



TUGAS AKHIR - TL091584

Pengaruh Rasio Adhesive dan Air-Serbuk Gypsum Anhidrat pada Pembuatan Gypsum Bandage dari Limbah Organik (Cangkang Kerang)

Januae Nur Rohmah Suprihartini
NRP 2711 100 058

Dosen Pembimbing
Yuli Setiyorini, ST, M.Phil
Dr. Agung Purniawan, ST, M.Eng

JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TL091584

Effect of Ratio Adhesive, Water and Gypsum Anhydrous Powder On Development of Gypsum Bandage From Biowaste (Seashells)

Januar Nur Rohmah Suprihartini
NRP 2711 100 058

Supervisor Lecturer
Yuli Setiyorini, S.T, M.Phil
Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng

MATERIALS AND METALLURGICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**Pengaruh Ratio Adhesive Air Dan Serbuk Gypsum Anhidrat
Pada Pembuatan Gypsum Bandage Dari Limbah Organik
(Cangkang Kerang)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Material Inovatif

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Material dan Metalurgi

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

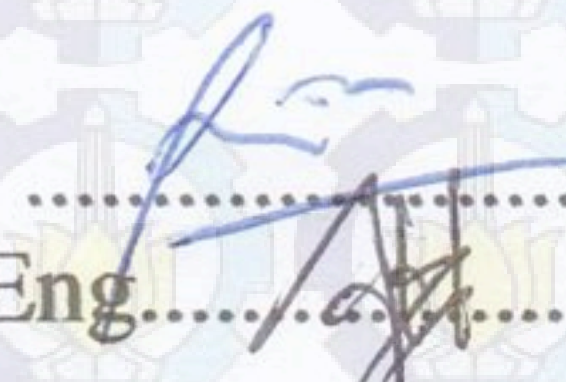
Oleh :

JANUAR NUR ROHMAH SUPRIHARTNI

NRP 2711 100 058

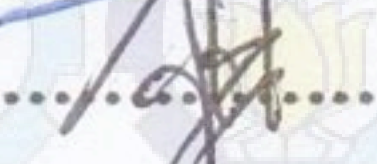
Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir:

Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil



(Pembimbing 1)

Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng



(Pembimbing 2)



Pengaruh Ratio Adhesive, Air Dan Serbuk Gypsum Anhidrat Pada Pembuatan Gypsum Bandage Dari Limbah Organik (Cangkang Kerang)

Nama : Januar Nur Rohmah Suprihartini

NRP : 2711 100 058

Jurusan : Teknik Material dan Metalurgi

Dosen Pembimbing : Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil

Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng

ABSTRAK

Gypsum bandage adalah perban yang tersusun dari kalsium sulfat (CaSO_4) dengan tambahan adhesive (PVP) serta air. CaSO_4 yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan pengolahan limbah cangkang kerang menggunakan radiasi gelombang mikro dengan variasi daya, massa, dan waktu. Berdasarkan hasil FTIR, dapat diperoleh gugus fungsi yang terbentuk dalam suatu material. Hasil FTIR menunjukkan adanya peak yang tajam, yang mengindikasikan gugus fungsi anhidrat (SO_4^{2-}) dengan massa 50 gram menggunakan daya 540 watt selama 75 menit. CaSO_4 yang dihasilkan digunakan untuk pembuatan material gypsum bandage dengan menggunakan variasi rasio adhesive dan rasio air-serbuk gypsum anhidrat. Morfologi gypsum bandage dari semua parameter memperlihatkan hasil struktur mikro yang bervariasi. Morfologi yang terbentuk sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat yang dimiliki oleh gypsum bandage. Dari keseluruhan hasil waktu setting menunjukkan ≥ 40 menit, dimana melebihi batas waktu standard waktu setting. Pada water absorption yang masih berada dibawah standard yaitu $\geq 40\%$ selama dua jam pertama. Keunggulan dari semua parameter memiliki temperatur setting dibawah 33°C , dimana mengindikasikan aman untuk digunakan pada tubuh manusia karena reaksi yang terjadi tidak menimbulkan panas. Hasil pengujian iritasi menunjukkan keseluruhan parameter tidak menimbulkan iritasi pada kulit berupa bercak merah, alergi, kulit terbakar, dan bintik-bintik. *Compressive strength* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh efek rasio air dan *adhesive*.

-

Dari hasil keseluruhan dari uji kuat tekan menunjukkan bahwa semua sampel memiliki kekuatan tekan dibawah 119 kg/cm^2 .

Terdapat empat sampel yang memiliki kekuatan tekan yang memenuhi standar, yaitu sampel 1, 2, 5, dan 6. Dari keseluruhan parameter sampel, sampel yang sesuai dengan sifat gypsum bandage adalah parameter sampel dengan kode 1, 2, 3, dan 4.

Kata Kunci : Gelombang Mikro, Gypsum Bandage, Kalsium Sulfat, Limbah Cangkang Kerang,



**Effect of Ratio Adhesive, Water and Gypsum Anhydrous
Powder On Development of Gypsum Bandage From
Biowaste (Seashells)**

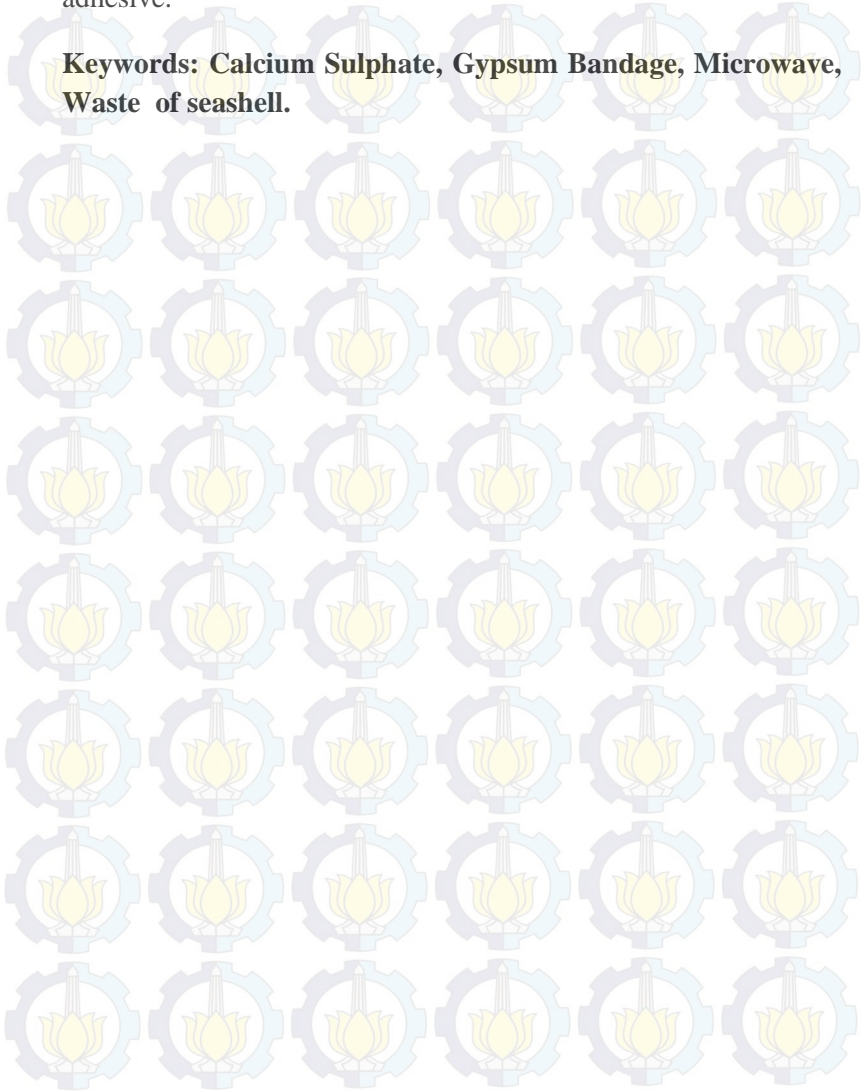
Name : Januar Nur Rohmah Suprihartini
NRP : 2711 100 058
Department : Materials and Metallurgical Engineering
Supervisor : Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil
Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng

ABSTRACT

Gypsum bandage is a bandage which is composed of calcium sulfate (CaSO_4) with an additional adhesive (PVP) and water. CaSO_4 used in this study was obtained by the processing of seashells using microwave radiation with variations in power, mass, and time. The results of FTIR, can be obtained the functional group which is formed a material. FTIR results showed a peak, which indicates the anhydrous functional group (SO_4^{2-}) with a mass of 50 grams using 540 watts of power for 75 minutes. CaSO_4 produced from these parameters are used for manufacturing of gypsum bandage material by using a variation of the ratio of adhesive and water-powder ratio of anhydrous gypsum. The morphology of gypsum bandage of all parameters showed varying results. From the overall results of setting time showed ≥ 40 menit, which exceeds the standard time of limit time setting. Something similar happened to the ability to absorb water which is below $\geq 40\%$ during two hours. The advantages of all parameters have temperature settings 33°C . Similarly, the test results indicate the overall parameters irritation does not cause irritation to the skin. Compressive strength properties of the

resulting highly influenced by the effect of the ratio of water and adhesive.

Keywords: Calcium Sulphate, Gypsum Bandage, Microwave, Waste of seashell.




KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Ratio Adhesive Air Dan Serbuk Gypsum Anhidrat Pada Pembuatan Gypsum Bandage Dari Limbah Organik (Cangkang Kerang)”**

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Sungging Pintowantoro, S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi atas petunjuk dan arahan yang diberikan kepada penulis untuk dapat mengikuti dan menyelesaikan pendidikan ini.
2. Ibu Yuli Setiyorini, S.T, M.Phil selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah sabar membimbing dan memotivasi saya selama menyelesaikan tugas akhir.
3. Mbak Niniet selaku staf laboratorium Pusat Studi Energi Robotika yang telah membantu pelaksanaan penelitian sehingga berjalan dengan lancar dan terselesaikan dengan baik.
4. Kedua orang tua Penulis, Bapak Drs. Yoyok Supriyadi dan Ibu Dra. Ratna Suhartini, M.Si atas segala doa serta dukungan moral dan materi yang tiada henti selama penulis menempuh pendidikan.
5. Adik penulis yang tercinta, Bima Yatna Anugerah Romadhoni yang selalu memberikan motivasi selama penulis menempuh studi.
6. Para dosen dan karyawan Jurusan Teknik Material dan metalurgi yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis selama menempuh studi.

- 
7. Humairoh Nur Chasanah selaku partner kerja dalam melakukan penelitian tugas akhir sekaligus sahabat yang senantiasa membantu serta memotivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
 8. Miftakur Rohmah, Ratna Tri Agustina, serta teman-teman MT13 Jurusan Teknik Material dan Metalurgi 2011 yang telah menginspirasi, menemani, membantu dan mengisi masa-masa perkuliahan penulis dengan banyak pengalaman pahit manis yang tidak terlupakan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada tugas akhir ini, sehingga kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak akan digunakan sebagai penyempurnaan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dalam menunjang ilmu pengetahuan.

