



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**OPTIMASI FORMULA SODA LIME UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN DAYA SERAP KARBON DIOKSIDA DI KAPAL
SELAM PADA SAAT TUGAS OPERASI DAN LATIHAN TNI
AL DENGAN MODEL UJI TES ABSORBER**

MUHAMMAD KEFLIN SYAHPUTRA 320210201015

**SKRIPSI YANG DITULIS UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN
PERSYARATAN DALAM MENDAPATKAN GELAR SARJANA**

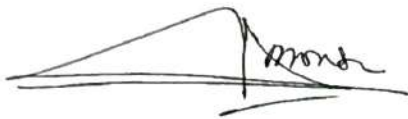
**FAKULTAS FARMASI MILITER
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI**

BOGOR, 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Keflin Syahputra
NIM : 320210201015
Program Studi : Sarjana Farmasi
Fakultas : Farmasi Militer
Judul Skripsi : Optimasi Formula Soda Lime untuk Meningkatkan
Daya Serap Karbondioksida di Kapal selam Saat
Tugas Operasi dan Latihan TNI AL Dengan Model Uji
Tes Absorber

Dosen Pembimbing 1



Kolonel Ckm Dr. Apt. Timbul
Partogi H Simorangkir, M.Si., CIT
NRP.11940009051168
Tanggal : 25/06/2025

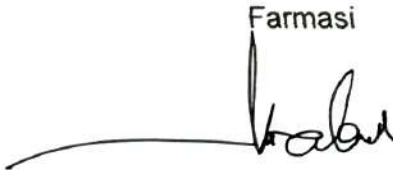
Dosen Pembimbing 2



Laksma TNI (Purn) apt. Drs. Taufik
Riadi, M. Si.
NIDN. 4718106201
Tanggal :
25/06/2025

Mengetahui,

Kepala Program Studi Sarjana
Farmasi



Kolonel Kes apt. Budi Sumaryono,
S.Si., M.Farm., M.Han.
NRP.527126
Tanggal :
04 / 07 / 2025

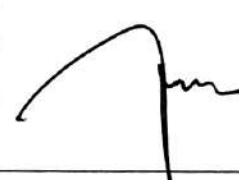
Dekan Fakultas Farmasi Militer



Prof. Dr. apt. Yandiana Harahap,
MS
NIP.196409121990032003
Tanggal :
03 / 07 / 2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Keflin Syahputra
 NIM : 320210201015
 Program Studi : Sarjana Farmasi
 Fakultas : Farmasi Militer
 Judul Skripsi : Optimasi Formula *Soda Lime* untuk Meningkatkan Daya Serap Karbondioksida di Kapal selama Saat Tugas Operasi dan Latihan TNI AL Dengan Model Uji Tes Absorber

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing 1 : Kolonel Ckm Dr. Apt. Timbul Partogi H Simorangkir, M.Si., CIT NRP. 11940009051168		25/6 2025
2.	Dosen Pembimbing 2 : Laksma TNI (Purn) apt. Drs. Taufik Riadi, M. Si. NIDN. 4718106201		25/6 2025
3.	Dosen Penguji 1 (Ketua Sidang): Brigjen TNI Dr. Drs. apt. Adi Priyono M.Kes. NRP. 1910055030868		30/6 2025
4.	Dosen Penguji 2 : Kolonel Laut (Purn) apt. Drs. Arsyadi, M.Si NIDN. 4705086401		26/6 2025
5.	Dosen Penguji 3 : Apt. Dra. Dyah Yuliana Pudjiati, M.Kes.		25/6 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu perguruan tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, Juni 2025



