



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI KARBON AKTIF
BERBASIS TEMPURUNG KELAPA PADA SINTESIS
 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{Pani}$ SEBAGAI *RADAR ABSORBING
MATERIAL (RAM)***

PUSPITA ANISA NIM. 320210303017

**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 : Puspita Anisa
NIM : 320210303017
Prgram Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Komposisi Karbon Aktif Berbasis
Tempurung Kelapa pada Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$
sebagai *Radar Absorbing Material* (RAM)

Dosen Pembimbing I



M. Sulthon Nurharmanysah P, M.Sc
NIP. 199310312022031001

Tanggal: 08 AUG 2025

Dosen Pembimbing II



Dr Rahmat Basuki, M.Sc
NIP. 199005132022031001

Tanggal: 08 AUG 2025

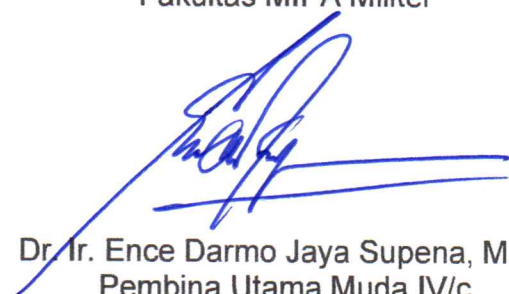
Mengetahui,

Kepala
Program Studi Kimia,



Dr. Gunaryo S.T., M.T.
Kolonel Tek. NRP. 524384
Tanggal: 11 AUG 2025

Dekan
Fakultas MIPA Militer



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Puspita Anisa
NIM : 320210303017
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Komposisi Karbon Aktif Berbasis Tempurung Kelapa pada Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ sebagai *Radar Absorbing Material* (RAM)

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I M. Sulthon Nurharmansyah P, M.Sc NIP. 199310312022031001		08 AUG 2025
2	Dosen Pembimbing II Dr. Rahmat Basuki, S.Pd., M.Sc. NIP. 199005132022031001		08 AUG 2025
3	Dosen Penguji I: Azimatur Rahmi, M.Si NIP. 198512292024212017		08 AUG 2025
4	Dosen Penguji II: Mentari Zikri Anty, M.Si. NIDK. 8987890024		08 AUG 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah proposal skripsi ini merupakan hasil pemikiran dan penulisan mandiri, yang tidak mengandung substansi, bagian, maupun keseluruhan karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik, baik di institusi ini maupun di perguruan tinggi lainnya. Seluruh kutipan, baik berupa kata, frasa, kalimat, maupun bagian teks lainnya yang bersumber dari karya terdahulu telah dicantumkan secara eksplisit melalui sistem sitasi yang sah dan termuat dalam Daftar Pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat unsur penjiplakan atau pelanggaran etika akademik, saya bersedia menerima konsekuensi sanksi sesuai dengan ketentuan hukum dan peraturan akademik yang berlaku.

Bogor, Juli 2025



Puspita Anisa

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai bagian dari civitas akademika Universitas Pertahanan RI

Nama : Puspita Anisa

NIM : 320210303017

Program Studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer

Jenis Karya : Skripsi

Untuk pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan RI hak non-eksklusif dan bebas royalti atas karya ilmiah saya yang berjudul: **"Analisis Pengaruh Komposisi Karbon Aktif Berbasis Tempurung Kelapa pada Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ sebagai *Radar Absorbing Material (RAM)*"** beserta perangkat yang menyertainya (jika diperlukan). Dengan Hak Non-Eksklusif Bebas Royalti ini, Universitas Pertahanan RI berhak untuk menyimpan, mengalihkan media/format, mengelola dalam bentuk basis data, memelihara, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemegang hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Bogor
Tanggal : 23 Juli 2025