Surabaya, Februari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR GRAFIK.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
Abstrak.	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Cangkang Kerang	5
2.2 Kalsium Sulfat	5
2.2.1 Pengolahan Kalsium Sulfat Anhidrat	7
2.2.2 Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat	7
2.2.3 Aplikasi Kalsium Sulfat Anhidrat di bidang medis	11
2.3 Polyvinylpyrrolidone (PVP)	13
2.4 Gips (Gypsum Bandage).....	14
2.5 Gelombang Mikro	19
2.5.1 Pemanasan dan Reaksi dengan Gelombang Mikro	21
2.5.2 Perbandingan Pemanasan Gelombang Mikro dengan Pemanasan Konvensional.....	27
BAB III METODOLOGI	31
3.1 Bahan	31
3.2 Alat.....	31

3.3 Diagram Alir	33
3.4 Prosedur Penelitian	34
3.4.1 Preparasi Cangkang Kerang	34
3.4.2 Proses Crushing	34
3.4.3 Proses Pembuatan gypsum	34
3.4.4 Proses Pemanasan Secara Non Konvensional	35
3.4.5 Proses Pembuatan Gypsum Bandage	35
3.4.6 Pengujian	36
3.5 Rancangan Penelitian	42
3.5.1 Pembuatan gypsum anhidrat	42
3.5.2 Pembuatan Gypsum Bandage	43
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pembuatan Serbuk Gypsum Anhidrat	45
4.1.1 Analisa Temperatur	45
4.1.2 Analisa Hasil FTIR Serbuk Gypsum Anhidrat	46
4.1.3 Analisa Perhitungan Persen Yield Serbuk Gypsum Anhidrat ...	51
4.1.4 Analisa Perhitungan Densitas dan Solubilitas	52
4.2 Gypsum Bandage	53
4.2.1 Analisa Hasil FTIR Gypsum Bandage	53
4.2.2 Analisa Morfologi	57
4.2.3 Analisa Perhitungan Temperatur dan Waktu Setting	65
4.2.4 Analisa Sifat Mekanik	68
4.2.5 Analisa Hasil Perhitungan Water Absorbtion	70
4.2.6 Analisa Hasil Pengujian Loss On Ignition	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 SEM bentuk kristal kalsium sulfat	21
Gambar 2. 2 Molekul dipolar yang mencoba untuk mensejajarkan dengan medan elektrik yang berosilasi.	27
Gambar 3. 1 Diagram alir Penelitian	33
Gambar 4. 1 Hasil FTIR gipsum anhidrat daya 540 watt	47
Gambar 4. 2 Hasil FTIR gipsum anhidrat daya 720 watt	47
Gambar 4. 3 Hasil FTIR gipsum anhidrat daya 900 watt	48
Gambar 4. 4 Hasil FTIR gipsum bandage.....	54
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian SEM gipsum bandage pada permukaan.....	59
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian SEM gipsum bandage pada penampang melintang	60
Gambar 4. 7 Persebaran Unsur Ca Pada Gipsum Bandage.....	61
Gambar 4. 8 Persebaran Unsur S Pada Gipsum Bandage.....	62
Gambar 4. 9 Persebaran Unsur Oksigen Pada Gipsum Bandage	63
Gambar 4. 10 X-Ray Spectrum Hasil EDX	64
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Irritation and Sensitization Hari Pertama.	76
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Irritation and Sensitization Hari Kedua.....	77
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Irritation and Sensitization Hari Ketiga.....	78



Halaman Sengaja Dikосongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Mineral Cangkang Kerang.....	6
Tabel 2. 2 Pengolahan Kalsium Sulfat Anhidrat.....	8
Tabel 2. 3Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat.....	11
Tabel 2. 4 Sifat Biologi Kalsium Sulfat.....	12
Tabel 2. 5 Aplikasi Kalsium Sulfat Anhidrat di Bidang Medis ..	13
Tabel 2. 6 Metode Pembuatan Gypsum Bandage	15
Tabel 2. 7 Sifat Fisik, Sifat Kimia, dan Sifat Mekanik Gypsum Bandage	19
Tabel 2. 8 Metode Gelombang Mikro.....	23
Tabel 3. 1 Parameter Penelitian Gypsum Bandage.....	36
Tabel 3. 2 Rancangan Penelitian Pembuatan Gypsum Anhidrat .	42
Tabel 3. 3 Rencana Penelitian Pembuatan Gypsum Bandage.....	43
Tabel 4. 1 Temperatur Endapan Gypsum Anhidrat yang Diradiasi Gelombang Mikro dengan Variasi Waktu, Massa, dan Daya.....	46
Tabel 4. 2 Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat pada daya input 540 watt dengan variasi massa dan waktu.....	48
Tabel 4. 3 Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat pada daya input 720 watt dengan variasi massa dan waktu.....	49
Tabel 4. 4 Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat pada daya input 900 watt dengan variasi massa dan waktu.....	49
Tabel 4. 5 Persentase Yield Serbuk Gypsum Anhidrat.....	52
Tabel 4. 6 Perhitungan Densitas, Solubilitas, dan Berat Molekul.....	53
Tabel 4. 7 Absorpsi IR (cm-1) Gypsum Bandage Pada Variasi Persen PVP dan Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat.....	56
Tabel 4. 8 Hasil EDX Persen Atom Unsur Pada Gypsum Bandage	65



Halaman Sengaja Dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gips atau gipsum *bandage* adalah perban yang digunakan dalam pembentukan casts untuk membantu proses penyembuhan patah tulang. Komposisi penyusun utama dari gipsum bandage adalah kalsium sulfat. Kalsium sulfat terbuat dari gipsum (kalsium sulfat dihidrat) yang telah dikalasinasi. Kalsium sulfat dicampur dengan air dan bahan kimia dengan rasio perbandingan dari berat kalsium sulfat untuk membentuk pasta untuk diaplikasikan pada *leno woven gauze*.

Pentingnya kegunaan gipsum *bandage* dapat dilihat pada data riset kesehatan dasar (RIKERDAS) oleh Badan Penelitian dan Pengembangan RI tahun 2007 di Indonesia sekitar 3.781 orang terkena patah tulang akibat kecelakaan lalu lintas, terjatuh, dan terkena benda tumpul (BPS 2007). Dengan melihat semakin banyaknya tingkat kecelakaan patah tulang yang terjadi di Indonesia, kebutuhan gipsum bandage akan semakin meningkat. Berdasarkan data Rumah Sakit dr. Soetomo kebutuhan gipsum *bandage* sekitar 15.143 roll per tahun (Puslitbang Rumah Sakit dr. Soetomo).

Untuk memenuhi kebutuhan gipsum *bandage* ini pihak Rumah Sakit dr. Soetomo mendatangkan produk gipsum *bandage* ini dari luar negeri/ impor. Dengan melihat pentingnya kegunaan gipsum *bandage ini*, diperlukan bahan gipsum sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan tersebut dengan menggunakan bahan baku lokal. Bahan baku lokal yang bisa digunakan untuk pengganti gipsum ini sangat beragam. Mulai dari gipsum limbah pabrik ataupun limbah organik. Gipsum limbah pabrik masih berharga tinggi karena masih dimanfaatkan untuk banyak industri,



khususnya perusahaan pengolahan semen, dan gipsum *board*. Sedangkan untuk limbah organik, jarang sekali digunakan oleh masyarakat untuk membuat gipsum. Limbah organik yang berpotensi digunakan untuk pembuatan gipsum adalah limbah organik yang kaya akan kandungan kalsium. Beberapa material yang mengandung kalsium diantaranya kulit telur, tulang sapi, tulang ikan, dan cangkang kerang. Limbah organik yang banyak ketersediannya adalah cangkang kerang.

Limbah padat berupa cangkang kerang ini diantaranya merupakan sisa dari industri pengolahan kerang simping, kerang darah, kerang rambut, dan kerang hijau yang masih segar. kerang bulu (*Anadara antiquata*), dan kerang simping (*Placuna Placenta*). Kandungan unsur mineral dalam keempat jenis kerang ini sangat beragam. Kandungan mineral cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) adalah Karbon (C), Oksigen (O), Kalsium (C), Magnesium (Mg), Kalium (K), Besi (Fe), Silika (Si), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Nikel (Ni), Natrium (Na), Boron (B) dan Fosfor (P) (Hoque 2013). Pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) terdapat kalsium, silikon, besi, magnesium, dan aluminium (Balgies, 2011). Pada kerang hijau (*Perna viridis*) terdapat kandungan natrium, kalium, fosfor, magnesium, dan kalsium (Kagawa, dkk 1999), dan pada kerang simping (*Placuna placenta*) terdapat Ca, Sc, Cr, Mn, Fe, Zn, Br, Sr, Au dan Pb (Siripom, dkk 2009).

Dari ke-empat jenis kerang ini terdapat kandungan kalsium dengan kadar yang berbeda-beda. Kerang darah (*Anadara granosa*) memiliki kadar kalsium 45.78% (Hoque, dkk 2013). Pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) terdapat kalsium oksida sebanyak 66.7% (Balgies, 2011). Pada kerang hijau (*Perna viridis*) terdapat kandungan kalsium sebanyak 55% (Kagawa, 1999) , dan kerang simping (*Placuna placenta*) memiliki kadar



kalsium 44.31% (Fitria, 2013). Data ini menunjukkan peluang bahwa limbah kulit kerang bisa digunakan sebagai sumber dari kalsium. Pemanfaatan kalsium ini dapat digunakan untuk pembuatan gipsum untuk aplikasi medis.

Pada penelitian ini melakukan proses pemanfaatan daur ulang limbah cangkang kerang (*recycle biowaste*) untuk menghasilkan gipsum menggunakan variasi parameter daya input radiasi gelombang mikro, massa yang masuk, dan lama proses pemanasan. Parameter yang dipilih adalah dengan menggunakan 540 watt daya input selama 75 menit dan material yang masuk sebanyak 50 gram dengan metode gelombang mikro. Gipsum tersebut akan digunakan sebagai salah satu bahan baku pembuatan gipsum bandage. Parameter pembuatan gipsum bandage dipengaruhi oleh rasio adhesive dan rasio komposisi antara serbuk gipsum dan air, dimana hal ini yang akan diangkat sebagai topik pengamatan terhadap produk gipsum *bandage*.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh rasio *adhesive* dan rasio komposisi antara serbuk gipsum anhidrat dan air terhadap sifat mekanik dan sifat biologi gipsum *bandage*?

1.3 Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil akhir yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan serta tidak menyimpang dari permasalahan yang ditinjau, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh dari lingkungan seperti perubahan temperatur dan kelembaban diabaikan.
 2. Pengaruh *impurities* pada produk gipsum yang
-



dihasilkan diabaikan karena impurities yang terkandung dalam gipsum bandage sangat kecil.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisa pengaruh rasio adhesive dan rasio komposisi antara serbuk gipsum dan air terhadap sifat mekanik dan sifat biologi gipsum *bandage*.

1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menghasilkan gipsum bandage yang terbuat dari cangkang kerang (*bio waste*) untuk memenuhi kebutuhan gipsum bandage di rumah sakit di Indonesia. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam bidang kedokteran khususnya dalam pemilihan material gipsum bandage dan tidak tergantung pada produk gipsum bandage impor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cangkang Kerang

Kerang merupakan biota laut yang sangat penting dari sektor perikanan. Mempunyai nilai ekonomis tinggi potensial sebarannya ditemukan di perairan pesisir pantai (Sutiknowati, 2012 dan Nursalim dkk, 2012). Selama ini kerang segar hasil tangkapan nelayan hanya dimanfaatkan daging / otot aduktornya saja. Sementara cangkangnya dibuang dan menjadi limbah serta beberapa ada yang di ekspor (Agustini dkk, 2011). Berdasarkan data statistik ekspor hasil perikanan Badan Pusat Statistik tahun 2012, cangkang dari kerang atau disebut koral di ekspor sebanyak 11.548 ton pada tahun 2011 dan 5.631 ton pada tahun 2012. Hal ini mengindikasikan bahwa cangkang kerang belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Jika dilihat dari kandungan CaCO_3 sebanyak 95 – 99 % pada cangkang kerang tersebut, maka kita dapat memanfaatkan cangkang kerang secara optimal (Saryati dkk, 2012 dan Mohamed dkk, 2012).

Tabel 2.1 menunjukkan kandungan mineral pada kerang rambut (Balgies, 2011), kerang darah (Hoque, dkk 2013), kerang hijau (Kagawa, 1999), dan kerang simping (Siripom, 2009).

