



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**PENGARUH VARIASI ADITIF KALIUM PERIODAT (KIO_4)
TERHADAP PERFORMA PIROTEKNIK SUAR
MERAH BERBASIS $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$**

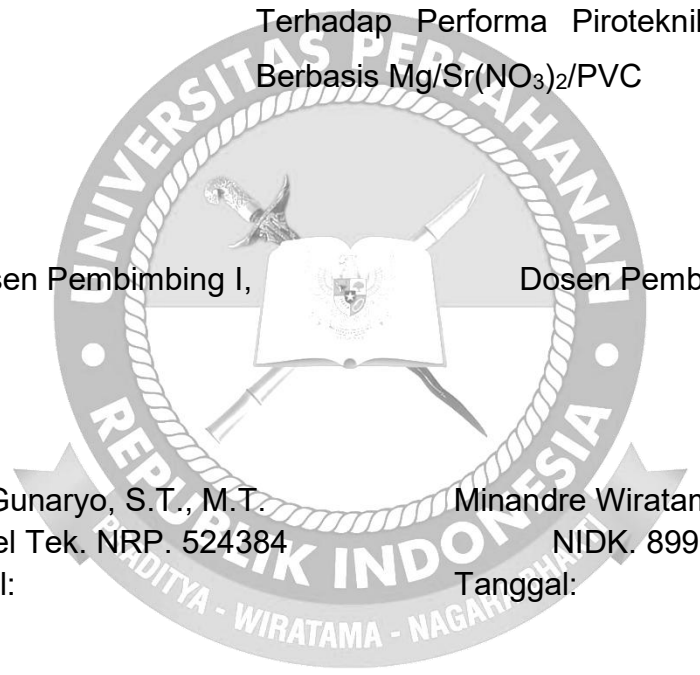
ELDA PRATITA NIM. 320210303010

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI KIMIA
BOGOR, 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Elda Pratita
NIM : 320210303010
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Proposal Skripsi : Pengaruh Variasi Aditif Kalium Periodat (KIO_4)
Terhadap Performa Piroteknik Suar Merah
Berdasarkan $\text{Mg/Sr(NO}_3)_2/\text{PVC}$



Dosen Pembimbing I, Dosen Pembimbing II,
Dr. Gunaryo, S.T., M.T. Minandre Wiratama, S.Si, M.Sc.
Kolonel Tek. NRP. 524384 NIDK. 8997890024
Tanggal: Tanggal:

Mengetahui,

Kepala
Program Studi Kimia,

Dekan
Fakultas MIPA Militer,

Dr. Gunaryo, S.T., M.T.
Kolonel Tek. NRP. 524384
Tanggal:

Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal:

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Elda Pratita
NIM : 320210303010
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Proposal Skripsi : Pengaruh Variasi Aditif Kalium Periodat (KIO_4)
Terhadap Performa Piroteknik Suar Merah
Berdasarkan $\text{Mg/Sr(NO}_3)_2/\text{PVC}$

