitas dan biaya yang terkait dengan pemasangan teknologi CSP dalam skala kecil semakin membatasi penggunaannya untuk keperluan perumahan (Alami *et al.*, 2023).

2.2 Sifat-sifat KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3

KNO_3 (kalium nitrat), NaNO_2 (natrium nitrit), dan NaNO_3 (natrium nitrat) adalah senyawa anorganik dengan berbagai sifat fisika dan kimia yang penting. Kalium nitrat (KNO_3) merupakan garam yang sangat larut dalam air, berbentuk kristal putih, dan dapat digunakan sebagai pupuk serta bahan baku dalam pembuatan bahan peledak. Senyawa ini memiliki titik leleh di sekitar 334°C dan juga bersifat oksidator kuat. Natrium nitrit (NaNO_2) berbentuk padatan putih atau sedikit kekuningan, sangat larut dalam air, dan memiliki titik leleh sekitar 271°C . NaNO_2 digunakan terutama sebagai pengawet makanan untuk mencegah pertumbuhan dari bakteri penyebab botulisme, serta dapat terurai pada suhu tinggi yang menghasilkan natrium oksida, nitrogen monoksida, dan nitrogen dioksida. NaNO_3 atau natrium nitrat, adalah garam yang sangat larut dalam air, dengan kelarutan yang meningkat seiring dengan naiknya suhu. Senyawa ini berbentuk kristal putih dan memiliki titik leleh sekitar 308°C . Natrium nitrat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pupuk dan bahan peledak, serta berperan sebagai oksidator dalam reaksi kimia. Secara keseluruhan, ketiga senyawa ini, KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 , ini memiliki

peran penting dalam industri dan pertanian, masing-masing dengan sifat unik yang mendukung penggunaannya (Sathish *et al.*, 2023).

Karena adanya ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan energi, penyimpanan energi memegang peranan penting dalam energi terbarukan. Teknologi penyimpanan energi dan fluida transfer panas menjadi komponen krusial dalam sistem penyimpanan termal. Teknologi ini dapat diklasifikasikan menjadi penyimpanan panas laten, penyimpanan panas sensibel, penyimpanan panas termokimia, dan penyimpanan panas adsorptif. Di antara berbagai bahan yang digunakan untuk penyimpanan panas laten dan fluida transfer panas, garam nitrat banyak digunakan dalam praktik karena memiliki keunggulan seperti kapasitas penyimpanan panas yang tinggi (entalpi), stabilitas termal yang baik, kompatibilitas yang memadai dengan wadah, serta sifat korosi yang rendah.

2.3 Spektrofotometer UV-Vis (*Ultraviolet Visible*)

Spektrofotometer UV-Vis adalah metode analisis kimia yang memanfaatkan cahaya ultraviolet dan tampak untuk mengidentifikasi serta mengukur konsentrasi senyawa dalam larutan. Prinsip dasar dari spektrofotometer ini adalah penyerapan cahaya oleh molekul, yang menyebabkan transisi elektronik di dalamnya. Ketika cahaya UV-Vis yang monokromatik diteruskan melalui larutan, sebagian cahaya akan diserap oleh senyawa yang ada, sementara sisanya akan dipantulkan atau diteruskan. Penyerapan ini terjadi pada panjang gelombang tertentu, yang memberi informasi tentang struktur dan konsentrasi senyawa tersebut. Proses ini melibatkan penggunaan spektrofotometer UV-Vis, yang terdiri dari sumber cahaya, monokromator untuk memilih panjang gelombang, kuvet untuk menampung larutan, dan detektor untuk mengukur intensitas cahaya setelah melewati larutan (Siddiqui & Yilbas, 2014).

Adapaun dasar teori dari nilai absorbansi dapat dilihat pada **Persamaan 2.1**.

$$A = \log \left(\frac{I_0}{I} \right) \quad (2.1)$$

Dengan A adalah absorbansi, I adalah intensitas Cahaya setelah melewati sampel, dan I_0 adalah intensitas cahaya awal.