2.2 Kalsium Sulfat

Kalsium sulfat merupakan senyawa sulfat dari batu kapur. Di alam kalsium sulfat dikenal sebagai gipsum (Meisenbach). Kalsium sulfat atau gipsum umumnya berwarna putih, sedangkan pada keadaan impure, gipsum mengandung beberapa bahan, diantaranya batu kapur, silika, dan alumina. Gipsum ini umumnya berwarna abu-abu (Pollack, 1973).



Kalsium sulfat atau gipsum merupakan bahan yang sangat biokompatibel dan salah satu bahan yang digunakan untuk cangkok tulang sintetis yang paling sederhana dengan riwayat klinis terpanjang (Greish, 2010).

Tabel 2. 1 Kandungan Mineral Cangkang Kerang

No	Komponen	Kerang rambut	Kerang darah	Kerang hijau	Kerang simping
1	Ca	66.7 %	15.15 %	55 %	26.78 %
2	Si	7.88 %	-	-	-
3	Fe	0.03 %	-	3.6 %	0.12 %
4	Al	1.25 %	0.23 %	-	-
5	O	-	56.3 %	-	-
6	Na	-	0.28 %	0.28 %	-
7	S	-	0.25 %	-	-
8	K	-	-	0.23 %	-
9	P	-	-	0.13%	-
10	Mg	-	-	0.07 %	-
11	Zn	-	-	0.04 %	0.07%
12	Cu	-	-	0.04 %	-
13	Sc	-	-	-	0.28 %
14	Cr	-	-	-	0.07 %
15	Mn	-	-	-	0.12 %
16	Br	-	-	-	0.08 %
17	Sr	-	-	-	0.36 %
18	Au	-	-	-	0.012 %
19	Pb	-	-	-	0.002%



2.2.1 Pengolahan Kalsium Sulfat Anhidrat

Proses pengolahan kalsium sulfat anhidrat (CaSO_4) banyak dilakukan melalui metode desulfurisasi gas buang (FGD), yaitu dengan cara mengubah kalsium sulfat dihidrat pada temperature >150 C, dengan tekanan 20-40 psi atau 138-276 kPa selama 4-6 jam (Ling, dkk 2005). Berbagai metode pengolahan kalsium sulfat anhidrat yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Dari Tabel 2.2 dapat dilihat bahwa sintesis kalsium sulfat selama ini menggunakan banyak sekali bahan kimia. Masih banyak yang menggunakan metode konvensional. Tetapi ada beberapa yang menggunakan metode gelombang mikro. Hasil yang didapatkan juga memiliki sifat yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode konvensional. Tetapi pada metode gelombang mikro ini, bahan yang digunakan untuk sintesis juga masih banyak yang menggunakan larutan kimia.

2.2.2 Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat

Sifat kalsium sulfat anhidrat menurut Safety Data sheet (HCS 2012 (29 CFR 1910.1200)) dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Tabel 2. 2 Pengolahan Kalsium Sulfat Anhidrat

No	Metode	Material	Hasil
1	Desulfurisasi Gas Buang	<ol style="list-style-type: none">1. Lime, sulfuric acid (Ling, dkk 2005)2. Sodium hidroksida, kalsium hidroksida, hidrogen peroksida, limestone (Sharma, dkk 2010)	Kalsium Sulfat Anhidrat
2	<i>Cryo-vacuum process</i> (Park, dkk 2011)	Gypsum (99.9%) dan air suling	Kalsium sulfat
3	Metode Fasil	<ol style="list-style-type: none">1. Calcium chloride, sodium sulphate, n-butanol, dan cyclohexane, etanol (Chen dan Wu, 2008)2. Kalsium Klorida, etanol, asam	Kalsium Sulfat Kalsium Sulfat



		sulfat (Yang, dkk 2010)	
4	Gelombang mikro (Li, dkk 2008)	<i>Ethyl glycol, dimethylformamide (DMF), calcium chloride, sodium dedocyl sulphate</i>	Nano-kalsium sulfat
5	Sintesis elektrokimia (Lee, dkk 2010)	<i>Calcium chloride dehydrate, thionyl chloride, dimethylformamide (DMF)</i>	Kalsium sulfat nanorod/wire
6	<i>Microemulsion reverse method</i> (Kong, 2012)	<i>Cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB), calcium chloride, sulfuric acid, deionized water</i>	Kalsium sulfat anhidrat
7	Supersaturate d Method (Amjad, 2014)	Sodium sulphate, distilised water, calcium chloride	Kalsium sulfat anhidrat
8	<i>Liquid-liquid</i>	<i>Ca-Salt of dedocyl sulphate, ethylene</i>	Kalsium sulfat anhidrat



	<i>separation method</i> (Sawant dan Niranjane, 2008)	<i>glycol, sulfuric acid, ethanol</i>	
9	<i>Biosurfactant template sonochemical</i> (Hazra, dkk 2013)	<i>Calcium chloride, distilised water, Pseudomonas aeriginosa BSO₁, Bacillus clause BSO₂, (NH₄)₂SO₄</i>	Nano-kalsium sulfat
10	Metode Hidrotermal	<i>Calcium chloride, sodium sulphate, distilised water</i> (Luo, dkk 2013)	Kalsium Sulfat Whiskers
		<i>Waste residue phosphogypsum, deionized water, glycerin</i> (Zheyuan dan Faqin, 2010)	Kalsium Sulfat Whiskers



Tabel 2. 3Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat

Sifat	Nilai
Nama Kimia	Kalsium Sulfat Anhidrat
Rumus Molekul	CaSO_4
Berat Molekul	136 g/mol
Warna	Coklat, abu-abu
Kerapatan	2.96 g/ml
Kelarutan dalam air	2.4 g/L pada 20 C
Titik Lebur	1450 C
pH	>10

Selain sifat-sifat yang dijelaskan sebelumnya pada Tabel 2.3 kalsium sulfat memiliki sifat biologi. Sifat biologi ini diperlukan untuk mengetahui kesesuaian kalsium sulfat dengan tubuh manusia. Sifat biologi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Berdasarkan Tabel 2.4 dari aplikasi yang berbeda, kalsium sulfat mampu digunakan di dalam tubuh sebagai material aplikasi medis yang bisa diterima tubuh.

2.2.3 Aplikasi Kalsium Sulfat Anhidrat di bidang medis

Kalsium sulfat banyak diaplikasikan dalam bidang medis, khususnya banyak digunakan di bagian rawat darurat (UGD) dan unit ortopedi. Pada unit gawat darurat dan ortopedi, kalsium sulfat digunakan untuk menahan sendi dan tulang di posisi, terutama setelah operasi (Barlow, 2013). Aplikasi kalsium sulfat anhidrat di bidang medis dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Tabel 2. 4 Sifat Biologi Kalsium Sulfat

No	Referensi	Hasil
1	Kraizter, 2012	Kalsium sulfat memiliki sifat <i>biocompatibility</i> dan mudah digunakan sebagai bone graft pada ortopedi, tulang belakang, dan prosedur <i>maxillofacial</i> .
2.	(Tsai 2012) dan (Brebach 2002)	Kalsium sulfat memiliki sifat <i>biodegradable</i> yang tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya tingkat bioaktivitas. Hal ini ditunjukkan dengan eksperimen perendaman kalsium sulfat di dalam larutan Ringer selama 7 hari. Biodegradasi kalsium sulfat yang cepat mengakibatkan lambatnya proses pemulihan tulang. Oleh karena itu, biodegrasi harus diturunkan untuk menaikkan sifat mekanik dari cangkok tulang.
3	(Beuerlein 2010) (Marco 2001)	Kalsium sulfat memiliki sifat <i>bioabsorbable</i> yang diaplikasikan untuk pengganti tulang. Kalsium sulfat memiliki waktu serap rata-rata selama 33 hari, dan kemudian benar-benar digganti dengan tulang yang baru. Kalsium sulfat ini juga lebih menguntungkan dalam regenerasi jaringan



Tabel 2. 5 Aplikasi Kalsium Sulfat Anhidrat di Bidang Medis

No	Referensi	Aplikasi
1	Colditz, 2002	<i>Gypsum bandage</i>
2	Stewart, 2009	<i>Plaster Cast</i>
3	Mohammed, 2012 Chandramohan, dkk 2010	<i>Bone Graft</i>
4	Vyas 2008	<i>impression plaster, mount cast, dan dental stone</i>
5	Greish 2010	berhasil digunakan untuk mengobati penyakit periodontal, <i>endodontic lesions</i> , <i>alveolar bone loss</i> , dan <i>maxillary sinus augmentation</i>

2.3 Polyvinylpyrrolidone (PVP)

Polyvinylpyrrolidone (poly-[1-(2-oxo-1-pyrrolidinyl)-ethylene]) biasa disebut dengan polyvidone atau povidone adalah polimer yang tidak beracun dan fleksibel. Berwarna putih dan berbentuk serbuk. Sebagai **adhesive**, PVP mampu meningkatkan kekuatan dan ketangguhan (Brenntag Specialist).

Selain itu polyvinylpyrrolidone atau povidone memiliki kelarutan dan biokompatibilitas yang baik (Chen, 2013). PVP memiliki sifat fisik dan kimia. Diantaranya PVP memiliki berat molekul 2500 sampai 2.500.000 g/mol, kadar uap air 68-72%, pH antara 6-9 dari skala 14, titik beku dan titik lebur -4.1°C dan 150°C sampai 180°C . Selain itu kelarutan dalam air PVP sekitar 20% hingga 45% dan memiliki kerapatan atau densitas 1.2 g/cm^3 .



Dari sifat-sifat diatas, PVP (polyvinylpyrrolidone) mampu diaplikasikan untuk bidang medis dan farmasi. Aplikasi dari PVP antara lain sebagai *adhesive* untuk pembalut luka (Roy, 2013), sebagai coating agent (Rajeswari, 2013), sebagai membrane polimer, dan material control untuk aplikasi drug release (Papadimitriou, 2012). Dengan melihat banyaknya aplikasi PVP atau polyvinylpyrrolidone ini, khususnya sebagai *adhesive* untuk pembalut luka, maka pada penelitian ini *adhesive* yang digunakan untuk menambah daya rekat serbuk gipsium ketika diaplikasikan pada perban adalah dengan menggunakan PVP.

2.4 Gips (Gypsum Bandage)

Gypsum bandage adalah perban yang dilapisi campuran dari kalsium sulfat dan air (Stewart, dkk 2009). Gypsum bandage terdiri dari leno woven fabric dengan high grade yang dibubuhi kalsium sulfat hemihidrat sesuai *British Pharmacopea* (BP) *Standard* (Smith and Nephew 2010). Gypsum bandage digunakan untuk mempertahankan posisi tulang dan sendi selama lebih dari satu abad (Barlow, 2013). Variasi metode pembuatan gipsium bandage yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Produk gypsum bandage memiliki sifat fisik, sifat kimia, dan sifat mekanik menurut Bureau of Indian Standards dapat dilihat pada Tabel 2.7.