Muhammad Keflin Syahputra

KATA PENGANTAR

Sebagai prajurit intelektual yang mengabdikan pada bangsa dan negara. Atas rahmat-Nya, skripsi berjudul "Optimasi Formula Soda Lime untuk Meningkatkan Daya Serap Karbon dioksida di Kapal Selam Saat Tugas Operasi dan Latihan TNI AL Dengan Model Uji Tes Absorber" berhasil diselesaikan sebagai bentuk pengabdian ilmiah dan syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan semangat dari berbagai pihak. Dengan tulus dan penuh rasa hormat, kami sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Letnan Jenderal TNI (Purn.) Dr. Anton Nugroho, M.M.D.S., M.A, selaku Rektor Universitas Pertahanan RI.
2. Prof. Dr. apt. Yahdiana Harahap, MS, selaku Dekan Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI.
3. Brigjen TNI Dr. apt. Adi Priyono, M.Kes, selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan dan Umum Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI dan Ketua Sidang
4. Kolonel Ckm apt. Apip Hadi, M.Si, selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI
5. Kolonel Kes apt. Budi Sumaryono, S.Si, M.Farm., M.Han., selaku Kepala Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI.
6. Kolonel Ckm Dr. apt. Drs. Timbul Partogi Haposan Simorangkir, M.Si., CIT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Laksma TNI (Purn) apt. Drs. Taufik Riadi, M. Si., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan serta selalu mendampingi penulis ketika proses penelitian dan penyusunan skripsi.
8. Kolonel Laut (Purn) apt. Drs. Arsyadi, M.Si dan Apt. Dra. Dyah Yuliana Pudjiati, M.Kes. selaku Dosen Penguji

9. Tesia Aisyah Rahmania, S.Si., M.Pharm Sci., selaku dosen wali akademik yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
10. Taufik Budiarto selaku General Manager, Marisa Anggraini S.T., Kezia Erlang S.Si, selaku pembimbing laboratorium serta seluruh komponen PT X yang telah menjadi tempat untuk pembuatan, pengujian dan kelancaran penelitian.
11. Dosen, laboran, staff dan tenaga kependidikan Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian skripsi ini.
12. Ayahanda Panji Kuswantoro S.T., Ibunda Indah Kusuma Kurniasih S. Psi., serta adik tersayang Aniela Chiquita El Tsania dan Zhannina Ayda Putri yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat dalam proses pengerjaan skripsi ini hingga selesai.
13. Seluruh rekan angkatan NARA DYAVIKSATRA khususnya prodi farmasi, Keluarga besar WARGOMHED dan WARCI yang menjadi tempat keluh kesah dan pemberi motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Keluarga asuh Bari Sulfas Alvi, Shafira, Rony, Martin, Icha, Ruqy, Yerry, Apip, Tiara, Ayu, Naura, Yaksa yang telah banyak membantu dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi.
15. Adelia Isnaini Rahma Putri yang selalu memberikan masukan, dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga dengan penuh kerendahan hati, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi menyempurnakan karya ini. Pada akhirnya, saya berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pertahanan.

Bogor, Juni 2025

Muhammad Keflin Syahputra

ABSTRAK

Optimasi Formula Soda Lime untuk Meningkatkan Daya Serap Karbon dioksida di Kapal selam Saat Tugas Operasi dan Latihan TNI AL Dengan Model Uji Tes Absorber

Kapal selam sebagai alat utama sistem senjata strategis (alutsista) TNI AL beroperasi dalam lingkungan tertutup yang menuntut sistem pengelolaan udara efektif, khususnya dalam menyerap karbon dioksida (CO_2) hasil respirasi kru. Saat ini, kebutuhan soda lime sebagai penyerap CO_2 masih bergantung pada produk impor. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan formula soda lime berbasis bahan lokal dengan variasi konsentrasi kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) sebesar 80%, 85%, dan 90%. Penelitian dilakukan di PT X dengan metode eksperimental kuantitatif, menggunakan uji gravimetri untuk mengevaluasi daya serap CO_2 dan analisis statistik (ANOVA, Welch, dan post hoc) untuk menilai signifikansi antar formula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Ca(OH)_2 berpengaruh signifikan terhadap daya serap CO_2 , dengan formula 90% menunjukkan performa terbaik, khususnya setelah proses pemanasan 850°C . Formula ini menunjukkan potensi sebagai alternatif soda lime lokal yang efektif dan ekonomis untuk mendukung operasi kapal selam. Optimasi ini diharapkan menjadi langkah awal menuju kemandirian bahan baku pertahanan nasional.