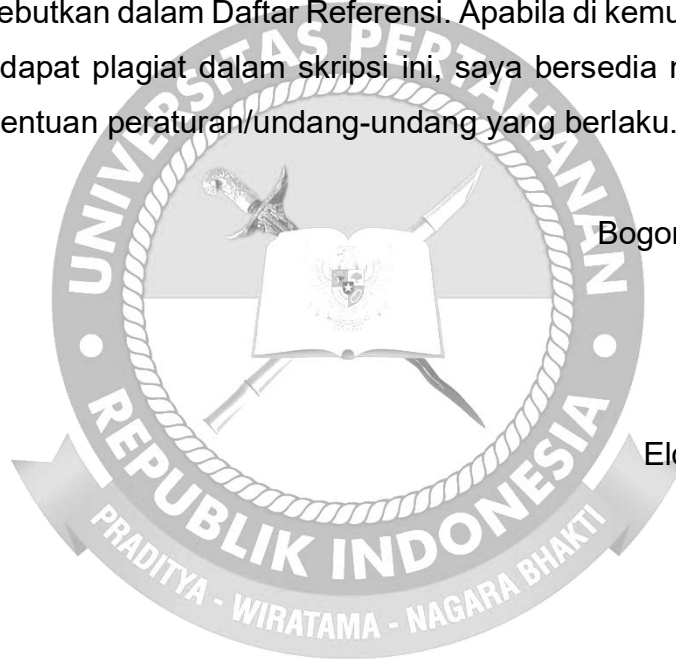
No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I : Kol.Tek. Dr. Gunaryo, S.T., M.T. NRP. 524384		
2	Dosen Pembimbing II : Minandre Wiratama, S.Si, M.Sc. NIDK. 8997890024		
3	Dosen Penguji I : M. Sulthon N. Putra, S.Si., M.Sc Penda Tk. I III/b 199310312022031001		
4	Dosen Penguji II : Anggi K.H. Hasibuan, M.Si NIDN. 4703119101		

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan tinggi; dan sepanjang pengetahuan 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, Juli 2025

Elda Pratita



LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Elda Pratita

NIM : 320200303010

Program Studi : Sarjana Sains

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 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:

Pengaruh Variasi Aditif Kalium Periodat (KIO_4) Terhadap Performa Piroteknik Suar Merah Berbasis $Mg/Sr(NO_3)_2/PVC$

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 : Juli 2025

Yang Menyatakan

Elda Pratita

NIM. 320210303010

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " Pengaruh Variasi Aditif Kalium Periodat (KIO_4) Terhadap Performa Piroteknik Suar Merah Berbasis $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$ ". Penulis juga berterima kasih atas bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang terlibat dalam menulis skripsi ini, diantaranya :

1. Kol.Tek. Dr.Gunaryo, S.T., M.T., selaku Kaprodi kimia dan dosen pembimbing satu yang telah memberikan dukungan, motivasi, bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama proses penulisan skripsi.
2. Minandre Wiratama, S.Si, M.Sc, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan dukungan dalam proses penulisan skripsi dan memberikan arahan terhadap penulis.
3. Orang tua yang mendukung dan mendoakan saya serta memotivasi saya sehingga saya bisa mencapai titik ini.
4. Seluruh keluarga besar Kimia Militer UNHAN RI, termasuk staf organik, dosen, staf program studi kimia dan rekan-rekan cohort II atas segala dukungan, doa, dan bimbingannya.

Dalam penyusunan skripsi ini, kami menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masi jauh dari kesempurnaan karena pengalaman penulis yang terbatas. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat kami harapkan demi terciptanya skripsi yang lebih baik lagi di masa mendatang.

Bogor, Juli 2025

Elda Pratita

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI ADITIF KALIUM PERIODAT (KIO_4) TERHADAP PERFORMA PIROTEKNIK SUAR MERAH BERBASIS $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$

Piroteknik suar merah merupakan salah satu komponen penting dalam industri pertahanan, terutama dalam aplikasi sinyal darurat dan penerangan medan tempur. Variasi komposisi aditif sangat penting dalam menentukan nyala api optimal pada piroteknik cahaya yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi aditif kalium periodat (KIO_4) terhadap performa piroteknik berbasis $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$. Evaluasi dilakukan dengan mengukur intensitas cahaya panjang gelombang, dan laju pembakaran. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penambahan KIO_4 sebesar 0-14% meningkatkan intensitas cahaya dari 1329,67 hingga 2916,67 lux, panjang gelombang dari 531 hingga 616,76 nm, serta laju pembakaran dari 2,04 hingga 2,25 g/s. Komposisi optimal diperoleh pada KIO_4 10%. Pada penelitian, penambahan KIO_4 hingga 10% meningkatkan intensitas cahaya sebesar 3173,33 lux, dan kemurnian spektral warna merah dengan panjang gelombang dominan 638,16 nm, laju pembakaran optimum dicapai sebesar 2,01 g/s serta menghasilkan efisiensi energi foton sebesar $3,54 \times 10^{-19}$ J. Namun, peningkatan konsentrasi KIO_4 di atas 10% menyebabkan penurunan intensitas akibat ketidakseimbangan dalam reaksi pembakaran. Penambahan KIO_4 berfungsi sebagai oksidator sekunder yang meningkatkan suhu reaksi dan eksitasi atom stronsium, sehingga meningkatkan intensitas cahaya dan panjang gelombang merah dalam rentang 620 ± 20 nm. Analisis RGB menggunakan metode *colour inspector* 3D pada aplikasi ImageJ mengonfirmasi dominasi komponen merah yang optimal pada komposisi KIO_4 10%. Dengan demikian, komposisi ini direkomendasikan sebagai formulasi terbaik dalam pengembangan suar merah berbasis $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$.