Tabel 2. 6 Metode Pembuatan Gypsum Bandage

No	Referensi	Material	Parameter	Hasil
1	Green, dkk 1984	serat kalsium metasilikat, novasit <i>silica</i> , dan poliuretan	Rasio poliuretan dan filler dengan rasio poliuretan 40-70% dan rasio <i>filler</i> 30%-60	Plaster bandage dengan modulus elastisitas 22.3-266.5 psi, dan bending modulus 109-141 psi. <i>Setting time</i> :3.5-11 menit
2	Smith, dkk 1966	<i>Plaster of paris</i> , <i>methanol</i> , <i>etanol</i> , <i>propanol</i> , <i>isopropanol</i> , <i>ammonium borat</i> , <i>polyvinyl acetate</i> ,	Temperatur pengeringan 160F dan 250F	<i>Plaster of paris bandage</i> dengan <i>water resistance</i> yang tinggi, dan mudah mengeras.
3	Aljubouri, dkk 2009	<i>Calcinations gypsum</i> ($CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$), <i>leno gauze</i>	w/p = 45 – 50 setting time = 6 – 8 menit ukuran partikel = -250 100%, +90 90%	Gypsona dengan porositas 38 dan densitas 2.4



4	Hatim, dkk 2006	Gypsum Iraqi plaster, CaO, Ferric oxide, Gum arabic	w/p : 40 – 48 % composition: gum Arabic: 0.1-0.5% ferric oxide: 0.1% dan 0.2%, CaO: 0.1-10.75% setting time : 3 – 14 menit	Plaster plaster of paris mempunyai setting time: 3-13 menit, setting expansion 0.07- 0.13% dan compressive strength 73-86 Kg/cm ²
5	Billings, dkk 1958	Melamin formaldehid, gypsum, boric acid, PVA, bandage	Melamin formaldehid: 10-15% Gypsum: 75-90% Boric acid: 0,4% dan 0.5% PVA: 0.6-1.2% Bandage: 4 inchx5 yard	Orthopedic bandage dengan cast strength setelah 1 hari sebesar 822-1027 pounds, dan setelah 7 hari sebesar 1190-1250 pounds.
6	Boricheski, dkk 1976	HBr 0.4wt% NH ₄ OH 0.8% Polivinyl acetate .15%	w/p = 30 – 60 % preferable 50%	Orthopedic bandage dengan elongation 25 % - 100 % pada machine direction dan 40 % -120



			Corn dextrin 1.5% K ₂ SO ₄ 0.3% Alkanol 0.05% A-CaSO ₄ .0.5H ₂ O 100% Water 50%		% pada cross direction serta memiliki kekuatan sebesar 120-220 psi.
7	Hall, 1977	dkk	<i>Leno gauze, plaster of paris, oleic acid, methylene chloride, hydroxypropyl cellulose, zinc oxide, vinylmethyl ether</i>	Setting time : 24 jam Rasio berat leno gauze dan POP adalah 1:1 4 gr <i>oleic acid</i> , 120 ml <i>methylene chloride</i> , 60 gr zinc <i>oxide</i> 0.22 μm, 3 gr <i>hydroxypropyl cellulose</i> , 100 gr <i>vinylmethyl ether</i>	<i>Orthopedic bandage</i> dengan <i>compressive strength</i> 15.729 psi
8	Stern		Gypsum anhidrat, NaCl, leno gauze	<i>Setting time</i> : 3-8 menit w/p : 50 %	<i>Plaster bandage</i> dengan <i>tensile strength</i> 372-394 lbs, <i>compression strength</i>



				2159-2359 lbs, dan percent lost in weight 22-27 %
9	Eberl, 1953	POP, air, asam asetat, HBr, PVA, ammonia 29%, copolymer vinyl acetat dan acrylite ester, bandage	Setting time 5 menit Temperatur pengeringan 185 F.	POP bandage dengan struktur yang rigid dan fleksibel.
10	Smith, 1972	PVA, ammonia, potassium sulfat, water, POP, bandage	Setting time = 4 menit Temperatur pengeringan 190 F dan 235 F	Plaster of paris bandage dengan moisture resistance yang tinggi, dan kuat
11	Smith, 1974	POP, potassium sulfat, dextran 0.5-1.5%, bandage, water	Setting time : 5 menit Temperatur pengeringan : 200 dan 230 F	POP bandage yang fleksibel, dan mempunyai moisture resistansi yang tinggi.



Tabel 2. 7 Sifat Fisik, Sifat Kimia, dan Sifat Mekanik Gypsum Bandage

Sifat	Nilai
Ukuran Partikel	$\leq 150 \mu\text{m}$
Setting time	4 sampai 7 menit
Saturation time	10 detik
Massa	$< 340 \text{ g/m}$
Kemurnian Gypsum Minimum	90 %
Kekuatan Tekan	100 kg/cm^2

2.5 Gelombang Mikro

Gelombang mikro adalah energi elektromagnetik yang memanfaatkan medan listrik dan medan magnet yang saling terkait secara tegak lurus. Frekuensi gelombang mikro yaitu antara 300 MHz sampai 300 GHz yang terbagi dalam 3 kelompok yaitu *Ultra High Frequency* (UHF:300MHz-3GHz), *Super High Frequency* (SHF:3GHz-30GHz) dan *Extremly High Frequency* (EHF:30GHz-300GHz) serta mempunyai panjang gelombang dari 1 m sampai 1 mm.

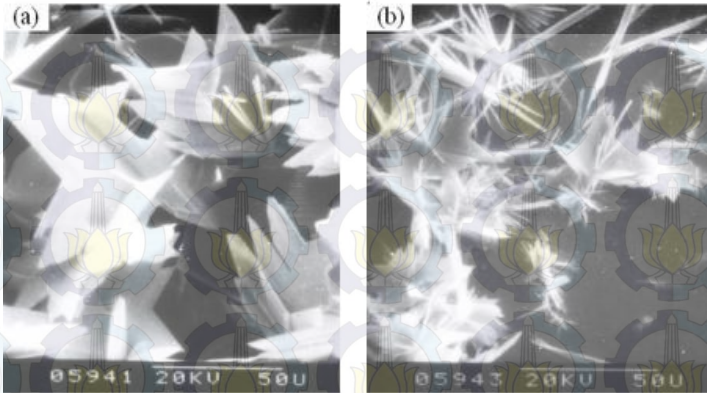
Microwave dapat menyebabkan pergerakan molekular yang disebabkan oleh terjadinya migrasi ionik dan/atau rotasi dipolar. Pemanasan *microwave* pada suatu material tergantung pada *dissipation factor*, dimana menunjukkan *ratio dielectric loss* atau *loss factor* terhadap *dielektric constant* dari suatu material. Sehingga material dengan *loss factor* tinggi menjadi mudah dipanaskan dengan energi *microwave*. Pada kondisi riil, *ionic conduction* dan dipolar rotation merupakan dua mekanisme yang terjadi pada *microwave energy loss*. (Kingston dan Jassie, 1985).



Laju reaksi pada pemanasan dapat dihitung dengan persamaan Arrhenius ($k = Ae^{-E_a/RT}$) dimana T adalah temperatur yang dapat mengendalikan kinetika reaksi. Sedangkan reaksi yang dibantu gelombang mikro akan berbeda. Radiasi gelombang mikro akan mengaktifkan secara langsung molekul yang memiliki ikatan dipol atau ionik. Selama transformasi terjadi kurang dari nano sekon (10^{-9} s), molekul – molekul tidak dapat mencapai ekuilibrium. (Hayes, 2004).

Saat ini, gelombang mikro banyak digunakan dalam sintesis biomaterial. Sebagai metode pengolahan terbaru, gelombang mikro mensintesis biomaterial dalam waktu yang lebih singkat serta meningkatkan sifat fisik dan mekanik biomaterial. Banyak penelitian menunjukkan bahwa bentuk kristal biomaterial dengan sintesis microwave sangat berbeda jika dibandingkan dengan metode konvensional. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan bentuk kristal kalsium sulfat dalam kondisi kristal yang sama, seperti kejenuhan, temperatur, dan hidrodinamika larutan (Yang, dkk 2010).

Faktor yang berpengaruh dalam pemanasan menggunakan gelombang mikro yaitu radiasi. Radiasi gelombang mikro berpengaruh besar dalam bentuk struktur kristal kalsium sulfat. Pengaruh perbedaan radiasi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 SEM bentuk kristal kalsium sulfat (a) metode water bath (b) metode microwave (Yang, dkk 2010)

2.5.1 Pemanasan dan Reaksi dengan Gelombang Mikro

Berdasarkan hukum optik interaksi antara gelombang mikro dan material, dimana gelombang mikro dapat ditransmisikan, diserap, dan dipantulkan tergantung jenis materialnya. *Microwave* dapat dipantulkan dan tidak dapat menembus logam. Logam umumnya memiliki konduktivitas yang tinggi dan diklasifikasikan sebagai konduktor. Bahan yang transparan untuk *microwave* diklasifikasikan sebagai isolator (Othman, dkk 2013). Penelitian sebelumnya mengenai keuntungan menggunakan gelombang mikro dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Pemanasan yang digunakan pada gelombang mikro dapat terjadi karena adanya friksi molekular yang disebabkan polarisasi molekul yang meliputi polarisasi dipolar dan konduksi ionik (Zhu dan Hang, 2013). Polarisasi dipolar merupakan prinsip pembentukan panas



untuk larutan yang digunakan di dalam proses penghancuran menggunakan gelombang mikro. Rotasi molekul cepat yang didorong oleh osilasi medan elektrik digunakan untuk melakukan pemanasan dan pencampuran. Temperatur yang dapat dicapai larutan dari mekanisme ini dapat diperkirakan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{C\varepsilon'' f E_{rms}^2}{\rho C_p} \quad (2.1)$$



Tabel 2. 8 Metode Gelombang Mikro

No	Referensi	Material	Hasil
1	Jumah, dkk 2012	Wheat	<p>Laju pengeringan dan waktu pengeringan lebih cepat daripada convective heat and mass transfer.</p> <p>Pemanasan microwave secara terus menerus mengakibatkan menurunnya tingkat kelembaban menuju nilai kesetimbangan.</p> <p>Kombinasi <i>microwave-convective</i> memberikan laju pengeringan lebih tinggi daripada <i>convective drying</i> saja. Naiknya kekuatan medan listrik, frekuensi, dan temperatur udara masuk pada <i>microwave</i> menyebabkan naiknya laju pengeringan dan pengurangan waktu <i>drying</i>.</p>
2	Yan, dkk 1999	LiMnO ₄	<p>Efisiensi radiasi <i>microwave</i> menyebabkan paduan sampel dapat menyerap dan bergabung dengan cepat (kurang dari 10 menit).</p>



3	Yan, dkk 2013	$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$	Metode <i>microwave</i> membuat kesterite terbentuk lebih cepat jika dibandingkan dengan metode konvensional. Dan juga kinetika reaksi menjadi lebih cepat, ini terbukti dari kesterite yang terbentuk hanya membutuhkan waktu 15 menit pada temperatur 180 C.
4	Miao, dkk 2013	$x\text{Li}_2\text{MnO}_3 \cdot (1-x)\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ dengan $x=0.2;0.4;0.6;0.8$ dengan Mn-Ni-Co precursor	Material mengalami aglomerasi yang tidak teratur dan memiliki diameter rata-rata 40 nm. Ini disebabkan karena adanya endapan yang digunakan dalam <i>precursor</i> . Mekanisme pertumbuhan kristal menjadi lebih cepat dengan metode <i>microwave</i> .
5	Zhou, dkk 2014	Co_3O_4 quantum dots/grapheme	Pengaruh <i>microwave irradiation</i> pada sintesis <i>quantum dots/grapheme composite</i> adalah densitas Co_3O_4 menjadi lebih tinggi dan ukuran grain menjadi lebih halus, yaitu 3-8 nm.
6	Muslim, dkk 2014	LiMnBO_3/C	Sintesis <i>microwave</i> digunakan untuk menghasilkan <i>cubic phase</i> . Pengaruh sintesis



			gelombang mikro ini juga dapat meningkatkan gerakan antar ion yang berdifusi dan menurunkan energi aktivasi untuk mempercepat transformasi fasa dari reaksi yang terjadi pada sampel. Akibatnya tingkat kemurnian sampel menjadi lebih tinggi dan hanya membutuhkan waktu yang relatif singkat.
7	Huang, dkk 2014	$x\text{Ca}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}-(1-x)(\text{Ca}_{0,61}\text{Nd}_{0,26})\text{TiO}_3$ dengan $x=0.2;0.4;0.6;0.8$	Metode dielektrik membuat sampel memiliki sifat dielektrik yang sangat baik. Selain itu dari hasil XRD didapatkan struktur kristal perovskite.
8	Kadem, dkk	Wood 20x3.5x3.5	Dengan daya yang minimum untuk mencapai temperatur tertentu dan mengurangi kadar air menjadi minimum diperlukan waktu yang lebih lama. Semakin tinggi daya <i>microwave</i> semakin rendah kadar air kayu.
9	Zhu, dkk	Zinc acetate dihydrate	Pemanasan <i>microwave</i> khususnya <i>cycling</i>