Kata Kunci: Soda lime, karbon dioksida, kapal selam, kalsium hidroksida, daya serap, TNI AL.

ABSTRACT

Optimization of Soda Lime Formula to Enhance Carbon Dioxide Absorption in Submarines During Indonesian Navy Operations and Training Using an Absorbert Test Model

Submarines, as a primary strategic defense system (alutsista) of the Indonesian Navy (TNI AL), operate in enclosed environments that require effective air management systems, particularly for absorbing carbon dioxide (CO_2) produced by crew respiration. Currently, the need for soda lime as a CO_2 absorbent still relies on imported products. This study aims to optimize a locally based soda lime formula by varying calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) concentrations at 80%, 85% and 90%. The research was conducted at PT X using a quantitative experimental method. CO_2 absorption capacity was evaluated using gravimetric analysis, and statistical analysis (ANOVA, Welch, and post hoc tests) was employed to determine the significance among formulas. The results showed that increasing $\text{Ca}(\text{OH})_2$ concentration significantly enhanced CO_2 absorption, with the 90% formula performing best, particularly after heating at 850°C . This formula demonstrates strong potential as an effective and economical local soda lime alternative to support submarine operations. This optimization is expected to be a strategic step toward national independence in defense material production.

Keywords: Soda lime, carbon dioxide, submarine, calcium hydroxide, absorption capacity, Indonesian Navy.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR BAGAN	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Kapal selam	5
2.1.2 Sistem respirasi manusia	7
2.1.3 <i>Soda lime</i>	9
2.1.4 Penggunaan <i>Soda lime</i> dalam Kapal Selam.....	11

2.1.5	Kalsium Hidroksida	12
2.1.6	Natrium Hidroksida	14
2.1.7	Kalium Hidroksida	16
2.1.8	Karbon dioksida	16
2.1.9	Pelet.....	19
2.1.10	Evaluasi Penyerapan Karbon dioksida	21
2.1.11	Gravimetri	23
2.1.12	Kalsinasi	24
2.1.13	Studi Preformulasi.....	26
2.2	Hasil Penelitian Terdahulu.....	30
2.3	Kerangka Berpikir.....	32
2.4	Hipotesis	32
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1	Metode dan Desain Penelitian.....	33
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.3	Alat dan Bahan.....	34
3.4	Variabel penelitian.....	34
3.4.1	Variabel Bebas	34
3.4.2	Variabel Terikat.....	34
3.4.3	Variabel Pengganggu.....	34
3.5	Prosedur Penelitian	35
3.5.1	Formulasi	35
3.5.2	Pencampuran.....	36
3.5.3	Pembuatan Granul	37
3.5.4	Drying.....	37
3.5.5	Kalsinasi.....	37
3.6.6	Gravimetri	37

3.5.7	Evaluasi Daya Serap Karbon dioksida	37
3.6	Metode Analisis	38
3.6.1	Uji Normalitas	39
3.6.2	Uji Homogenitas Lavene	39
3.6.3	Uji Anova <i>One-way</i>	39
3.6.4	Uji Welch ANOVA	39
3.6.5	Uji Tukey HSD	40
3.6.6	Uji Games-Howell	40
3.6.7	Uji Paired T Test	40
BAB 4	HASIL & PEMBAHASAN	42
4.1	Bentuk Sediaan	42
4.2	Uji Gravimetri	44
4.2.1	Penyerapan Karbon dioksida Tanpa Pemanasan	44
4.2.2	Penyerapan Karbon dioksida Pemanasan 850°C	47
4.2.3	Penyerapan Karbon dioksida Pemanasan 300°C	51
4.3	Uji Statistik	55
4.3.1	Uji Normalitas & Homogenitas	55
4.3.2	Uji Anova-Oneway	58
4.3.3	Uji Welch Anova	58
4.3.4	Uji Paired T Test	59
4.3.5	Uji Post Hoc	60
BAB 5	PENUTUP	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN 1	PROSES PEMBUATAN	70