Kata Kunci: Intensitas Cahaya, Kalium Periodat, Laju Pembakaran Piroteknik Suar merah, Panjang gelombang.

ABSTRACT

THE EFFECT OF VARIATION OF POTASSIUM PERIODATE (KIO_4) ADDITIVE ON THE PYROTECHNIC PERFORMANCE OF RED FLARES BASED ON $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$

Red flare pyrotechnics are one of the important components in the defense industry, especially in emergency signal applications and battlefield lighting. Variations in additive composition are very important in determining the optimal flame in the resulting light pyrotechnics. This study aims to analyze the effect of variations in potassium periodate (KIO_4) additives on the performance of $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$ -based pyrotechnics. Evaluation was carried out by measuring the light intensity, wavelength, and burning rate. The experimental results showed that the addition of KIO_4 by 0-14% increased the light intensity from 1329.67 to 2916.67 lux, the wavelength from 531 to 616.76 nm, and the burning rate from 2.04 to 2.25 g/s. The optimal composition was obtained at 10% KIO_4 . In the study, the addition of KIO_4 up to 10% increased the light intensity by 3173.33 lux, and the spectral purity of the red color with a dominant wavelength of 638.16 nm, the optimum combustion rate was achieved at 2.01 g/s and produced a photon energy efficiency of 3.54×10^{-19} J. However, increasing the concentration of KIO_4 above 10% caused a decrease in intensity due to an imbalance in the combustion reaction. The addition of KIO_4 functions as a secondary oxidizer that increases the reaction temperature and excitation of strontium atoms, thereby increasing the light intensity and red wavelength in the range of 620 ± 20 nm. RGB analysis using the 3D color inspector method in the ImageJ application confirmed the optimal dominance of the red component at a KIO_4 composition of 10%. Thus, this composition is recommended as the best formulation in the development of red flare pyrotechnics based on $\text{Mg/Sr}(\text{NO}_3)_2/\text{PVC}$.

Keywords: Burning Rate, Light Intensity, Red Flare Pyrotechnics, Potassium Periodate, Wavelength.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.4.1 Manfaat Teoritis	3
1.4.2 Manfaat Praktis.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Piroteknik.....	5
2.1.2 Oksidator Strontium Nitrat ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$)	7
2.1.3 Bahan Bakar Magnesium (Mg)	8
2.1.4 Binder Polivinilklorida (PVC)	9
2.1.5 Aditif Kalium Periodat (KIO_4).....	10
2.1.6 Teori Perhitungan	11
2.1.7 Spektrometri	12
2.1.8 Intensitas Cahaya	14
2.1.9 Laju Pembakaran	15
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	16
2.3 Kerangka Berpikir	19
2.4 Hipotesis	21