	2007	(Zn(CH ₃ COO) ₂ ·2H ₂ O), ethylene glycol, deionized water.	<i>mode</i> digunakan dalam tahap nukleasi. Berperan dalam mengendalikan bentuk struktur mikro ZnO. Dengan penyesuaian yang tepat diperoleh nanostructure berbentuk <i>strawbundle</i> dan <i>chrysanthinum</i> .
10	Krysiak, 2011	Cocoa beans	Pemanasan microwave mempengaruhi sifat physicochemical dari <i>cocoa beans</i> . Pada 12.5 menit terjadi pengurangan <i>volatile acidity</i> dari <i>cocoa beans</i> .
11	Houmes, dkk 1997	MN _x (M = Ti, Al, V, Si, B, Nb)	Reaksi serbuk logam dengan nitrogen telah terbukti menghasilkan <i>binary nitride</i> dalam waktu kurang dari 6 jam.
12	Chen, dkk 2010	Kalsium asetat, ammonium karbonat, ethylene glycol, distilled water	Menghasilkan kalsium karbonat dengan struktur kristal vaterite. Parameter <i>microwave power</i> , dan <i>reaction time</i> mempengaruhi pembentukan dari struktur <i>spheroidal vaterite</i> .

Dimana C adalah konstanta, ρ adalah densitas, C_p adalah kapasitas panas, f adalah frekuensi, E_{rms}^2 adalah medan intensitas dan ϵ'' adalah kehilangan dielektrik. (MacKenzie dkk, 2009). Gaya dipol sensitif terhadap medan elektrik dan berupaya untuk mensejajarkan diri dengan medan rotasi. Medan elektrik dapat menyediakan energi untuk terjadinya rotasi tersebut seperti

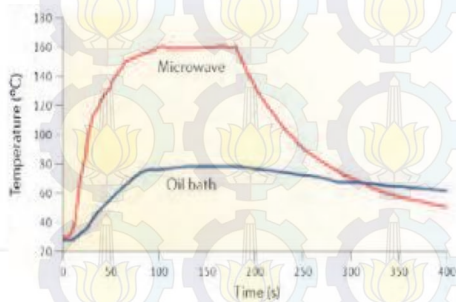


terlihat pada Gambar 2.2 berikut.

Gambar 2. 2 Molekul dipolar yang mencoba untuk mensejajarkan dengan medan elektrik yang berosilasi. (Lidstrom, 2001)

2.5.2 Perbandingan Pemanasan Gelombang Mikro dengan Pemanasan Konvensional

Pemanasan konvensional biasanya menggunakan tungku atau minyak yang digunakan untuk memanasi dinding secara konveksi atau konduksi. Inti dari sampel membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai temperatur yang diinginkan. Sedangkan gelombang mikro menekan bagian dalam material dan panas terbentuk melalui interaksi material dengan gelombang mikro secara langsung. Untuk pemanasan dalam waktu satu menit dapat dibandingkan pemanasan menggunakan gelombang mikro dan konvensional seperti terlihat pada Grafik 2.1.



Grafik 2. 1 Profil temperatur etanol setelah satu menit dipanaskan dengan gelombang mikro dan dengan pemanasan konvensional (Saxena & Chandra, 2011).

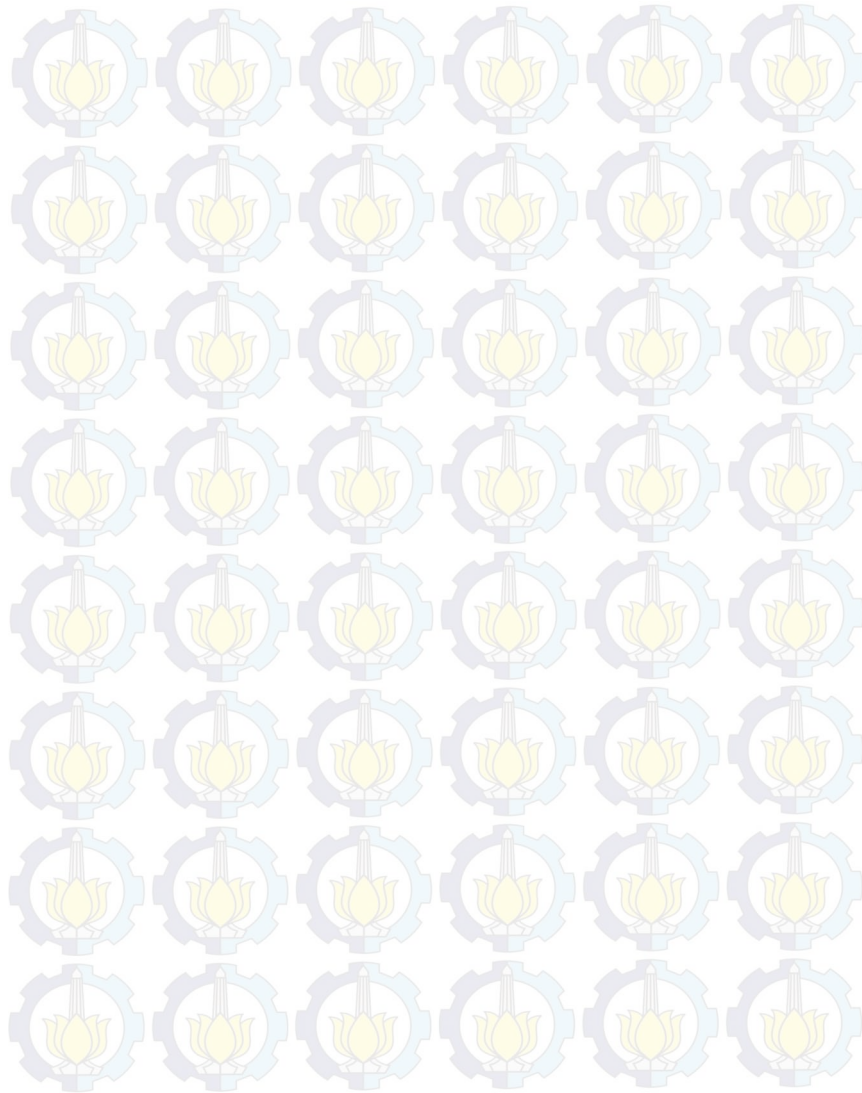
Ini terjadi karena panas yang dihasilkan pada pemanasan konvensional akan terdorong ke dalam substansi melewati dinding bejana untuk mencapai pelarut dan reaktan. Metode ini berlangsung dengan lambat (waktu lebih lama) dan tidak efisien dalam menstransfer energi. Sedangkan pada metode dengan menggunakan gelombang mikro terjadi kenaikan suhu yang cepat hal ini dikarenakan gelombang mikro berhadapan langsung dengan molekul-molekul dari campuran reaksi keseluruhan. Selama prosesnya berlangsung tidak dibatasi oleh konduktivitas termal dari dinding bejana, hasil yang diperoleh yaitu pemanasan lokal sesaat pada substansi yang akan bereaksi baik secara rotasi dipol maupun konduksi ionik (Hayes, 2004).

Berikut adalah keunggulan dari pemanasan gelombang mikro, diantaranya:

1. Metode radiasi gelombang mikro lebih efektif
2. Metode radiasi gelombang mikro lebih cepat



3. Metode radiasi gelombang mikro menghasilkan struktur mikro yang lebih halus.



BAB III

METODOLOGI

3.1 Bahan

1. Serbuk cangkang kerang yang berasal dari kerang darah, kerang rambut, kerang hijau, dan kerang simping.
2. Aquades
3. Asam sulfat 98 % SAP Chemical
4. Gauze One Med
5. PVP One Mad

3.2 Alat

1. *Centrifugal Crusher*
Alat ini digunakan untuk mereduksi ukuran cangkang kerang
2. *Beaker glass 1000 ml*
Digunakan untuk mereaksikan serbuk cangkang kerang dengan larutan asam sulfat 6 M
3. Gelas Ukur 250 ml
Alat ini digunakan untuk mengencerkan larutan asam sulfat 98% dengan aquades untuk membuat larutan asam sulfat 6M
4. Spatula
Digunakan untuk mengambil endapan gypsum
5. *Magnetic Stirrer*
Digunakan untuk mengaduk serbuk cangkang kerang dan larutan asam sulfat 6M
6. Kertas ph universal
Digunakan untuk mengukur kenaikan ph dari endapan gypsum

7. Neraca Analitik

Digunakan untuk menimbang berat serbuk cangkang kerang yang telah dihancurkan dan digunakan untuk menimbang berat serbuk gipsium.

8. *Crushible*

Alat ini digunakan untuk menempatkan serbuk gypsum di dalam microwave furnace

9. *Microwave furnace*

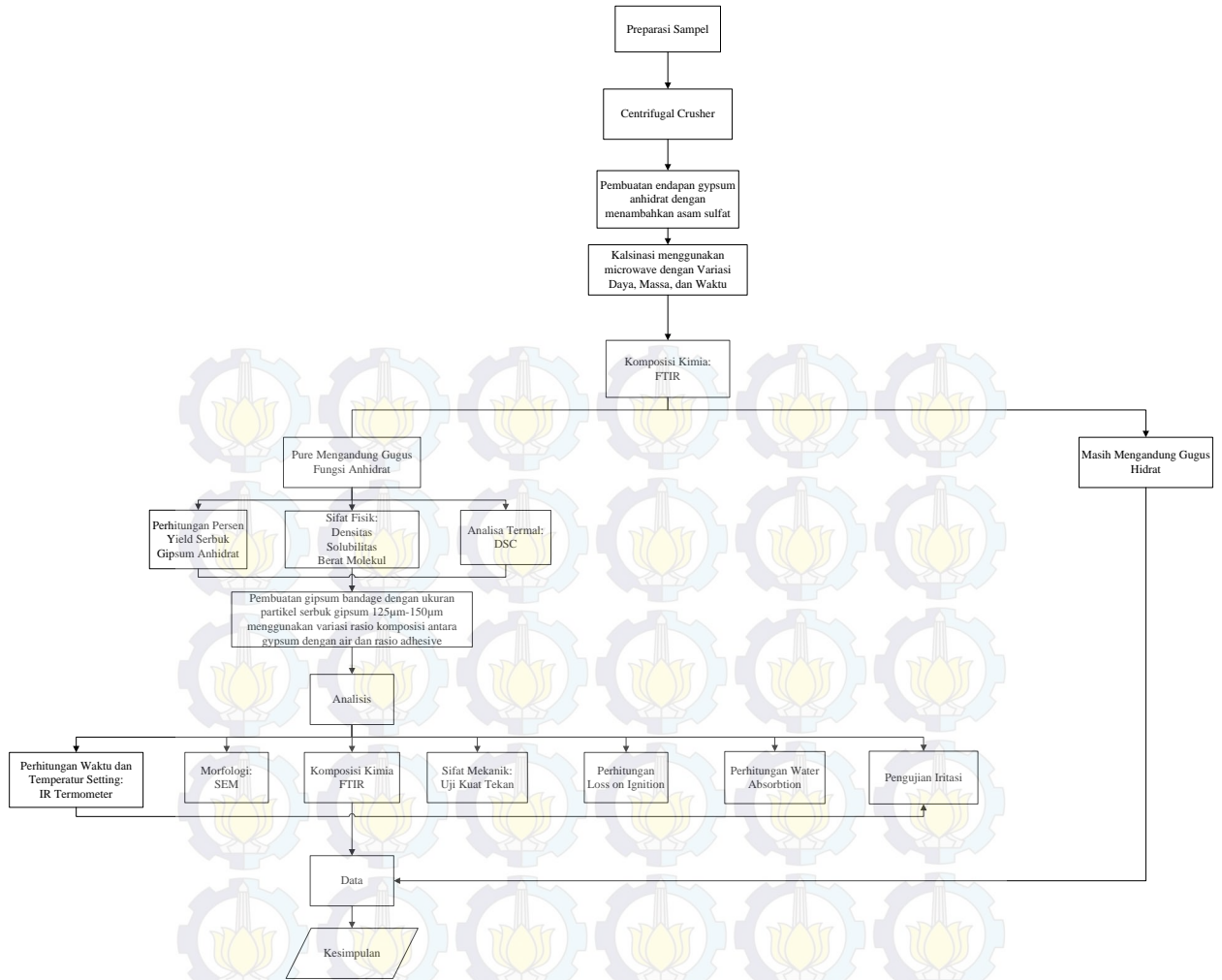
Alat ini digunakan untuk pemanasan sampel secara non-konvensional dengan menggunakan metode gelombang mikro.

