

PENGEMBANGAN *RADAR ABSORBER MATERIAL* (RAM)
MENGUNAKAN KARBON SEKAM PADI DAN CANGKANG SAWIT
UNTUK APPLIKASI *ANECHOIC CHAMBER*

TESIS



ZULPADRIANTO

16229004

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
dalam mendapatkan gelar Magister Sains

PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018

ABSTRAK

Nama/ NIM : Zulpadrianto/16229004

Judul : Pengembangan *Radar Absorber Material* (RAM)
Menggunakan Karbon Sekam Padi dan Cangkang Sawit
Untuk Aplikasi *Anechoic Chamber*

Penelitian tentang *Radar Absorber Material* (RAM) telah dilakukan. RAM menggunakan karbon sekam padi dan cangkang sawit akan diaplikasikan untuk *anechoic chamber*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan tujuan untuk menentukan pengaruh perbedaan zat aktivasi, perbedaan konsentrasi zat aktivasi dan pengaruh ketebalan lapisan material sekam padi dan cangkang sawit terhadap *reflection loss* gelombang EM. Sekam padi dan cangkang sawit dikarbonisasi kemudian di aktivasi menggunakan HCl, KOH, H₃PO₄ dan ZnCl₂. Aktivasi dilakukan dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 Molar untuk masing-masing zat. Selain perbedaan zat aktivasi dan konsentrasi zat aktivasi juga dilakukan variasi ketebalan cetak hasil aktivasi. Ketebalan cetak material divariasikan dari 4 mm, 6mm, 8mm, dan 10mm. Hasil pengukuran *reflection loss* menggunakan *Vector network analyzer* (VNA) pada frekuensi 4GHz - 8GHz menunjukkan perbedaan untuk masing-masing zat aktivasi. *Reflection loss* maksimum cangkang sawit menggunakan zat aktivasi HCl, KOH, H₃PO₄ dan ZnCl₂ sebagai berikut KOH (-26,3 dB) dan disusul oleh zat aktivasi HCl (-13,7 dB), H₃PO₄ (-13,4 dB), dan ZnCl₂ (-12,3 dB). *Reflection loss* maksimum sekam padi menggunakan zat aktivasi HCl, KOH, H₃PO₄ didapatkan nilai masing-masingnya: HCl (-13,3dB), H₃PO₄ (-13,2 dB), KOH (-7,88dB). Variasi ketebalan cetak juga berpengaruh signifikan terhadap nilai *absorber* dari suatu bahan, semakin tebal hasil cetakan maka nilai *absorber*nya juga meningkat. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan didapatkan nilai *absorber* maksimum pada ketebalan 10mm pada konsentrasi 1M untuk zat yang diujikan.

Keyword : *Radar Absorber Material* (RAM), sekam padi, cangkang sawit, *anechoic chamber*.

ABSTRACT

Research on Radar Absorber Material (RAM) has been done. RAM using carbon husk rice and palm shells will be applied to anechoic chamber. This research is a laboratory experiment research with the aim to determine the effect of different activation substances, difference of activation substance concentration and the effect of coating thickness of rice husk material and palm shell on reflection loss (dB) and reflection wave loss of EM. Rice husks and palm shells are then carbonated in activation using HCl, KOH, H₃PO₄ and ZnCl₂. Activation is carried out with concentrations of 1, 2, 3, 4 and 5 Molar for each substance. In addition to the difference of activation and concentration of activation substances, variations in the thickness of the printed activation results were also performed. The printed material thickness is varied from 4mm, 6mm, 8mm, and 10mm. The reflection loss (dB) (RL) measurements using a Vector network analyzer (VNA) at a frequency of 4GHz - 8GHz show the difference for each of the activation agents. The maximum RL of the palm shell uses HCl, KOH, H₃PO₄ and ZnCl₂ activation as follows KOH (-26.3 dB) and followed by HCl activation (-13.7 dB), H₃PO₄ (-13.4 dB), and ZnCl₂ (-12.3 dB). The maximum RL of rice husks using HCl, KOH, H₃PO₄ activation substances obtained values of each: HCl (-13.3dB), H₃PO₄ (-13.2 dB), KOH (-7.88dB). Variations in print thickness also have a significant effect on the absorber value of a material, the thicker the printout, the absorber value also increases. From the observations that have been done obtained the maximum absorber value at a thickness of 10mm at a concentration of 1M for the substance tested.