Gambar 2.2 Spektrofotometer UV-Vis

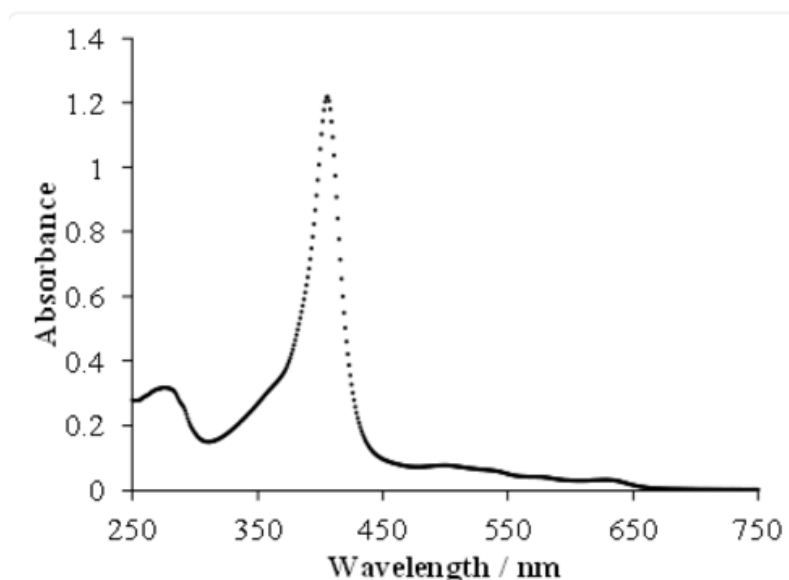
Hukum Lambert-Beer menjadi dasar dari analisis ini, menyatakan bahwa absorbansi suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi zat terlarut dan panjang jalur cahaya melalui larutan. Dalam spektrofotometer UV-Vis, transisi elektronik yang paling umum terjadi adalah dari orbital tertinggi yang terisi (HOMO) ke orbital terendah yang tidak terisi (LUMO), sehingga memungkinkan pengukuran konsentrasi senyawa dengan akurasi tinggi. Prinsip dasar spektrofotometer UV-Vis adalah terjadinya transisi elektronik yang disebabkan penyerapan sinar UV-Vis yang mampu mengeksitasi elektron ke orbital kosong atau ke tingkat energi orbital yang lebih tinggi. Umumnya, transisi yang paling memungkinkan adalah transisi pada tingkat tertinggi (HOMO atau *Highest Occupied Molecule Orbital*) ke orbital molekul yang kosong pada tingkat terendah (LUMO atau *Lowest Unoccupied Molecule Orbital*)(Agustin *et al.*, 2020).

Hukum ini menghubungkan absorbansi dengan konsentrasi dan panjang jalur cahaya yang dilalui, dapat dilihat pada **Persamaan 2.2**.

$$A = \epsilon c l \quad (2.2)$$

Dengan A adalah absorbansi, ϵ adalah koefisien absorptivitas molar (berhubungan dengan senyawa dan panjang gelombang), dan l adalah panjang jalur (cm).

Contoh Grafik Pengukuran Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis



Gambar 2.3 Grafik Pengukuran Uv-Vis (Tom, 2023).

Gambar 2.3 menunjukkan grafik spektrum UV-Vis berdasarkan data absorbansi pada berbagai panjang gelombang. Puncak-puncak ini mengungkap bagaimana sampel menyerap energi cahaya pada berbagai panjang gelombang dan dapat ini digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kandungan molekul atau ion di dalam sampel tersebut. Puncak-puncak pada grafik UV-Vis tersebut mencerminkan panjang gelombang spesifik saat sampel uji menyerap cahaya yang paling banyak, dan menunjukkan adanya transisi elektronik dalam molekul atau ion di dalam sampel. Puncak Absorbansi pada grafik UV-Vis menunjukkan panjang gelombang tertentu saat molekul menyerap energi cahaya dalam jumlah maksimum. Ini biasanya terkait dengan elektron di dalam molekul atau ion yang berpindah dari tingkat energi lebih rendah (*ground state*) ke tingkat energi lebih tinggi (*excited state*).

Nilai absorbansi *molten salt* yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan dapat memberikan gambaran tentang kemampuan material tersebut dalam menyerap cahaya matahari. *molten salt* yang memiliki absorbansi tinggi di daerah panjang gelombang tertentu dapat menyerap lebih banyak energi matahari, yang

kemudian diubah menjadi panas. Proses ini dapat dimanfaatkan sebagai mekanisme penyimpanan energi termal untuk sistem CSP. *Molten salt* dengan absorbansi tinggi akan menyerap lebih banyak energi matahari, terutama di spektrum yang relevan (seperti spektrum tampak dan inframerah dekat). Semakin besar absorbansi, semakin banyak energi yang bisa ditangkap oleh *molten salt* dan diubah menjadi panas.