10. *Sieving*

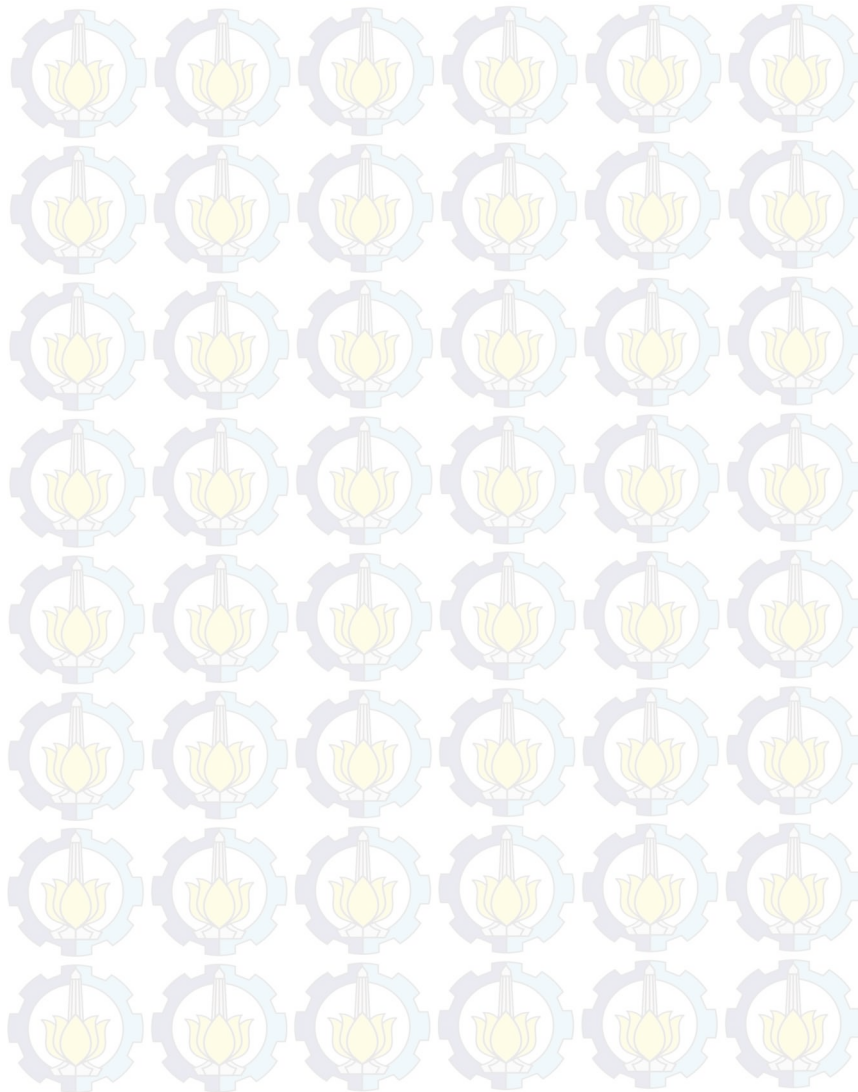
Alat ini digunakan untuk memisahkan ukuran partikel serbuk gipsium. Sieving yang digunakan berukuran 100 mesh (150 μm) dan 120 mesh (125 μm)



3.3 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram alir Penelitian





3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Cangkang Kerang

Sebelum melakukan eksperimen, cangkang kerang yang digunakan harus dibersihkan untuk menghilangkan pengotor yang ada. Kadar air dan molekul organik yang terkandung didalam cangkang kerang darah dan simping juga harus dihilangkan. Oleh karena itu, cangkang kerang darah dan simping dicuci dengan air bersih kemudian dilakukan proses pengeringan selama 24 jam menggunakan sinar matahari.

3.4.2 Proses Crushing

Setelah proses pengeringan selesai maka cangkang kerang dicrusher menggunakan centrifugal crusher yang fungsinya untuk menghancurkan cangkang kerang menjadi serbuk. Crushing dilakukan dengan kecepatan 1400 rpm.

3.4.3 Proses Pembuatan gypsum

Metode pembuatan gypsum ini menggunakan metode gelombang mikro. Pada metode ini serbuk cangkang kerang dicampur dengan larutan H_2SO_4 6M. Campuran serbuk kerang dan larutan H_2SO_4 6M diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer pada temperatur $70^\circ C$ dengan kecepatan 1000 rpm. Kemudian campuran didiamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan gypsum. Endapan gypsum dipisahkan dari larutannya. Endapan gypsum yang telah dipisahkan masih dalam keadaan asam. Untuk mengurangi tingkat keasaman endapan dicuci dengan aquades hingga

endapan memiliki pH 5. Setelah itu endapan gipsium ditimbang menggunakan neraca analitik.

3.4.4 Proses Pemanasan Secara Non Konvensional

Proses pemanasan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah menggunakan pemanasan secara non-konvensional (*microwave*). Pada proses ini, dilakukan pemanasan dengan variasi daya input, waktu, serta massa yang masuk ke dalam microwave. Pengujian yang dilakukan untuk memilih bahan baku ini adalah FTIR. Dari hasil FTIR didapat bahwa parameter yang sesuai untuk pembuatan serbuk gipsium anhidrat adalah dengan massa material yang masuk 50 gram dipanaskan menggunakan daya input 540 watt selama 75 menit. Karena pada parameter ini gugus fungsi sudah berubah menjadi anhidrat, dan % massa yang terbentuk menjadi gipsium anhidrat adalah 23.16%. Saat pemanasan selesai, temperatur serbuk diukur menggunakan termometer inframerah.

3.4.5 Proses Pembuatan Gypsum Bandage

Pembuatan gipsium bandage dengan menggunakan bahan utama serbuk gipsium anhidrat dan gauze. Ukuran partikel serbuk gipsium anhidrat yang digunakan adalah 125-150 μm . Gypsum bandage dibuat dengan melekatkan serbuk gipsium anhidrat pada gauze. Serbuk gipsium anhidrat dicampur dengan adhesive (PVP) dan ditambahkan dengan air agar membentuk slurry yang digunakan sebagai bahan pembuatan gipsium bandage. Rasio komposisi serbuk gipsium dan air yang digunakan adalah 50%:50%, 55%:45%, dan 60%:40% serta bahan perekat sekitar 1% dan 2% dari jumlah gipsium. Slurry yang terbentuk



diolaskan pada perban dengan dimensi 100cm×15cm dan dibiarkan mengering selama ±2jam pada temperatur ruang (27°C). Perban yang telah didiamkan selama 2 jam dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada temperatur 180°C selama 20 menit. Tabel 3.1 menjelaskan parameter dan variabel yang digunakan dalam pembuatan gipsum bandage.

Tabel 3. 1 Komposisi Rasio Adhesive dan

Kode Sampel	Rasio Air (%)	Rasio Serbuk Gypsum Anhidrat (%)	Rasio Adhesive (%)
1	40	60	1
2	40	60	2
3	45	55	1
4	45	55	2
5	50	50	1
6	50	50	2

3.4.6 Pengujian

a) Analisis Komposisi Kimia

Analisis komposisi kimia yang digunakan adalah FTIR (Thermo Scientific Nicolet IS10). FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari serbuk gipsum dan gipsum bandage.

b) Perhitungan Persen Yield

Analisa perhitungan persen yield dilakukan untuk mengetahui persentase massa endapan kalsium sulfat yang berubah menjadi serbuk gipsum anhidrat. Perhitungan persen yield ini dilakukan dengan menghitung perbandingan massa akhir dan massa awal

dari material yang masuk dan keluar dari microwave yang dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{massa serbuk giosum anhidrat}}{\text{massa endapan kalsium sulfat}} \times 100\% \quad (1)$$

c) Perhitungan Densitas dan Solubilitas

Perhitungan densitas dan solubilitas digunakan untuk menentukan densitas dan solubilitas dari serbuk gipsum anhidrat untuk mengetahui kesesuaian dengan safety data sheet standard. Perhitungan densitas dilakukan dengan menggunakan picnometer. Perhitungan densitas dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho_s = \rho_{fl} \frac{m_s}{m_{fl} - m_{(s+fl)} + m_s} \quad (2)$$

Dimana ρ_s adalah densitas dari serbuk gipsum anhidrat yang akan dihitung, ρ_{fl} adalah densitas dari fluida, m_s adalah massa sampel, m_{fl} adalah massa fluida, dan $m_{(s+fl)}$ adalah massa sampel yang dicampur dengan fluida. Sedangkan perhitungan kelarutan dalam air dilakukan untuk mengetahui kelarutan serbuk gipsum anhidrat dalam air pada temperatur kamar (25°C). perhitungan ini dilakukan dengan menimbang massa serbuk gipsum anhidrat sebelum direndam. Setelah itu merendam serbuk gipsum anhidrat dalam air dan menimbang serbuk gipsum anhidrat yang tidak larut dalam air. Sebelum ditimbang, serbuk gipsum anhidrat dikeringkan terlebih dahulu untuk menghilangkan air yang terisisa. Kemudian massa serbuk gipsum anhidrat



sebelum dan sesudah direndam dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S = \frac{m_o - m_i}{m_o} \quad (3)$$

Dimana m_o adalah massa awal serbuk gipsum anhidrat yang akan dicari kelarutannya dan m_i adalah massa serbuk gipsum anhidrat yang telah direndam di dalam air.

d) Analisis Morfologi

Analisis morfologi yang digunakan adalah SEM-EDX (FEI INSPECT S50). Pengujian SEM-EDX ini dilakukan untuk mengetahui struktur kristal, distribusi ukuran struktur kristal, distribusi unsur penyusun, dan persentase unsur yang terkandung di dalam gipsum bandage.

e) Uji Mekanik

Pengujian sifat mekanik dalam penelitian ini uji kuat tekan (compressive test). Uji kuat tekan digunakan untuk mengetahui kekuatan tekan dari gypsum bandage. Standar pengujian kekuatan tekan yang digunakan untuk gipsum bandage adalah Bureau of Indian Standard (Lampiran 1). Gypsum bandage dicetak dan dikeringkan dengan ukuran 30mmx30mmx30mm. Beban dikenai pada permukaan gipsum bandage dan diterapkan terus menerus tanpa beban kejat dengan laju konstan dalam kisaran 2.5kg/cm² per detik.