Puspita Anisa
NIM. 320210303017

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Analisis Pengaruh Komposisi Karbon Aktif Berbasis Tempurung Kelapa pada Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ sebagai *Radar Absorbing Material* (RAM)” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kimia Militer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Kolonel (Tek). Dr. Gunaryo, S.T., M.T selaku bapak Kepala Program Studi Kimia yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama penulis menempuh studi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pertahanan RI
2. Bapak M.Sulthon Nurharmansyah Putra, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Dr. Rahmat Basuki, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penulis menempuh studi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas.Pertahanan RI
3. Kedua orang tua penulis, Ayah dan Ibu tercinta, Adi Prasetyo dan Husnaini NA yang menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah penulis. Terimakasih atas segala dukungan, kasih sayang dan kepercayaan yang sangat besar bahkan ketika penulis sedang tidak percaya diri dan hampir menyerah. Dari ayah dan ibu lah penulis banyak belajar mengenai hidup adalah ruang untuk bertumbuh. Sabar, tenang, dan ikhlas adalah tiga mantra ajaib kalian yang selalu menjadi pegangan penulis untuk tetap bertahan dan melangkah hingga saat ini. Melalui skripsi ini, penulis ingin mempersembahkan

satu hadiah kecil sebagai bentuk rasa hormat dan cinta penulis kepada kalian. Skripsi ini bukanlah akhir, melainkan awal dari perjalanan yang sesungguhnya. Melalui skripsi ini, penulis menyematkan doa semoga lama hidupmu disini untuk melihat putri kesayangan kalian berjuang hingga akhir.

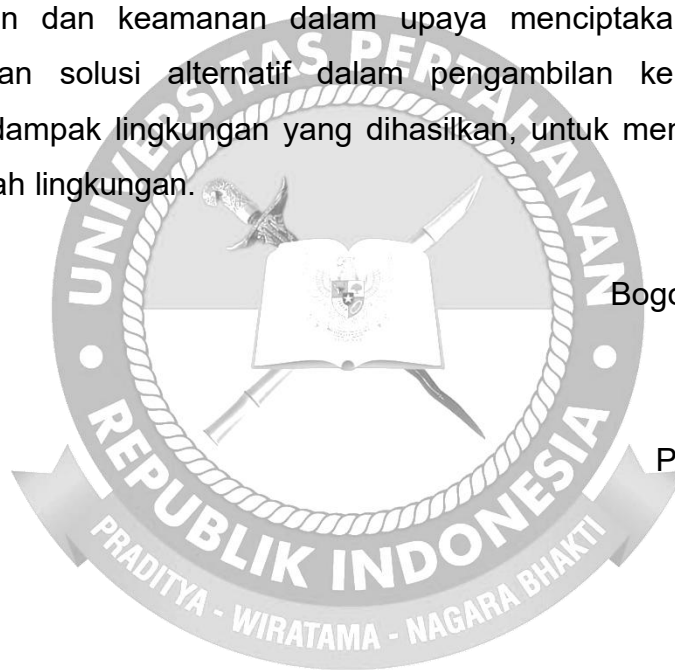
4. Para dosen, staf, dan seluruh civitas akademika Prodi Kimia Militer Universitas Pertahanan RI yang telah mendidik, membimbing, dan memberikan pengalaman berharga selama proses perkuliahan.
5. Rekan-rekan kadet mahasiswa prodi kimia *Cohort 2* yang telah menjadi rumah pertama penulis di kampus tercinta ini. Kebersamaan yang dimulai dari diksamil dan akan terjalin selamanya. Tumbuh lebih baik, cari panggilanmu. Mengudaralah lebih tinggi saudaraku. Semoga disetiap langkah kalian dipertemukan oleh hal-hal baik selalu.
6. Untuk Fadhli Ramadhan yang tanpa banyak kata telah menjadi bagian dari setiap langkah perjalanan penulis, yang kehadirannya bukan hanya memberi semangat, tapi juga ketenangan di tengah riuhnya beban yang kadang terasa terlalu berat untuk ditanggung sendirian. Semoga kebersamaan yang telah dibangun dalam langkah-langkah kecil ini dapat terus tumbuh seiring waktu, menjadi ruang yang nyaman untuk saling mendukung dan bertumbuh.
7. Ravania, Marchella, Olla, Avsa, Alfema, Shinta, Manda, dan Rifdah yang telah menjadi bagian penting dalam kehidupan perkuliahan dan asrama yang penuh lika-liku. Dipertemukan dengan kalian ditanah perantauan adalah sebuah keberuntungan yang akan selalu penulis syukuri. Semoga hal-hal baik selalu menyertai dimanapun kalian nantinya.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan karya ini dimasa mendatang

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan, khususnya teknologi pertahanan dan keamanan dalam upaya menciptakan produk, serta memberikan solusi alternatif dalam pengambilan keputusan melalui evaluasi dampak lingkungan yang dihasilkan, untuk menciptakan produk yang ramah lingkungan.