2.4.1 Hipotesis Pertama	21
2.4.2 Hipotesis Kedua	21
2.4.3 Hipotesis Ketiga	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Metode dan Desain Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3 Alat dan Bahan	23
3.4 Variabel Penelitian	24
3.5 Prosedur Penelitian	24
3.5.1 Analisis Pengaruh Aditif Kalium Periodat	24
3.5.2 Pembuatan Suar Bewarna Merah	25
3.5.3 Uji Performansi Piroteknik Cahaya	26
3.6 Metode Analisis	27
BAB IV PEMBAHASAN	29
4.1 Karakteristik Fisik dan Visual Piroteknik Suar Merah	29
4.2 Intensitas Cahaya Pada Sampel Piroteknik	33
4.3 Panjang Gelombang Warna Merah	37
4.4 Performa Laju Pembakaran Piroteknik	45
4.5 Interpretasi Hasil Spektrum Piroteknik	47
4.6 Penentuan Komposisi Optimum Performansi Pada Piroteknik	50
BAB V KESIMPULAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pembakaran Detonasi dan Deflagrasi	5
Gambar 2.2 Struktur Kimia Senyawa $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	7
Gambar 2.3 Reaksi Strontium Nitrat sebagai Penghasil Emisi.....	8
Gambar 2.4 Reaksi PVC dengan Strontium Nitrat	10
Gambar 2.5 SPD Relatif dalam Spektrometer Emisi	14
Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir Penelitian	20
Gambar 3.1 Desain Penelitian Piroteknik Suar Merah	22
Gambar 3.2 (a) Desain 3D untuk Pengukur Kinerja Piroteknik, dan (b) Bagian-bagian dari Alat Pengukuran (1) Pengukur Spektrum (2) Pengukur Laju Bakar (3) Pengukur Luminositas (4) Exhaust Fan.....	27
Gambar 4.1 (a) Bahan Piroteknik Sebelum Pengadukan (b) Bahan Piroteknik Setelah Pengadukan.....	29
Gambar 4.2 Nyala Api Piroteknik Cahaya.....	32
Gambar 4.3 Pengaruh Variasi KIO_4 Terhadap Intensitas Cahaya (Lux)...	35
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh KIO_4 Terhadap Panjang Gelombang	39
Gambar 4.5 Diagram eksitasi elektron atom Sr	41
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh KIO_4 Terhadap Energi Foton	43
Gambar 4.7 Nyala Warna Api Piroteknik Cahaya Warna Merah	44
Gambar 4.8 Rerata Variasi KIO_4 Terhadap Laju Pembakaran	46
Gambar 4.9 Grafik Persamaan Intensitas Cahaya	51
Gambar 4.10 Grafik Persamaan Panjang Gelombang	52
Gambar 4.11 Grafik Laju Pembakaran.....	53
Gambar 4.12 Grafik Kombinasi Parameter Performansi Piroteknik	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spektrum Emisi Bahan Piroteknik	6
Tabel 2.2 Nilai Bilangan Piro.....	12
Tabel 2.3 Hasil Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3.1 Skema Waktu Penelitian	23
Tabel 3.2 Variasi Komposisi Piroteknik Suar Merah.....	25
Tabel 4.1 Pengaruh Aditif KIO_4 Terhadap Intensitas Cahaya.....	34
Tabel 4.2 Panjang Gelombang Dominan Emisi Piroteknik	39
Tabel 4.3 Pengaruh KIO_4 Terhadap Laju Pembakaran	46
Tabel 4.4 Hasil Analisis RGB Sampel Piroteknik	49
Tabel 4.5 Pengaruh Variasi Aditif KIO_4 terhadap Parameter Kinerja Piroteknik Suar Merah.....	51
Tabel 4.6 Perbandingan KIO_4 10% dengan Standar Piroteknik	54

DAFTAR SINGKATAN

Alutsista	: Alat Utama Sistem Senjata
PVC	: <i>Polyvinyl chloride</i>
SIPRI	: <i>Stockholm International Peace Research Institute</i>
UV	: Ultraviolet
MIF	: <i>Minimum Essential Force</i>
MSIS	: <i>Mod Smoke and Illumination Signals</i>
PA	: Poliamida
PE	: Polietilena
PP	: Polipropilena
RGB	: <i>Red Green Blue</i>