Karakterisasi UV-Vis dari ketiga senyawa ini sangat relevan dalam konteks efisiensi penyimpanan energi. Senyawa-senyawa ini dapat digunakan dalam aplikasi seperti *Concentrated Solar Power* (CSP), dengan kemampuan untuk menyerap cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik sangat penting. Pengetahuan tentang pola absorbansi dan transmitansi membantu dalam merancang material baru yang lebih efisien untuk aplikasi energi terbarukan. Selain itu, pemahaman tentang reflektansi dapat membantu dalam mengembangkan sistem yang meminimalkan kehilangan energi akibat pemantulan cahaya. Dengan demikian, hasil karakterisasi UV-Vis dari KNO_3 , NaNO_2 , NaNO_3 memberikan wawasan berharga tentang bagaimana senyawa-senyawa ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan energi (Dubey *et al.*, 2024).

2.4 Efisiensi Penyerapan Cahaya

Penggunaan KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 untuk mengevaluasi efisiensi penyerapan cahaya dari beberapa jenis *molten salt* sebagai material pendukung dalam aplikasi *Concentrated Solar Power* (CSP). Karakterisasi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur panjang gelombang dan nilai absorbansi dan, yang berperan penting dalam menentukan seberapa efektif suatu material dapat menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Semakin tinggi nilai absorbansi makasemakin sesuai dengan spektrum cahaya matahari, maka semakin besar potensi efisiensinya dalam sistem CSP. Proses ini memungkinkan penyimpanan energi yang efisien dan pengeluaran energi yang terkontrol saat dibutuhkan. Secara keseluruhan, penggunaan KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 untuk mengetahui efisiensi penyerapan cahaya menawarkan potensi besar sehingga dapat

meningkatkan efisiensi sistem penyimpanan energi serta mendukung pengembangan teknologi berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya energi.

Efisiensi penyerapan energi dari garam cair (*molten salt*) merujuk pada kemampuan campuran garam, seperti KNO_3 (kalium nitrat), NaNO_3 (natrium nitrat), dan NaNO_2 (natrium nitrit), dalam menyerap dan menyimpan energi secara efisien. *Molten salt* digunakan untuk mengetahui efisiensi penyerapan energi yang memungkinkan menyimpan sejumlah besar energi per unit massa. Selain itu, *molten salt* memiliki konduktivitas termal yang baik, yang memudahkan distribusi panas secara merata, serta titik leleh yang rendah, sehingga meminimalkan energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan keadaan cair pada suhu tinggi. Efisiensi penyerapan cahaya dalam sistem ini sangat dipengaruhi oleh komposisi dan rasio campuran garam, serta suhu operasi. Dalam aplikasi seperti pembangkit listrik tenaga surya, *molten salt* dapat menyerap energi dari konsentrator surya dan dalam menyimpannya dalam bentuk panas sensibel, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap atau listrik (Zhang *et al.*, 2016).

Keunggulan utama penggunaan *molten salt* adalah kemampuannya untuk menyimpan energi dalam jangka waktu lama tanpa banyak kehilangan panas yang meningkatkan efisiensi di sistem penyimpanan energi. KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 juga menunjukkan performa baik dalam hal konduktivitas termal dan efisiensi penyerapan energi. Daya tahan material ini dalam menyimpan energi sangat dipengaruhi oleh suhu operasional. Pada suhu yang lebih tinggi, efisiensi penyimpanan energi dapat menurun akibat dekomposisi senyawa. Namun, pada rentang suhu yang optimal, ketiga senyawa ini dapat berfungsi secara efektif sebagai media penyimpan energi termal. Secara keseluruhan, KNO_3 , NaNO_3 , dan NaNO_2 memiliki potensi besar untuk mengetahui efisiensi penyerapan cahaya yang baik. Pemilihan kombinasi senyawa dan pengaturan suhu operasional yang tepat sangat penting untuk memaksimalkan efisiensi penyimpanan energi dalam aplikasi industri dan teknologi energi terbarukan (Alva *et al.*, 2017).

Dalam penelitian ini, digunakan *molten salt* KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 karena ini

memiliki stabilitas termal yang tinggi serta mampu tetap berada dalam fase cair pada suhu menengah hingga tinggi, sehingga sesuai untuk aplikasi penyimpanan dan transfer energi termal. Ketiga jenis garam ini juga umum digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya terkonsentrasi (*Concentrated Solar Power/CSP*) karena sifatnya yang mudah diperoleh, dan relatif aman digunakan. Selain itu, KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 memiliki karakteristik optik yang berbeda, khususnya dalam menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, sehingga penting untuk diteliti guna mengetahui sejauh mana efisiensi masing-masing dalam menyerap energi cahaya. Dengan memahami hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi dari masing-masing *molten salt*, dapat diketahui jenis garam yang paling efektif dalam menyerap energi cahaya, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi sistem penyimpanan energi termal berbasis *molten salt*.