Bogor, Juli 2025

Puspita Anisa



ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI KARBON AKTIF BERBASIS TEMPURUNG KELAPA PADA SINTESIS $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ SEBAGAI RADAR ABSORBING MATERIAL (RAM)

RAM merupakan material penting dalam bidang pertahanan, karena kemampuannya menyerap gelombang radar sehingga mengurangi deteksi objek oleh sistem radar musuh. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan menganalisis pengaruh variasi komposisi karbon aktif pada material komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ sebagai *Radar Absorbing Material* (RAM) untuk teknologi siluman. Fe_3O_4 dipilih sebagai material magnetik, karbon aktif sebagai material dielektrik dengan luas permukaan tinggi, dan polianilin (PAni) sebagai polimer konduktif. Variasi komposisi karbon aktif yang digunakan adalah 0,5 g, 1 g, dan 1,5 g. Karakterisasi material dilakukan dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan struktur kristal, serta VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) untuk mengukur sifat magnetik. Uji kemampuan penyerapan gelombang dilakukan menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*) pada rentang frekuensi *X-band* (8–12 GHz). Hasil menunjukkan bahwa sampel dengan 1 gram karbon aktif memiliki nilai *reflection loss* (RL) paling tinggi sebesar -8,6585 dB pada frekuensi 9,20 GHz dan magnetisasi saturasi (M_s) tertinggi sebesar 1,7100 emu/g. Hal ini menandakan efektivitas penyerapan gelombang radar yang optimal.

Kata kunci : Fe_3O_4 , Karbon Aktif, Polianilin, Radar Absorbing Material, Teknologi Siluman

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ACTIVATED CARBON COMPOSITION BASED ON COCONUT SHELL IN THE SYNTHESIS OF $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ AS A RADAR ABSORBING MATERIAL (RAM)

RAM is a crucial material in the defense sector due to its ability to absorb radar waves, thereby reducing object detection by enemy radar systems. This study aims to synthesize and analyze the effect of varying activated carbon compositions in the $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$ composite material as a Radar Absorbing Material (RAM) for stealth technology. Fe_3O_4 was selected as the magnetic component, activated carbon as the dielectric material with a high surface area, and polyaniline (PAni) as the conductive polymer. The variations in activated carbon composition used in this study were 0.5 g, 1 g, and 1.5 g. The synthesized materials were characterized using FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) and XRD (X-Ray Diffraction) to identify functional groups and crystal structures, and VSM (Vibrating Sample Magnetometer) to measure magnetic properties. The electromagnetic wave absorption ability was tested using a VNA (Vector Network Analyzer) in the X-band frequency range (8–12 GHz). The results showed that the sample with 1 gram of activated carbon exhibited the highest reflection loss (RL) of -8.6585 dB at a frequency of 9.20 GHz dan saturation magnetization (Ms) value of 1.7100 emu/g. It indicate that optimal radar wave absorption performance.

Keywords: Activated Carbon, Fe_3O_4 , Polyaniline, Radar Absorbing Material, Stealth Technology

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Magnetit (Fe_3O_4).....	5
2.1.2 Tempurung Kelapa	5
2.1.3 Karbon Aktif.....	6
2.1.4 Polimer Konduktif	8
2.1.5 Polianilin (PAni)	8
2.1.6 Radar.....	10
2.1.7 Radar Absorbing Material (RAM).....	11
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu.....	12