f) Perhitungan Temperatur Setting

Perhitungan temperature setting dilakukan dengan menggunakan termometer inframerah. Standar yang digunakan untuk pengujian ini adalah JSC Memo MA2-95-048 (Lampiran 2). Termometer inframerah digunakan untuk mengukur temperatur gipsum bandage. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui apakah panas pada gipsum bandage masih bisa diterima oleh kulit pengguna atau tidak. Sedangkan waktu setting diukur dengan menggunakan stopwatch. Waktu setting ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dilakukan gipsum bandage untuk mengeras dari mulai pengaplikasian. Standar yang digunakan untuk setting time ini adalah ASTM C59 (Lampiran 3).

g) Perhitungan Loss on Ignition

Perhitungan loss on ignition digunakan untuk mengetahui persentase pengurangan massa dari gipsum bandage akibat pemanasan. Perhitungan loss on ignition dilakukan dengan memanaskan gipsum bandage yang telah dicetak dengan ukuran 1cmx1cmx1cm ke dalam oven pada temperatur 105°C selama 12 jam. Persentase massa gipsum bandage dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$LOI = \frac{m_{25^{\circ}\text{C}} - m_{105^{\circ}\text{C}}}{m_{25^{\circ}\text{C}}} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana $m_{25^{\circ}\text{C}}$ adalah massa gipsum bandage ketika selesai dicetak, dan $m_{105^{\circ}\text{C}}$ adalah massa gipsum bandage ketika selesai dipanaskan pada temperatur 105°C selama 12 jam.



h) Perhitungan Water Absorption

Perhitungan Water Absorption dilakukan untuk mengetahui seberapa tinggi kemampuan gipsum content untuk menyerap air. Standar yang digunakan untuk perhitungan water absorption adalah ASTM C1396M (Lampiran 4). Gipsum bandage dipotong dengan dimensi 15mmx15mmx15mm, gypsum bandage yang mengering ditimbang, kemudian dicelupkan ke dalam air, dan direndam selama 24 jam serta dikontrol setiap 2 jam. Untuk pengukuran water absorption dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$W_{abs} = \frac{W_{wet(n)} - W_{dry(0)}}{W_{dry}} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana w_{abs} adalah kemampuan untuk menyerap, w_{wet} adalah berat ketika gipsum telah direndam, dan w_{dry} adalah berat gipsum sebelum direndam.

i) Pengujian Alergi

Uji alergi yang digunakan adalah pengujian iritasi pada kulit. Standar yang digunakan untuk pengujian iritasi adalah *OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) test guideline 404* (Lampiran 5). Pengujian iritasi dilakukan dengan menggunakan kulit manusia. Sebelumnya permukaan kulit pasien dibersihkan terlebih dahulu. Setelah itu dibebat dengan menggunakan gips (*gypsum bandage*). *Monitoring* dilakukan selama 3 hari. Dan diamati setiap harinya. Pengamatan hasil iritasi kulit dilakukan secara visual.



3.5 Rancangan Penelitian

3.5.1 Pembuatan gipsum anhidrat

Tabel 3. 2 Rancangan Penelitian Pembuatan Gipsum Anhidrat

Massa (gr)	Daya (Watt)	Waktu (menit)	FTIR	Densitas*	Solubilitas*
25	540	75	√	√	√
		90	√	√	√
	720	75	√	√	√
		90	√	√	√
	900	75	√	√	√
		90	√	√	√
50	540	75	√	√	√
		90	√	√	√
	720	75	√		
		90	√		
	900	75	√		
		90	√		
75	540	75	√	√	√
		90	√	√	√
	720	75	√		
		90	√		
	900	75	√		
		90	√	√	√

Keterangan:

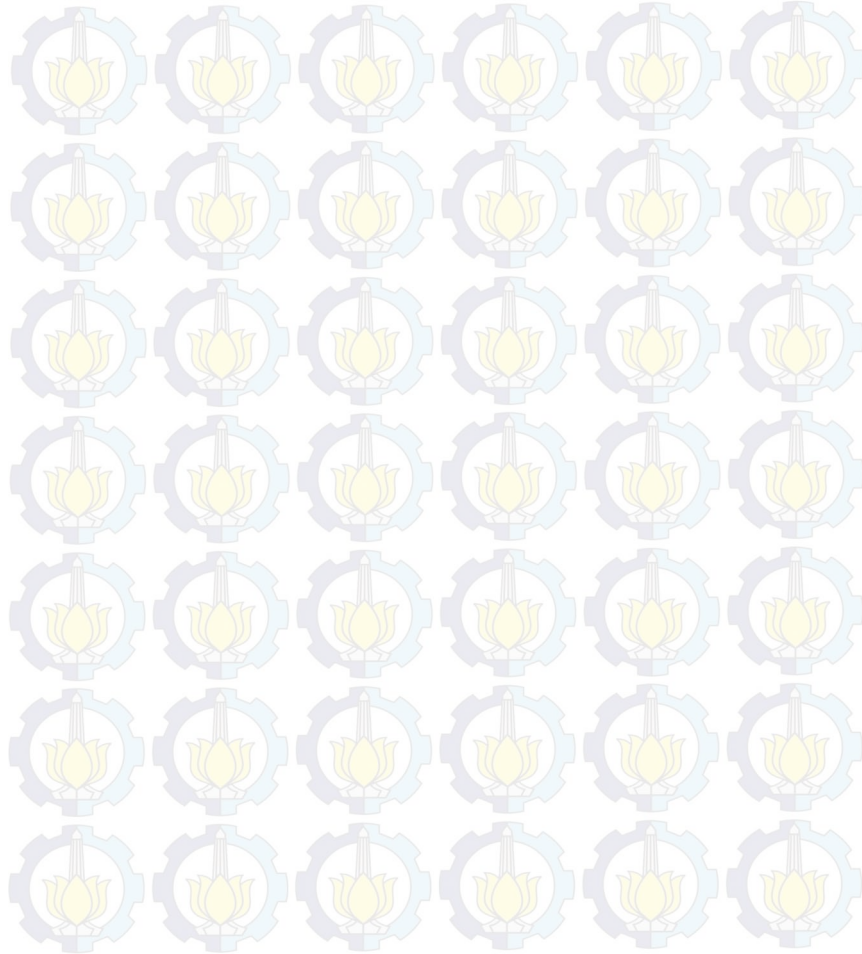
* tidak dilakukan pada semua sampel

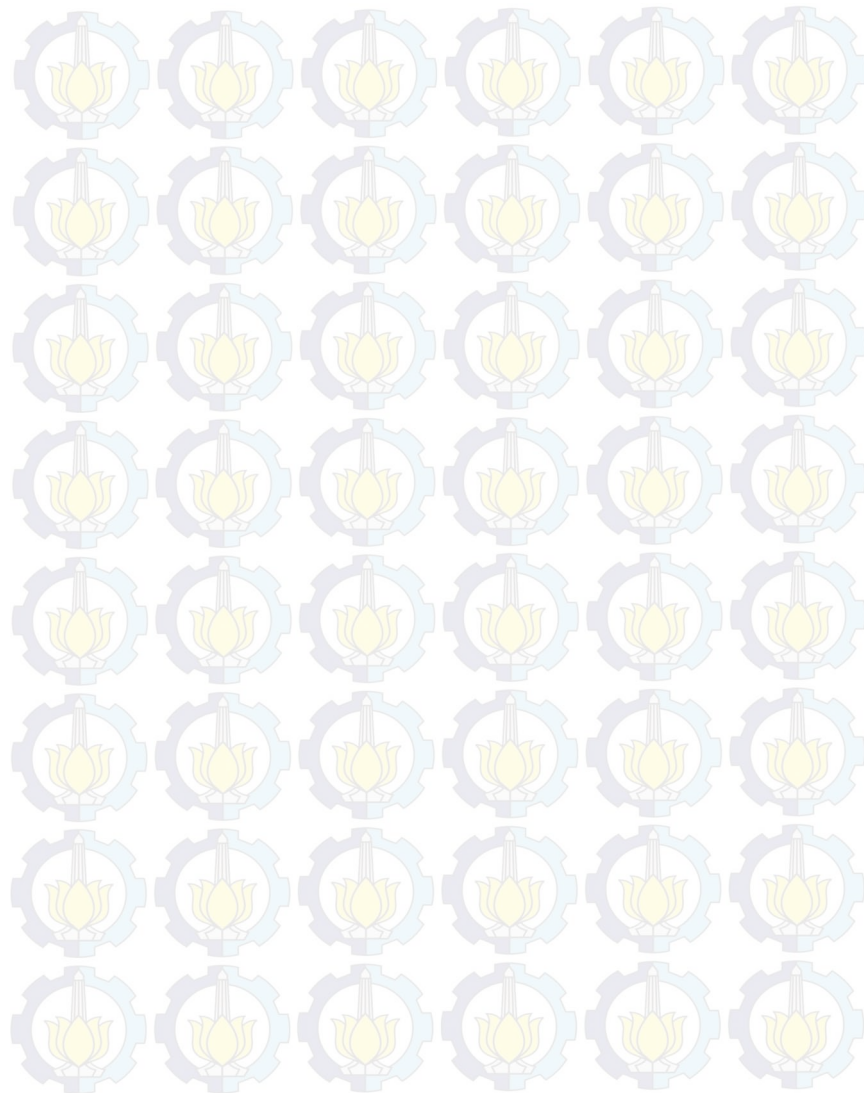


3.5.2 Pembuatan Gypsum Bandage

Tabel 3. 3 Rencana Penelitian Pembuatan Gypsum Bandage

Material	Persentase Adhesive (%)	Rasio W/P	SEM	FTIR	Perhitungan Temperatur dan Lama Setting	LOI	Water Absorption	Uji Kuat Tekan	Uji Iritasi
Gypsum bandage	1	40:60	√	√	√	√	√	√	√
	2		√	√	√	√	√	√	√
	1	45:55	√	√	√	√	√	√	√
	2		√	√	√	√	√	√	√
	1	50:50	√	√	√	√	√	√	√
	2		√	√	√	√	√	√	√





BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Serbuk Gypsum Anhidrat

4.1.1 Analisa Temperatur

Analisa temperatur dilakukan dengan menembakkan termometer inframerah hingga mengenai sampel yang telah dipanaskan dengan gelombang mikro. Hasil analisa temperatur dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Pada Tabel 4.1 menunjukkan adanya pengaruh waktu radiasi terhadap temperatur serbuk gipsium anhidrat. Semakin lama waktu radiasi pada gelombang mikro maka semakin tinggi temperatur serbuk gipsium anhidrat. Kenaikan temperatur ini menyebabkan waktu yang dibutuhkan material untuk menyerap energi gelombang mikro yang lebih banyak menjadi lebih lama (He dkk, 2013).

Demikian pula, pengaruh massa terhadap temperatur serbuk gipsium anhidrat hasil radiasi gelombang mikro. Kenaikan massa akan mempengaruhi kenaikan temperatur. Semakin banyak massa dari material input yang masuk, maka temperatur microwave akan semakin tinggi. Namun kenaikan temperatur dari material yang dipanaskan dengan microwave tidak selalu konstan. Terlihat pada massa 25 gram dengan daya input 900 watt, massa 50 gram dengan daya input 540 dan 720 watt, dan massa 75 gram dengan daya input 540 watt yang mengalami perubahan temperatur yang tidak konstan. Hal ini disebabkan kalsium sulfat (gypsum anhidrat) termasuk ke dalam material dengan faktor kehilangan dielektrik yang rendah (*low loss material*) sehingga kemampuan menyerap energi gelombang mikro tidak selalu konstan (He dkk, 2013).