Pemilihan ketiga *molten salt* tersebut dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya dalam menyerap energi radiasi, yang direpresentasikan melalui nilai absorbansi pada berbagai panjang gelombang. Sifat optik, terutama absorbansi terhadap cahaya, merupakan parameter penting karena menentukan seberapa efisien suatu bahan mampu menyerap dan mengkonversi energi cahaya menjadi energi termal. Dengan mengetahui hubungan antara panjang gelombang dan nilai absorbansi dari masing-masing *molten salt*, maka dapat dianalisis karakteristik penyerapan energinya.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 9 Januari sampai 15 Januari 2025 di Laboratorium Fisika Material dan Laboratorium Kimia Anorganik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Fungsi
1.	Spektrofotometer UV-Vis	Sebagai pengukur panjang gelombang dan nilai absorbansi.
2.	Timbangan Analitik	Sebagai penimbang berat bahan (<i>molten salt</i>).
3.	Labu Ukur	Sebagai pengukur volume larutan secara tepat pada konsentrasi tertentu.
4.	Batang Pengaduk	Sebagai pengaduk larutan.
5.	Gelas Beaker	Sebagai wadah untuk mencampur bahan.

3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi
1.	<i>Molten Salt</i> (KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3)	Sebagai medium penyerap cahaya atau penyimpanan energi termal.
2.	Akuades	Sebagai pelarut murni untuk melarutkan zat kimia atau membuat larutan standar.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk karakterisasi sebagai alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmitansi cahaya dalam rentang ultraviolet dan cahaya tampak.

3.3.1 Membuat Larutan Sampel

a. Pembuatan Larutan Standar

Langkah pertama yaitu larutan standar dibuat dari bahan KNO_3 , NaNO_2 , atau NaNO_3 dengan akuades sebagai pelarut. Kemudian alat disiapkan seperti, timbangan analitik, labu ukur, gelas beaker, dan batang pengaduk. Selanjutnya, konsentrasi larutan standar ditentukan sesuai dengan yang akan dibuat. Hitung massa zat yang diperlukan dengan **persamaan 3.1**.

$$m = MVM_r \quad (3.1)$$

Dengan m adalah massa zat (g) M adalah molaritas (mol/L), V adalah volume larutan (L), dan M_r adalah berat molekul relatif (g/mol).

Preparasi sampel yang dilakukan hanya melibatkan penimbangan, maka langkah-langkahnya lebih sederhana dengan persiapan alat dan bahan yaitu timbangan analitik. Kemudian siapkan wadah yang bersih dan kering untuk menampung sampel. Pada saat penimbangan sampel, pastikan timbangan dalam kondisi terkalibrasi sebelum digunakan. Sampel KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 diambil menggunakan spatula yang bersih dan kering kemudian timbang sesuai jumlah yang dibutuhkan dalam gram (g).

Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 0,1 M. Pemilihan konsentrasi 0,1 M dalam spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk memastikan pengukuran absorbansi berada dalam rentang yang optimal sesuai dengan Hukum Lambert-Beer, absorbansi (A) sebanding dengan konsentrasi (C). Jika larutan terlalu pekat, absorbansi dapat melebihi batas deteksi spektrofotometer, menyebabkan efek saturasi dan deviasi dari linearitas hukum Lambert-Beer. Sebaliknya, jika konsentrasi terlalu rendah, sinyal absorbansi bisa terlalu lemah sehingga menghasilkan *noise* dan kesalahan dalam interpretasi data. Kemudian, untuk mengetahui massa zat dan berapa banyak sampel larutan standar yang harus ditimbang dari ketiga *molten salt* maka menggunakan **Persamaan 3.1**. Diketahui masing-masing berat molekul *molten salt* yaitu $\text{KNO}_3 = 101,1 \text{ g/mol}$, $\text{NaNO}_2 = 69,0 \text{ g/mol}$, dan $\text{NaNO}_3 = 85,0 \text{ g/mol}$. Setelah diketahui berat molekulnya, selanjutnya menghitung massa zat menggunakan **Persamaan 3.1**. Berikut ini adalah massa zat untuk *molten salt* dapat dilihat pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3 Massa zat *molten salt*

<i>Molten Salt</i>	Berat Molekul (g/mol)	Massa zat (g)	Konsentrasi (M)
KNO_3	101,1	1,01	0,1
NaNO_2	69,0	0,69	0,1
NaNO_3	85,0	0,85	0,1