Keyword: Radar Absorber Material (RAM), rice husk, palm shell, anechoic chamber.

PERSETUJUAN AKHIR TESIS

Nama : Zulpadrianto

NIM : 16229004

Nama

Tanda Tangan

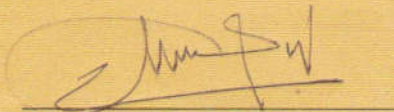
Tanggal

Yohandri, M.Si, Ph.D
Pembimbing I



20-07-2018

Ananda Putra, M.Si, Ph.D
Pembimbing II



20-07-2018

Dekan FMIPA
Universitas Negeri Padang



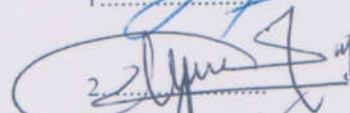
Prof. Dr. Lufri, MS
19610510 198703 1 020

Ketua Program Studi



Dr. Hamdi, M.Si
NIP. 19651217 199203 1 003

PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN TESIS MAGISTER FISIKA

<u>No.</u>	<u>Nama</u>	<u>Tanda Tangan</u>
1.	Yohandri, M.Si, Ph.D (Ketua)	1..... 
2.	Ananda Putra, M.Si, Ph.D (Sekretaris)	2..... 
3.	Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si (Anggota)	3..... 
4.	Dr. Ratnawulan, S.Pd, M.Si (Anggota)	4..... 
5.	Dr. Mawardi, M.Si (Anggota)	5..... 

Mahasiswa

Nama

Zulpadrianto

NIM/BP

16229004/2016

Tanggal Ujian

14 Februari 2018

KATA PENGANTAR



Segala Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena dengan berkat rahmat dan karunia_Nya peneliti telah dapat menulis dan menyelesaikan Tesis dengan judul “Pengembangan *Radar Absorber Material* (RAM) Menggunakan Karbon Sekam Padi dan Cangkang Sawit Untuk Aplikasi *Anechoich Chamber* “ .

Dalam merealisasikan dan menulis tugas akhir ini peneliti banyak menerima bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D sebagai Pembimbing I dan Bapak Ananda Putra M.Si, Ph.D sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tesis ini.
2. Bapak Dr.Yulkifli, S.Pd, M.Si, Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si, dan Bapak Dr. Mawardi, M,Si sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si, selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Hamdi, M.Si sebagai Ketua Prodi Program Magister Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan. kritikan dan saran dari pembaca sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, Februari 2018

penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	5
C. Batasan masalah	5
D. Tujuan Riset	5
E. Kontribusi Riset	6
BAB II TEORI PENDUKUNG	7
A. Radar Absorber Materials (RAM)	7
B. Karakteristik Bahan Absorber Gelombang EM	8
C. Anechoic Chamber	16
D. Material <i>Absorben</i> Radar	20
E. Vector Network Analyzer (VNA)	22
BAB III METODOLOGI RISET	25
A. Tempat dan Waktu Riset	25
B. Objek Penelitian	25
C. Variabel Penelitian	25
D. Alat dan bahan	26
E. Prosedur Riset	26
F. Teknik Analisa Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil	30
B. Pembahasan	50
BAB V PENUTUP	56
A. Kesimpulan	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Prinsip kerja <i>remote sensing</i>	10
Gambar 2.2.	Cara kerja radar.....	11
Gambar 2.3.	Proses pembuatan karbon aktif secara umum.....	14
Gambar 2.4.	Ruang tanpa gema (<i>anechoic chamber</i>)	17
Gambar 2.5.	<i>Pyramid absorbers</i>	18
Gambar 2.6.	Ilustrasi kerja <i>pyramid absorbers</i>	18
Gambar 2.7.	Struktur <i>mikrokristalin</i> karbon aktif	21
Gambar 2.8.	(a). Konsep perambatan gelombang elektromagnetik pada material dan (b). <i>Scatering parameter</i> (S_{11} , S_{12} , S_{21} , dan S_{22}) pada VNA.....	23
Gambar 2.9.	Rangkaian alat <i>vector network analyzer</i>	23
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> prosedur riset RAM menggunakan sekam padi dan cangkang sawit.....	28
Gambar 4.1.	Grafik hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> untuk variasi zat aktivasi pada karbon aktif cangkang sawit.	31
Gambar 4.2.	Pengaruh perbedaan zat aktivasi terhadap <i>reflection loss</i> pada bahan karbon aktif sekam padi.	32
Gambar 4.3.	Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> untuk variasi zat aktivasi HCl pada ketebalan 10 mm.	34
Gambar 4.4.	Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> untuk variasi zat aktivasi KOH pada ketebalan 10 mm.....	35
Gambar 4.5.	Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> untuk variasi zat aktivasi H_3PO_4 pada ketebalan 10 mm.....	36
Gambar 4.6.	Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> untuk variasi zat aktivasi $ZnCl_2$ pada ketebalan 10 mm.....	37
Gambar 4.7.	Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> sekam padi menggunakan zat aktivasi HCl untuk ketebalan cetak 10 mm.	38

Gambar 4.8. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> sekam padi menggunakan zat aktivasi KOH untuk ketebalan cetak 10 mm	39
Gambar 4.9. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> sekam padi menggunakan zat aktivasi H_3PO_4 untuk ketebalan 10 mm.	40
Gambar 4.10. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> cangkang sawit menggunakan zat aktivasi HCl 1 molar untuk variasi ketebalan.....	42
Gambar 4.11. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> cangkang sawit menggunakan zat aktivasi KOH 1 molar variasi ketebalan.	43
Gambar 4.12. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> cangkang sawit menggunakan zat aktivasi H_3PO_4 1 molar variasi ketebalan.....	44
Gambar 4.13. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> cangkang sawit menggunakan zat aktivasi $ZnCl_2$ 1 molar variasi ketebalan.	45
Gambar 4.14. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> sekam padi menggunakan zat aktivasi HCl 1 molar variasi ketebalan.	46
Gambar 4.15. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> sekam padi menggunakan zat aktivasi KOH 1 molar variasi ketebalan.	47
Gambar 4.16. Hubungan frekuensi dan <i>reflection loss</i> sekam padi menggunakan zat aktivasi H_3PO_4 1 molar variasi ketebalan.....	49
Gambar 4.17. Grafik hubungan zat aktivasi terhadap daya serap gelombang EM menggunakan cangkang sawit dan sekam padi.....	51
Gambar 4.18. Grafik hubungan konsentrasi zat aktivasi terhadap <i>reflection loss</i> gelombang EM menggunakan cangkang sawit.	53
Gambar 4.19. Grafik hubungan konsentrasi zat aktivasi terhadap <i>reflection loss</i> gelombang EM menggunakan sekam padi.	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Panjang gelombang radar dan frekuensinya yang digunakan dalam penginderaan jauh	12
Tabel 2.2. Aplikasi-aplikasi gelombang radar.....	13
Tabel 2.3. NRW <i>technique</i> , input <i>S-parameter</i> dan <i>output attributes</i>	24
Tabel 4.1. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit variasi zat aktivasi.	32
Tabel 4.2. Data pengukuran daya serap karbon aktif sekam padi variasi zat aktivasi.....	33
Tabel 4.3. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit dengan zat aktivasi HCl.	34
Tabel 4.4. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit variasi zat aktivasi KOH.	35
Tabel 4.5. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit menggunakan zat aktivasi H_3PO_4	37
Tabel 4.6. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit menggunakan zat aktivasi $ZnCl_2$	38
Tabel 4.7. Data pengukuran daya serap karbon aktif sekam padi variasi zat aktivasi HCl.	39
Tabel 4.8. Data pengukuran daya serap karbon aktif sekam padi variasi zat aktivasi KOH.	40
Tabel 4.9. Data pengukuran daya serap karbon aktif sekam padi variasi zat aktivasi H_3PO_4	41
Tabel 4.10. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit variasi ketebalan.....	42
Tabel 4.11. Data pengukuran daya serap karbon aktif cangkang sawit variasi ketebalan.	44
Tabel 4.12. Data pengukuran daya serap karbon aktif (H_3PO_4 1 M).....	45
Tabel 4.13. Data pengukuran daya serap karbon aktif ($ZnCl_2$ 1M) cangkang sawit	46