LAMPIRAN 2 UJI STATISIK	75
LAMPIRAN 3 CERTIFICATE OF ANALYSIS	79
LAMPIRAN 4 STUDI PENDAHULUAN	83
LAMPIRAN 5 KALIBRASI ALAT	98
LAMPIRAN 6 HASIL UJI	99
LAMPIRAN 7 LEMBAR PLAGIARISME	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kalsium Hidroksida	13
Gambar 2.2 Struktur NaOH	15
Gambar 2.3 Struktur Kalium Hidroksida	16
Gambar 2.4 Struktur Karbon dioksida	16
Gambar 2.5 Simulasi evaluasi daya serap karbon dioksida	22
Gambar 4.1 Bentuk Sediaan	42



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan Oksigen	8
Tabel 2.2 Bahaya paparan karbon dioksida.....	18
Tabel 2.3 Studi Preformulasi Natrium Hidroksida	26
Tabel 2.4 Studi Preformulasi Kalium Hidroksida	27
Tabel 2.5 Studi Preformulasi Aerosil	28
Tabel 2.6 Studi Preformulasi Aquadestilata	28
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu.....	30
Tabel 3.1 Rencana penelitian.....	33
Tabel 3.2 Formulasi Soda lime (dalam persen)	35
Tabel 3.3 Formulasi Soda lime (dalam gram)	35
Tabel 3.4 Komposisi Draeger Sorb Sebagai Kontrol Positif.....	35
Tabel 4.1 Persentase Penyerapan Karbon dioksida Terhadap Waktu Tanpa Pemanasan.....	44
Tabel 4.2 Persentase Penyerapan Karbon dioksida Terhadap Waktu Pemanasan 850°C.....	47
Tabel 4.3 Persentase Penyerapan Karbon dioksida Terhadap Waktu Pemanasan 300°C.....	51
Tabel 4.4 Uji Homogenitas Levene & Normalitas Shapiro Wilk	55
Tabel 4.5 Anova-Oneway Kelompok Tanpa Pemanasan.....	58
Tabel 4.6 Welch Anova Kelompok Pemanasan 850°C.....	58
Tabel 4.7 Paired T Test Kelompok Suhu 300C.....	59
Tabel 4.8 Uji Post Hoc Tukey HSD Kelompok Uji Tanpa Pemanasan	60
Tabel 4.9 Uji Post Hoc Games-Howell Kelompok Uji 850°C.....	61

DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Kerangka berpikir	32
--	----



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Persentase Serapan Karbon dioksida Formula Sodalime Tanpa Pemanasan Terhadap Waktu Dievaluasi Secara Gravimetri.....	45
Grafik 4.2 Persentase Serapan Karbon dioksida Formula Sodalime yang Dipanaskan Pada Suhu 850°C Terhadap Waktu.....	48
Grafik 4.3 Persentase Serapan Karbon dioksida Formula Sodalime yang Dipanaskan Pada Suhu 300°C Terhadap Waktu.....	52



DAFTAR SINGKATAN

ALUTSISTA : Alat Utama Sistem Senjata Strategis

Ca(OH)_2 : Kalsium Dihidroksida

CaCO_3 : Kalsium Karbonat

CaO : Kalsium Oksida

EABS : *Emergency Air Breathing System*

H_2O : Air

KOH : Kalium Hidroksida

NaOH : Natrium Hidroksida

OGS : *Oxygen Generator System*

OMP : Operasi Militer Perang

OMSP : Operasi Militer Selain Perang

PT PAL : Perseroan terbatas Penataran Angkatan Laut

RR : *Respiratory Rate*

SSAT : Sistem Senjata Armada Terpadu

TNI AL : Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut

TNI : Tentara Nasional Indonesia

VT : Volume Tidal



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Keflin Syahputra
NIM : 320210201015
Program Studi : Sarjana Farmasi
Fakultas : Farmasi Militer
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Optimasi Formula *Soda Lime* untuk Meningkatkan Daya Serap Karbon dioksida di Kapal selam Saat Tugas Operasi dan Latihan TNI AL Dengan Model Uji Tes Absorber

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada Tanggal : 25 Juni 2025
Yang menyatakan



Muhammad Keflin Syahputra
NIM. 320210201015