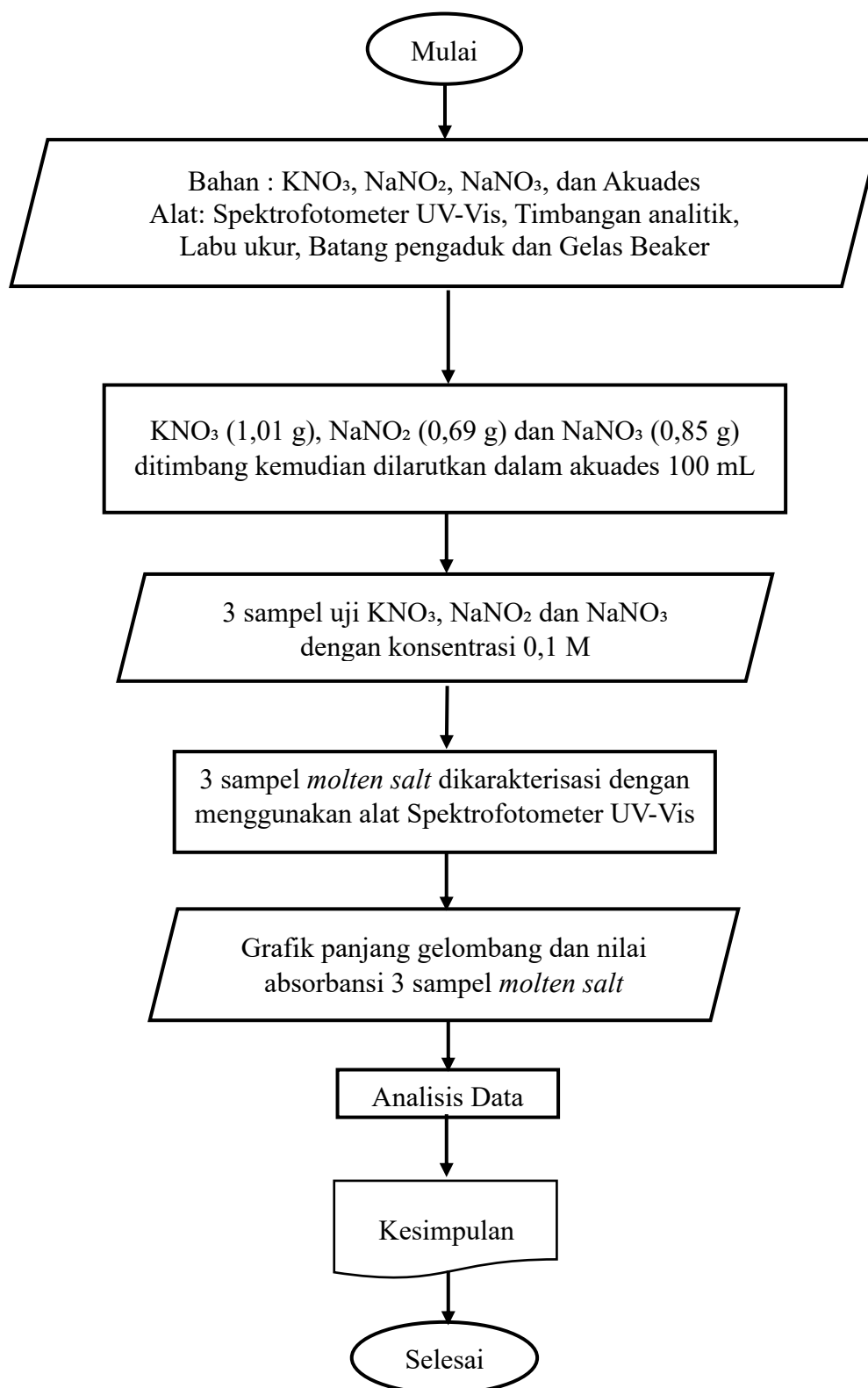
Berdasarkan **Tabel 3.3** *molten salt* yang sudah dihitung massanya dan sudah ditimbang untuk dipastikan akurasi nya, kemudian *molten salt* yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam gelas beaker. Tambahkan air destilasi (akuades), kemudian aduk dengan batang pengaduk hingga *molten salt* larut sempurna. Setelah diaduk lalu pindahkan larutan dari beaker ke dalam labu ukur kemudian bilas beaker dengan air destilasi, dan tambahkan bilasan ke dalam labu ukur. Tambahkan air destilasi ke labu ukur hingga mencapai tanda garis volume yang diinginkan untuk menyesuaikan sampai mendekati tanda. Labu ukur ditutup dan kocok perlahan hingga larutan tercampur sempurna. Kemudian, simpan larutan dalam wadah tertutup rapat dan beri label yang mencantumkan nama senyawa (KNO_3 , NaNO_2 , atau NaNO_3), konsentrasi larutan, dan tanggal pembuatan.