2.3 Kerangka Berpikir	18
2.3.1 Kerangka Berpikir 1	18
2.3.2 Kerangka Berpikir 2	18
2.3.3 Kerangka Berpikir 3	19
2.4 Hipotesis	19
2.4.1 Hipotesis 1	19
2.4.2 Hipotesis 2	19
2.4.3 Hipotesis 3	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metode dan Desain Penelitian	21
3.1.1 Metode Penelitian	21
3.1.2 Desain Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2.1 Tempat Penelitian	22
3.2.2 Waktu Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	24
3.3.1 Alat	24
3.3.2 Bahan	24
3.4 Variabel Penelitian	24
3.5 Populasi dan Sampel	25
3.6 Prosedur Penelitian	24
3.6.1 Pembuatan Arang dari Tempurung Kelapa	24
3.6.2 Proses aktivasi karbon secara kimia	25
3.6.4 Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC/PAni	25
3.6.5 Uji Bilangan Iodin	26
3.6.6 Uji Kadar Air	26
3.6.7 Uji Kadar Abu	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Sintesis Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa	27
4.1.1 Analisis Morfologi Karbon Aktif Menggunakan SEM-EDX	28

4.1.2 Gugus Fungsi Karbon Aktif	30
4.1.3 Analisis Puncak Serapan XRD Karbon Aktif.....	31
4.2 Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC	32
4.2.1 Analisis Puncak Difraksi Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC	32
4.2.2 Analisis Gugus Fungsi pada Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC.....	33
4.2.3 Analisis Morfologi Fe ₃ O ₄ /AC Menggunakan Instrumen SEM-EDX.....	35
4.3 Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC dalam Matriks PANi	37
4.3.1 Analisis Puncak Difraksi Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC/PANi.....	38
4.3.2 Analisis Gugus Fungsi pada Sintesis Fe ₃ O ₄ /AC/PANi	39
4.3.3 Analisis Morfologi Fe ₃ O ₄ /AC/PANi Menggunakan Instrumen SEM.....	41
4.4 Analisis Kemampuan Penyerapan Gelombang Radar (X-Band).....	43
4.5 Karakterisasi Sifat Magnetik Komposit.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sampel Tempurung Kelapa	6
Gambar 2.2	Mekanisme Deprotonisasi PANi	9
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 4.1	Hasil uji SEM karbon aktif dengan perbesaran 10.000 kali	29
Gambar 4.2	Hasil uji FTIR Terhadap Sampel Karbon Aktif.....	30
Gambar 4.3	Difraktogram Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	31
Gambar 4.4	Difraktogram Fe ₃ O ₄ /AC	33
Gambar 4.5	Hasil FTIR Fe ₃ O ₄ /AC.....	34
Gambar 4.6	Hasil uji SEM Fe ₃ O ₄ /AC variasi a.) 0,5 gram b.) 1 gram ...	35
Gambar 4.7	Spektrum EDS Fe ₃ O ₄ /AC	36
Gambar 4.8	Difraktogram Fe ₃ O ₄ /AC/PAni	38
Gambar 4.9	Spektrum FTIR Fe ₃ O ₄ /AC/PAni, Fe ₃ O ₄ /AC, dan PANii	39
Gambar 4.10	Hasil uji SEM aglomerasi Fe ₃ O ₄ /AC/PAni variasi karbon aktif a.) 0,5 gram b.) 1 gram c.) 1,5 gram dengan perbesaran 10.000 kali	41
Gambar 4.11	SEM-EDX Fe ₃ O ₄ /AC/PAni.....	42
Gambar 4.12	Hasil uji VNA komposit pada x-band	43
Gambar 4.13	Kurva Histerisis Fe ₃ O ₄ /AC/PAni, Karbon aktif, dan Pani	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	23
Tabel 4.1 Karakteristik Karbon Aktif.....	28
Tabel 4.2 Pita Serapan FTIR Karbon Aktif.....	30
Tabel 4.3 Pita Serapan FTIR $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}$	34
Tabel 4.4 Pita serapan FTIR $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$	40
Tabel 4.5 Nilai Reflected Power dan Through Power sampel komposit pada Frekuensi X-band.....	45
Tabel 4.6 Magnetisasi $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{PAni}$, Karbon aktif, dan PAni.....	48



DAFTAR SINGKATAN

AC	: Karbon Aktif
dB	: <i>Desible</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
GHz	: Gigahertz
PAni	: <i>Polyaniline</i>
RAM	: <i>Radar Absorbing Material</i>
RL	: <i>Reflection Loss</i>
SEM	: <i>Scanning Electron Microscopy</i>
VNA	: <i>Vector Network Analyzer</i>
VSM	: <i>Vibration Sample Magnetometer</i>
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>