Tabel 4.14. Data pengukuran daya serap karbon aktif sekam padi variasi ketebalan.	47
Tabel 4.15. Data pengukuran daya serap karbon aktif sekam padi variasi ketebalan.	48
Tabel 4.16. Data pengukuran daya serap karbon aktif (H_3PO_4 1 M) sekam padi	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Aktivasi karbon sekam padi dan cangkang sawit	62
Lampiran 2. Pencetakan karbon sekam padi dan cangkang sawit.....	65
Lampiran 3. Pengukuran menggunakan VNA	66
Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran VNA	67



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Data dan informasi Badan Penanggulangan Bencana Nasional Indonesia (DIBI BNPB) dari awal tahun 2017 hingga 11 April 2017 terdapat 884 kasus bencana. Diantaranya banjir, tanah longsor, gelombang pasang/abrasi, gempa bumi, kebakaran hutan dan lahan, kecelakaan transportasi, dan puting beliung (<http://dibi.bnpb.go.id/>, 2017). Berdasarkan data dan informasi tersebut maka dapat dikatakan bahwa negara Indonesia merupakan daerah rawan bencana sehingga diperlukan melihat rotasi bencana yang ada, tindakan *preventif* serta mitigasi terhadap bencana sangat dibutuhkan agar tercapainya keamanan di sebuah daerah, untuk itu dibutuhkan pengamatan dan sekumpulan data yang akurat, seperti pemetaan dari wilayah yang terkena bencana. Salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan yaitu teknologi penginderaan jauh. Berdasarkan sensor yang digunakan, teknologi penginderaan jauh dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu optik dan radar (menggunakan gelombang elektromagnetik) (Yohandri, 2016).

Dewasa ini perkembangan teknologi gelombang elektromagnetik (EM) sudah banyak digunakan dalam kehidupan. Gelombang EM dimanfaatkan dalam berbagai kepentingan mulai dari bidang komunikasi sosial, pemetaan wilayah sampai kebidang militer. Radar merupakan salah satu aplikasi dari spektrum elektromagnetik (gelombang mikro) dengan rentang frekuensi 0-300 GHz atau panjang gelombang 1mm sampai 1m. Radar (*radio detection and ranging*) adalah sebuah sistem gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi dan menentukan

lokasi objek dengan jarak jauh yang bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik dan mengolah sinyal pantul untuk mengetahui karakter objek.