3.3.2 Pengujian Sampel dengan Alat Spektrofotometer UV-Vis

Proses pengujian sampel menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis sebagai berikut.

1. Sampel *molten salt* ditimbang sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan yaitu 0,1M dengan berat sampel masing-masing sebanyak 1,01 gram (KNO_3), 0,69 gram (NaNO_2), dan 0,85 gram (NaNO_3).
2. Sampel *molten salt* dilarutkan dalam akuades sebanyak 100 ml hingga homogen.
3. Sampel *molten salt* dimasukkan kedalam kuvet pada spektrofotometer UV-Vis.
4. Panjang gelombang pada alat diatur pada rentang yang akan diukur.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Analisis Data

Analisis data ini dilakukan setelah diperoleh hasil karakterisasi dari Spektrofotometer UV-Vis yang merupakan data spektrum panjang gelombang dan nilai absorbansi. Hasil keluaran dari karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yaitu seperti pada **Tabel 3.4**.

Tabel 3.4 Data Pengukuran Karakterisasi UV-Vis

No	<i>Molten Salt</i>	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
1.	KNO ₃	200-400	
2.	NaNO ₂	200-400	
3.	NaNO ₃	200-400	

Berdasarkan **Tabel 3.4** data hasil pengukuran karakterisasi Uv-Vis maka akan diperoleh grafik berdasarkan hasil Absorbansi (A) pada sumbu vertikal (y) menunjukkan seberapa banyak cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu dan panjang gelombang (nm) dan pada sumbu horizontal (x) menunjukkan rentang panjang gelombang cahaya yang diteruskan atau diserap, biasanya antara 200 nm hingga 400 nm . Setelah diperoleh data pengukuran maka akan terdapat grafik. Untuk contoh grafik yang akan diperoleh dapat merujuk pada **Gambar 2.3**.

Tabel 3.5 Data Perhitungan Konsentrasi *Molten Salt*

No	<i>Molten Salt</i>	Konsentrasi (mol/L)
1.	KNO ₃	0,1
2.	NaNO ₂	0,1
3.	NaNO ₃	0,1

Berdasarkan **Tabel 3.5** data perhitungan untuk mencari nilai konsentrasi dari 3 jenis *molten salt* yaitu KNO₃, NaNO₂, dan NaNO₃ diperoleh hasil dengan menggunakan rumus yang sesuai, yaitu menggunakan persamaan Hukum Lambert Beer yang merujuk pada **Persamaan 2.2**.

$$A = \varepsilon c l \quad (2.2)$$

Dengan A adalah absorbansi, ε adalah koefisien absorptivitas molar (berhubungan dengan senyawa dan panjang gelombang), dan l adalah panjang jalur (cm) untuk mengetahui efisiensi penyerapan panas berdasarkan data UV-Vis dapat menggunakan persamaan berikut:

- a. Menghitung energi yang diserap oleh garam cair dapat dihitung menggunakan **Persamaan 3.2**.

$$I_{diserap} = I_{masuk} \times (1 - 10^{-A}) \quad (3.2)$$

Dengan $I_{diserap}$ adalah energi yang diserap oleh material (W/m^2), I_{masuk} adalah intensitas cahaya matahari yang masuk (1000 W/m^2), dan A adalah absorbansi yang diukur pada panjang gelombang tertentu.

- b. Menghitung efisiensi penyerapan panas η dapat dihitung menggunakan **Persamaan 3.3**.

$$\eta_{abs} = \frac{I_{diserap}}{I_{masuk}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dengan η adalah efisiensi penyerapan panas (%), $I_{diserap}$ adalah energi yang diserap, dan I_{masuk} adalah energi yang diberikan oleh matahari (1000 W/m^2).

Tabel 3.6 Data Perhitungan Efisiensi *Molten Salt*

No	<i>Molten Salt</i>	Efisiensi (%)
1.	KNO_3	
2.	NaNO_2	
3.	NaNO_3	

Berdasarkan **Tabel 3.5** data hasil perhitungan efisiensi *molten salt* yang diperoleh dari **Persamaan 3.2 dan 3.3**. Maka, data hasil perhitungan tersebut merupakan perbandingan dari ketiga bahan yaitu KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 . Sehingga, data tersebut dapat digunakan untuk menjadi acuan dalam menilai bahan *molten salt* mana yang lebih efisien dalam penyerapan cahaya.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan.

1. Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil karakterisasi sampel uji menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang ditunjukkan bahwa karakteristik *molten salt* dipengaruhi oleh penyerapan cahaya dalam rentang UV-Vis. Untuk *molten salt* KNO_3 diperoleh panjang gelombang penyerapan cahaya pada 302 nm dengan puncak absorbansi sebesar 0,7686. Untuk NaNO_2 , 354 nm dengan puncak absorbansi sebesar 2,6080 dan untuk NaNO_3 pada 302 nm dan 229 nm dengan puncak absorbansi 0,7743 dan 3,0644.
2. Hubungan antara panjang gelombang dan efisiensi penyerapan cahaya pada ketiga *molten salt* menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan lebih tinggi pada panjang gelombang yang sesuai dengan karakteristik elektronik masing-masing senyawa. NaNO_3 memiliki efisiensi penyerapan tertinggi, yaitu 99,91% pada 302 nm dan 83,18% pada 229 nm. NaNO_2 , dengan efisiensi 99,75% pada 354 nm. Sementara itu, KNO_3 memiliki efisiensi penyerapan yang lebih rendah, yaitu 82,96% pada 302 nm.
3. Absorbansi *molten salt* KNO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 menunjukkan nilai maksimum pada panjang gelombang 200-400 nm yang mencerminkan kemampuan material tersebut dalam menyerap cahaya pada rentang spektrum tersebut. Hubungan ini penting untuk menentukan efisiensi dari penyerapan energi dalam sistem *Concentrated Solar Power* (CSP).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

1. Mencampur atau menambahkan unsur lain ke dalam *molten salt*, untuk melihat apakah bisa meningkatkan penyerapan cahaya atau membuat hasilnya lebih stabil.
2. Material seperti NaNO_3 yang menunjukkan dua puncak absorbansi, disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami penyebab munculnya dua puncak tersebut. Bisa jadi hal ini berkaitan dengan transisi elektronik yang berbeda, struktur kimia, atau adanya fase lain dalam material.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, L., Agustina, R., Kimia, J. T., & Malang, P. N. 2020. Komparasi Unjuk Kerja Peralatan Spektrofotometer UV-Vis Perkin Elmer Lambda 3 Dengan Hitachi U-2900 Pada Penentuan Total Phenolic Content. *Jurnal Teknik: Ilmu Dan Aplikasi*. Vol 08. No. 1. Hal 42-45.
- Alami, A. H., Olabi, A. G., Mdallal, A., Rezk, A., Radwan, A., Rahman, S. M. A., Shah, S. K., & Abdelkareem, M. A. 2023. Concentrating Solar Power (CSP) Technologies: Status And Analysis. *International Journal Of Thermofluids*. Vol 18. Hal 1-24.
- Ali, M., & Windarta, J. 2020. Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Energi Bersih Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*. Vol 1. No. 2. Hal 68-77.
- Aluker, N. L., Herrmann, M. E., & Suzdaltseva, Y. M. 2019. A Spectrophotometric Study of Nitrate and Nitrite Salts and Their Aqueous Solutions. *Optics and Spectroscopy*. Vol 127. No. 6. Hal 991–996.
- Alva, G., Liu, L., Huang, X., & Fang, G. 2017. Thermal Energy Storage Materials And Systems For Solar Energy Applications. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*. Vol. 68. Hal. 693–706.
- Anom Irawan, K. 2019. Spektrofotometer Sebagai Penjamin Mutu Hasil Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian Dan Pengujian. *Indonesian Journal Of Laboratory*. Vol 1. No. 2. Hal. 1-9.
- Butorac, V., Simeon, V., & Tomi I, V. 2007. Effect of Temperature on UV Spectra of Concentrated NaNO₃ Aqueous Solutions. *Original Scientific Paper*. Vol 80. No.4. Hal. 533-539.
- Caraballo, A., Galán-Casado, S., Caballero, Á., & Serena, S. 2021. Molten Salts For Sensible Thermal Energy Storage: A Review And An Energy Performance Analysis. *Energies* Vol. 14. No. 4. Hal 1-15.
- Chen, Y. Y., & Zhao, C. Y. 2017. Thermophysical Properties Of Ca(NO₃)₂-Nano3 KNO₃ Mixtures For Heat Transfer And Thermal Storage. *Solar Energy*. Vol 146. Hal. 172–179.