Radar merupakan sensor dari penginderaan jauh. Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu pengetahuan dan seni dalam memperoleh informasi tentang suatu obyek, area, gejala melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa kontak langsung dengan objek, area, dan gejala yang diamati (Lillesand dan Keifer, 1979). Radar bekerja seperti kamera *flash* pada frekuensi mikro dan gelombang radio. Konsep radar adalah mengukur jarak dari sensor ke target dengan wahana pesawat terbang atau satelit yang dilakukan ke arah miring (*side looking*). Ukuran jarak didapat dengan mengukur waktu yang diperlukan gelombang elektromagnetik selama penjarannya mulai dari sensor sampai ke target dan kembali lagi ke sensor (Haniah & Prasetyo, 2011). Seiring perkembangan penggunaan radar, diperlukan suatu material penyerap (RAM) untuk mengurangi interferensi, pelindung dari gelombang yang tidak diinginkan, *anechoic chambers* serta dapat digunakan untuk mengurangi *radar cross section* (RCS) dari suatu objek (Saptari, 2014) (Oh, Oh, Kim, & Hong, 2004).

Anechoic chambers merupakan ruang yang dirancang untuk menyerap refleksi gelombang elektromagnetik untuk mengurangi refleksi dan kebisingan eksternal dalam melakukan pengukuran karakteristik dari sebuah antena atau komponen radar. Ketebalan dinding *Anechoic chambers* perlu dipertimbangkan dalam perancangannya. Dalam pengukuran pemantulan gelombang mikro, kinerja penyerap gelombang mikro dipengaruhi oleh ketebalan fisik penyerap (Chung & Chuah, 2003). Dalam pengukuran, kurva *reflection loss* (daya serap) akan

meningkat seiring dengan peningkatan ketebalan. Secara umum, ruang *anechoic* dibangun menggunakan bahan penyerap gelombang elektromagnetik. Namun, ketersediaan bahan penyerap gelombang elektromagnetik saat ini masih memiliki beberapa kelemahan seperti mahal, kepadatan tinggi dan *absorptivitas* rendah (Zou et al., 2006). Oleh karena itu perlu dikembangkan penyerap gelombang elektromagnetik dengan biaya murah, kepadatan rendah dan tingkat penyerapannya tinggi berbasis sumber daya lokal. Melalui pengolahan fisik dan kimia, bahan karbon aktif memiliki potensi digunakan sebagai bahan penyerap gelombang EM.

Karbon aktif adalah karbon hasil aktivasi dimana konfigurasi atomnya dibebaskan dari ikatan unsur lain dan pori dibersihkan dari senyawa atau kotoran lainnya sehingga luas permukaannya bertambah besar menjadi sekitar 300 sampai 2000 m²/g yang menyebabkan daya adsorpsinya meningkat (R. Sudradjat, 1994). Menurut Witono zat yang dapat digunakan dalam aktivasi adalah asam (H₃PO₄, H₂SO₄, HCl), *zinc klorida* (ZnCl₂), *alkali hidroksida* (KOH, NaOH) dan karbonat (K₂CO₃, Na₂CO₃) (Witono & Miryanti, 2015). Pada proses aktivasi terjadi pembentukan pori-pori yang masih tertutup dan peningkatan ukuran serta jumlah pori-pori kecil yang telah terbentuk. Dengan demikian karbon aktif hasil aktivasi memiliki luas permukaan internal yang lebih besar. Menurut Suyati semakin besar luas permukaan dan volume total pori, maka jari-jari rata pori akan semakin kecil sehingga sangat baik dijadikan sebagai adsorben (Suyati, 2005).

Dalam pemilihan bahan dasar karbon aktif, mengacu pada beberapa kriteria. Kriteria bahan dasar karbon aktif diantaranya ketersediaan bahan untuk skala industri, harganya tidak mahal, memiliki kandungan karbon yang tinggi

serta memiliki unsur inorganik (seperti abu) yang rendah (Manocha Satish, 2003).

Sekam padi dan cangkang sawit merupakan sumber daya lokal yang melimpah.

Sekam padi merupakan produk samping pada penggilingan padi. Padi merupakan produk utama pertanian di negara-negara agraris, termasuk Indonesia. Sekam padi merupakan produk samping yang melimpah dari hasil penggilingan padi, dan selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran batu merah, pembakaran untuk memasak atau dibuang begitu saja. Penanganan sekam padi yang kurang tepat akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Hasil penelitian sebelumnya telah dilaporkan bahwa sekitar 20 % dari berat padi adalah sekam padi, dan bervariasi dari 13 sampai 29 % dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Putro, Andhi Laksono; Prasetyoko, Didik, 2007). Komponen utama dari sekam padi adalah selulosa (38%), hemiselulosa (18%), lignin (22%) dan SiO₂ (19%) (Worasuwannarak *et al.*, 2007).

Selain sekam padi cangkang sawit juga termasuk produk yang banyak diproduksi di Indonesia. Pengembangan industri kelapa sawit dapat menimbulkan limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan. Setiap ton minyak sawit yang dihasilkan akan mengeluarkan limbah cair sebanyak 2,5 m³ (Ahmad, Syarfi, & Atikalidia, 2011). Selain limbah, cangkang sawit memiliki potensi digunakan sebagai absorber, hal ini berdasarkan penelitian (Alkhaly, 2013) bahwa cangkang sawit termasuk bahan dengan kandungan karbon cukup tinggi yaitu 80%.

Berdasarkan kajian latar belakang di atas maka sekam padi dan cangkang sawit tergolong sumber daya lokal yang diasumsikan dapat dikembangkan sebagai

bahan penyerap gelombang elektromagnetik. Atas dasar pemikiran ini, telah dilakukan penelitian tentang karakterisasi dari sekam padi dan cangkang sawit untuk menyerap gelombang elektromagnetik dengan judul ” Pengembangan Radar Absorber Material (RAM) Menggunakan Karbon Sekam Padi dan Cangkang Sawit Untuk Aplikasi *Anechoich Chamber*”.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan zat aktivasi terhadap *reflection loss* pada masing-masing material karbon?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi zat aktivasi terhadap *reflection loss* pada masing-masing material karbon?
3. Bagaimana pengaruh ketebalan lapisan material terhadap *reflection loss* pada masing-masing material karbon?

C. Batasan masalah

Dalam riset penyerapan gelombang EM, bahan yang digunakan adalah karbon sekam padi dan cangkang sawit. Karakterisasi dari masing-masing bahan diselidiki hanya *reflection loss* penyerapan gelombang EM.

D. Tujuan Riset

1. Menentukan pengaruh perbedaan zat aktivasi terhadap *reflection loss* pada material karbon sekam padi dan cangkang sawit.
2. Menentukan pengaruh perbedaan konsentrasi zat aktivasi terhadap *reflection loss* pada material karbon sekam padi dan cangkang sawit.

3. Menentukan pengaruh ketebalan lapisan material terhadap *reflection loss* pada material karbon sekam padi dan cangkang sawit.

E. Kontribusi Riset

1. Bagi penulis: Sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains dari Program Studi Magister Fisika Universitas Negeri Padang.
2. Bagi Pembaca: Sebagai referensi dalam kajian *absorber material* gelombang EM lebih lanjut.
3. Dibidang Militer: RAM bersifat meredam pantulan atau menyerap gelombang mikro. Benda yang dilapisi dengan RAM tidak terdeteksi oleh *Radio Detection and Ranging* (RADAR), sehingga RAM dapat dimanfaatkan dalam bidang pertahanan.
4. Dibidang industri RAM dapat dimanfaatkan untuk mengurangi interferensi, pelindung dari gelombang yang tidak diinginkan sehingga efisiensi alat elektronik lebih bagus.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut :

1. Zat aktivasi berpengaruh terhadap *reflection loss*. Zat aktivasi yang optimal digunakan sebagai aktivator cangkang sawit adalah KOH 1M dan zat aktivator untuk aktivasi sekam padi yang optimal adalah HCl 1M
2. Konsentrasi zat aktivasi tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai *reflection loss* dari material, hal ini terlihat dari data yang didapatkan. Dimana pada konsentrasi 1,2,3,4 dan 5M pada ketebalan tetap menunjukkan nilai *reflection loss* yang tidak terlalu berbeda untuk semua zat aktivasi yang digunakan.
3. Ketebalan lapisan material berpengaruh terhadap nilai *reflection loss*. Semakin tebal cetakan material maka nilai *reflection loss* semakin tinggi. *Reflection loss* maksimum cangkang sawit dan sekam padi didapatkan pada ketebalan cetak 10mm.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, maka sebagai saran untuk pengembangan penelitian ini yaitu :

1. Karbonisasi dalam penelitian ini belum menggunakan variasi suhu. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan variasi suhu agar didapatkan suhu optimal dalam karakterisasi bahan RAM.
2. VNA yang digunakan saat pengukuran hanya mempunyai rentang frekuensi 300kHz - 8 GHz, sehingga pengukuran daya serap bahan terbatas. Diperlukan

VNA dengan rentang frekuensi yang lebih besar untuk pengukuran daya serap bahan yang melebihi frekuensi 8 GHz.

3. Dalam penelitian ini hanya dilakukan didalam ruangan dengan pengaruh *noise* yang besar. Sementara tidak ada digunakan metode untuk menghilangkan *noise*. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan metode untuk menghilangkan *noise* di udara.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. d. (2010). *Karakterisasi Nanomaterial Teori Penerapan dan Pengolahan Data*. Bandung : CV. Rezki Putra.
- Ahmad, A., Syarfi, & Atikalidia, M. (2011). Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Produksi Biogas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia* . Yogyakarta: ISSN 1693 – 4393.
- Alkhaly, Y. R. (2013). Reactive Powder Concrete Dengan Sumber Silika Dari Limbah Bahan Organik. *Teras Jurnal, Vol 3, No 2, September 2013* .
- Aswoyo, B. (2010). Pengukuran Koefisien Refleksi Dinding "Anechoic Chamber" Pada Frekuensi Gelombang Mikro Band-X Menggunakan Teknik Gelombang Berdiri. *EEPIS* , 82-89.
- Chung, B.-K., & Chuah, H.-T. (2003). MODELING OF RF ABSORBER FOR APPLICATION IN THE DESIGN OF ANECHOIC CHAMBER. *PIER 43* , 273–285.
- Cui-ling, H., Tie-hu, L., Ting-kai*, Z., He-gu, L., Le-hao, L., & Wen-juan, Z. (2013). Electromagnetic wave absorbing properties of multi-wall carbon nanotube/Fe₃O₄ hybrid materials. *New Carbon Materials* , 28(3):184–190.
- Handayani, A. d. (2007). *Pengamatan Struktur mikro dengan Mikroskop Optik dan Scanning Electron Microscope*. Jakarta: Pusdiklat.
- Haniah, & Prasetyo, Y. (2011). Pengenalan Teknologi Radar Untuk Pemetaan Spasial Di Kawasan Tropis. *Teknik* , Vol. 32 No.2 .
- Heri, S. F. (2008). *Rekayasa Penyerap Elektromagnetik Pyramidal Untuk Ruang Tanpa Gema (Engeneering Of Pyramidal Electromagnetic Absorber For Anechoic Chamber)*. Bandung: Universitas Telkom.
- Hou, C., Li, T., Zhao, T., Zhang, W., & Cheng, Y. (2012). Electromagnetic wave absorbing properties of carbon nanotubes doped rare metal/pure carbon nanotubes double-layer polymer composites. *Materials and Design* , Volume. 33, January 2012, hal. 413-418.
- Houston, D. (1972). Rice Chemistry and technology. *American Association of Cereal chemist Inc. Minnesota*.
- <http://dibi.bnpb.go.id/>. (2017, April 11). Dipetik April 11, 2017