- Dubey, R., Kumar, A., & Kumar Gupta, B. 2024. A Review Of Uv-Visible Spectroscopy: Techniques And Applications. *International Journal Of Novel Research And Development*. Vol 9. No. 10. Hal 412-423.
- Drotning, W. D. 1977. Optical Properties Of A Solar-Absorbing Molten Salt Heat Transfer Fluid. *United States Energy Research*. Vol.29. No. 1. Hal. 1-31.
- Faisal. 2016. Pengertian dan Jenis Sel Surya Beserta Istilah Watt Peak. <https://suryautamaputra.co.id/blog/2016/04/16/pengertian-dan-jenis-sel-surya/>
- Hossain, S., Cook, D., Chow, C. W. K., & Hewa, G. A. 2021. Development of an optical method to monitor nitrification in drinking water. *Sensors*. Vol 21. No. 22. Hal. 1-18.
- Justin, T. 2023. UV-Vis Spectroscopy: Principle, Strengths and Limitations and Applications. <https://www.technologinetworks.com/analysos/articles/uv-vis-spectroscopy-principle-strengths-limitations-and-applications-349865>.
- Muhamad Aldi Firdaus, Anggie Maulia, Syuja Rifka Khairyansyah, Gilang Nur Rosyid, & Diyajeng Luluk Karlina. 2024. Studi dan Implementasi Gelombang Elektromagnetik dalam Berbagai Aplikasi. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*. Vol 3. No. 4. Hal 223-235.
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. 2022. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*. Vol 6. No. 2. Hal 136-142.
- Philip, D. M., Goswami, D. Y & Stefanakos, E. 2015. Molten Salt Spectroscopy for Quantification of Radiative Absorption in Novel Metal Chloride-Enhanced Thermal Storage Media. *Journal of Solar Energy Engineering*. Vol. 137. Hal. 1-6.
- Pikra, G., Agus, S., Purwanto, A. J., & Zaidan Eddy. 2011. Uji Coba Awal Parabolic Trough Solar Collector Parabolic Trough Solar Collector Initial Trials. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*. Vol. 02. No. 02. Hal. 57-64.
- Saleh Al Amin, M., Kartika, I. F., & Irwansi, Y. 2022. Penggunaan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Alat Pengering Makanan. Vol 7. No. 1. Hal 15-21.
- Sathish, T., Suresh, P., Sharma, K., Saravanan, R., Saleel, C. A., Shaik, S., Khan, S. A., & Panchal, H. 2023. Zero Emission /Energy Building Heating Through Parabolic Dish Collector Focused KNO₃-Nano₃ And KNO₃-Nano₃-Nano₂ PCM Absorber: A Case Study. *Case Studies In Thermal Engineering*. Vol 44. Hal 1-10.

- Siddiqui, O. K., & Yilbas, B. S. 2014. Thermal Characteristics Of A Volumetric Solar Absorption System. *International Journal of Energy Research*. Vol 38. No. 5. Hal 581–591.
- Sulistiyono, A., Rifai, H., & Sudiar, N. Y. 2025. Literature Review: Solar Energy for Alternative Renewable Energy and Potential Application in Indonesia. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*. Vol 5. No. 1. Hal 59–66.
- Wang, H., Li, J., Zhong, Y., Liu, X., & Wang, M. 2024. Novel Wide-Working-Temperature NaNO₃-KNO₃-Na₂SO₄ Molten Salt for Solar Thermal Energy Storage. *Molecules*. Vol. 29. No. 10. Hal. 1-22
- Xu, Z., Gartia, M. R., Choi, C. J., Jiang, J., Chen, Y., Cunningham, B. T., & Liu, G. L. 2011. Quick Detection Of Contaminants Leaching From Polypropylene Centrifuge Tubes With Surface-Enhanced Raman Spectroscopy And Ultraviolet Absorption Spectroscopy. *Journal Of Raman Spectroscopy*. Vol 42. No.11. Hal 1939–1944.
- Zelviani, S., & Fitriyanti. 2021. Analisis Nilai Absorbansi Untuk Menentukan Kadar Flavonoid Daun Jarak Merah (*Jatropha Gossypifolia* L.) Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Fisika*. Vol 8. No.2. Hal 56–64.
- Zhang, H., Baeyens, J., Cáceres, G., Degreè, J., & Lv, Y. 2016. Thermal Energy Storage: Recent Developments And Practical Aspects. *Progress in Energy and Combustion Science*. Vol 53. Hal 1–40.
- Zhao, Y., Ji, D. Bin, Wang, P., Yan, Y. De, Xue, Y., Xu, H. Bin, Liang, Y., Luo, H. J., Zhang, M. L., & Han, W. 2018. Molten Salt Synthesis Of Mn₂O₃ Nanoparticle As A Battery Type Positive Electrode Material For Hybrid Capacitor In KNO₃-NaNO₂-NaNO₃ Melts. *Chemical Engineering Journal*. Vol 349. Hal 613–621.