Jika dilihat dari temperatur yang dihasilkan akibat radiasi gelombang mikro, maka dapat dikatakan bahwa terjadi perubahan temperatur dengan adanya variasi daya, waktu, dan massa. Sedangkan jika dilihat secara visual serbuk gipsium anhidrat tetap



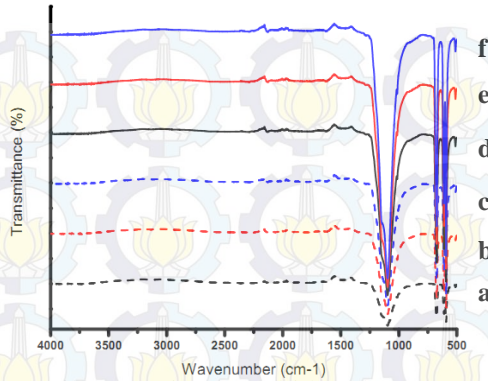
berwarna putih meskipun terkadang ada beberapa yang berwarna agak kelabu akibat adanya radiasi gelombang mikro dengan variasi massa (Lampiran 6).

Tabel 4. 1 Temperatur Endapan Gypsum Anhidrat yang Diradiasi Gelombang Mikro dengan Variasi Waktu, Massa, dan Daya

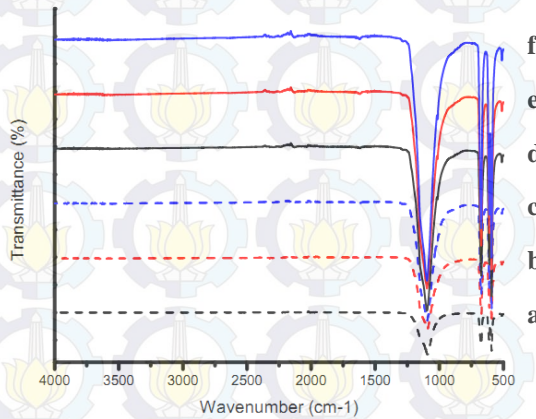
540 Watt			720 Watt			900 Watt		
Waktu (min)	Massa (gr)	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Massa (gram)	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Massa (gram)	Temperatur (°C)
75	25	226.6	75	25	204.3	75	25	206.9
	50	239.8		50	255.7		50	209.4
	75	254.7		75	218.3		75	219.4
90	25	235.5	90	25	209.1	90	25	201.5
	50	232.1		50	201.6		50	210.9
	75	254.1		75	245.4		75	249.6

4.1.2 Analisa Hasil FTIR Serbuk Gypsum Anhidrat

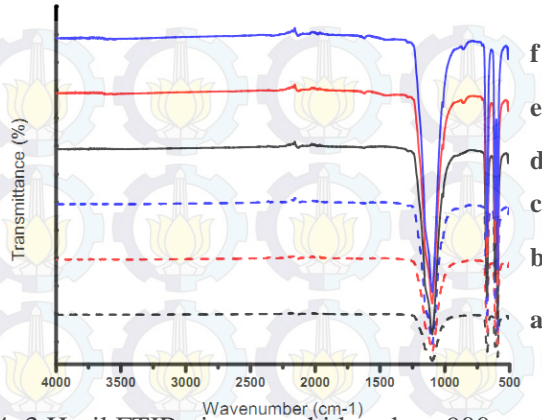
Pengujian FTIR dilakukan menggunakan *Thermo Scientific Nicolet IS10* untuk mengidentifikasi senyawa organik maupun anorganik, khususnya fasa kalsium sulfat (CaSO_4) yang terbentuk dari sintesis serbuk cangkang kerang dengan asam sulfat. Pada penelitian ini pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi daya, massa, dan waktu radiasi gelombang mikro pada serbuk gypsum anhidrat. Hasil FTIR serbuk gypsum anhidrat dapat dilihat pada Gambar 4.1, 4.2 dan 4.3. Gambar 4.1, 4.2 dan 4.3 memperlihatkan spektrum FTIR serbuk gypsum anhidrat yang diradiasi gelombang mikro menggunakan variasi daya input 540, 720, dan 900 watt dengan variasi massa dan waktu yang sama. Spektrum tersebut mengindikasikan adanya gugus gypsum dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), gypsum hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), gypsum anhidrat (CaSO_4), sulfat (SO_4^{2-}), serta hidrat (H_2O).



Gambar 4. 1 Hasil FTIR gipsum anhidrat daya 540 : a. 75 menit 25 gram, b.75 menit 50 gram, c. 75 menit 75 gram, d. 90 menit massa 25 gram , e. 90 menit 50 gram dan f. 90 menit 75 gram



Gambar 4. 2 Hasil FTIR gipsum anhidrat daya 720 watt : a. 75 menit 25 gram, b.75 menit 50 gram, c. 75 menit 75 gram, d. 90 menit massa 25 gram , e. 90 menit 50 gram dan f. 90 menit 75 gram



Gambar 4. 3 Hasil FTIR gipsum anhidrat daya 900 : a. 75 menit 25 gram, b.75 menit 50 gram, c. 75 menit 75 gram, d. 90 menit massa 25 gram , e. 90 menit 50 gram dan f. 90 menit 75 gram

Tabel 4. 2 Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat pada daya input 540 watt dengan variasi massa dan waktu

Massa (gram)	540 Watt									
	75 menit					90 menit				
	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .0.5H ₂ O	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .0.5H ₂ O	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	H ₂ O
25			592; 610; 673	511; 1096				592; 610; 673	1096	
50			592; 610; 673	512; 1095				592; 673	611; 1096	
75			592; 673	511; 1095				592; 673	511; 611; 1096	



Tabel 4. 3 Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat pada daya input 720 watt dengan variasi massa dan waktu

Massa (gram)	720 Watt									
	75 menit					90 menit				
	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .0.5H ₂ O	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .0.5H ₂ O	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	H ₂ O
25			592; 610; 673	511; 1096				592; 610; 673	511; 1095	
50	674		593; 671	607	1617		1111	594; 671	511	
75	674		592; 610	511; 1096		674		592; 610	511	

Tabel 4. 4 Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat pada daya input 900 watt dengan variasi massa dan waktu

Massa (gram)	900 Watt									
	75 menit					90 menit				
	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .0.5H ₂ O	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .0.5H ₂ O	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	H ₂ O
25			592; 610; 673	511; 1096				592; 610; 673	511; 1095	
50	674		610	511; 1096		675		593; 610; 1110		1617
75	674		592; 610	1096				592; 610; 673	511; 1095	

Hasil yang sama juga diteliti oleh Al-Jobouri (2011), yang menganalisa hasil spektrum FTIR kalsium sulfat, gipsum, dan anhidrat dari hasil variasi tekanan steam pressure pada gypsum yang masih terdapat gugus hidrat di dalamnya. Absorpsi gugus – gugus tersebut digambarkan dengan adanya puncak pada *wavenumber* yang tertera pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4.

Pada tabel absorpsi IR yang tertera pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 untuk daya input 540 watt secara keseluruhan serbuk gypsum anhidrat mengandung gugus fungsi kalsium sulfat dan sulfat tanpa adanya gugus fungsi hidrat. Lain halnya dengan parameter daya input 720 dan 900 watt yang masih mengandung



gugus fungsi hidrat. Hal ini disebabkan karena bertambahnya daya pada radiasi gelombang mikro yang mengakibatkan radiasi pada gelombang mikro menjadi turun. Akibat menurunnya radiasi gelombang mikro, menyebabkan fibrasi atom-atom pada material input juga menurun. Panas yang dihasilkan oleh microwave juga akan semakin rendah. (Chen, dkk 2010). Karena radiasi yang menurun inilah yang menyebabkan endapan gypsum yang masuk ke dalam microwave tidak bisa bertransformasi penuh menjadi gypsum anhidrat. Hal ini dikarenakan massa dari material yang dipanaskan menggunakan gelombang mikro memegang peranan penting dalam menentukan keefektifan radiasi, dengan massa yang lebih sedikit maka material akan memberikan respon terhadap gelombang mikro lebih cepat daripada material yang memiliki massa yang lebih besar (Vorster, 2001).

Jika ditinjau dari lama radiasi gelombang mikro antara 75 dan 90 menit terdapat perbedaan gugus fungsi. Pada waktu 75 menit serbuk gypsum anhidrat hasil radiasi masih terdapat gugus hidrat, sedangkan dengan waktu 90 menit, gugus hidrat bertransformasi semua menjadi anhidrat. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya waktu radiasi yang mengakibatkan meningkatnya temperatur (Housova dan Hoke, 2002).

Dengan melihat dari hasil FTIR serbuk gypsum anhidrat dengan variasi daya, waktu, dan massa diatas maka parameter yang dipilih untuk membuat gypsum bandage adalah radiasi menggunakan daya input 540 watt, dengan massa endapan gypsum anhidrat yang masuk sebanyak 50 gram selama 75 menit. Karena persen massa serbuk gypsum anhidrat yang dihasilkan lebih banyak yaitu 23.16% dan hasil FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi yang dihasilkan sepenuhnya mengandung kalsium sulfat (gypsum anhidrat). Selain itu pada parameter massa input 50 gram dengan daya 540 watt selama 75 menit, serbuk gipsium anhidrat yang dihasilkan memiliki densitas 2.14 g/ml dan kelarutan dalam air sebesar 0.27195 g/100ml pada temperatur ruang. Hal ini sama dengan standar safety data sheet (Lampiran 7) untuk kalsium sulfat anhidrat.



4.1.3 Analisa Perhitungan Persen Yield Serbuk Gypsum Anhidrat

Analisa perhitungan persen yield dilakukan untuk mengetahui persen gypsum anhidrat yang dihasilkan dari proses microwave. Perhitungan yield dilakukan dengan membandingkan massa akhir dan massa awal dari proses pemanasan microwave. Perhitungan yield gypsum anhidrat dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Radiasi gelombang mikro selain berpengaruh terhadap temperatur, berpengaruh pula terhadap massa gypsum anhidrat yang berubah. Akibat adanya radiasi gelombang mikro pada endapan gypsum anhidrat, persentase endapan gypsum anhidrat yang berubah menjadi serbuk gypsum anhidrat juga bervariasi.

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa persentase massa endapan gypsum anhidrat yang berubah menjadi serbuk gypsum anhidrat beragam, mulai 9.77% hingga 59.74%. Pada tabel 4.2 terlihat bahwa pada massa 50 gram memiliki persen massa yang tinggi, kecuali pada variasi daya input 720 dan 900 watt. Tetapi pada daya input 540 watt dengan parameter waktu 75 dan 90 menit, persen massa serbuk gypsum anhidrat lebih rendah dari massa endapan gypsum anhidrat 25 gram. Serta pada daya input 900 watt dengan parameter waktu 75 menit, persen massa serbuk gypsum anhidrat yang terbentuk lebih rendah dari massa 75 gram. Hal ini disebabkan karena pada endapan gypsum anhidrat yang masuk ke dalam microwave masih banyak terdapat kandungan air. Berat endapan gypsum anhidrat berkurang dengan adanya air yang masih terkandung dalam endapan. Hal yang sama juga diteliti oleh Ganespillai (2015) yang menyatakan bahwa kandungan air dalam endapan kalsium sulfat yang diradiasi dengan gelombang mikro mengalami rotasi dipol yang menyebabkan air terserap.



Tabel 4. 5 Persentase Yield Serbuk Gypsum Anhidrat

Parameter		Massa Awal	Massa Akhir	% Yield
Daya	Waktu			
540	75	25	5.24	20.96
	90		5.9928	23.97
	75	50	11.5795	23.16
	90		5.8313	11.66
	75	75	16.20	21.6
	90		7.3261	9.77
720	75	25	4.42	17.68
	90		5.76	23.04
900	75	25	9.4419	37.77
	90		11.9677	47.87
	90	75	27.7207	36.96

4.1.4 Analisa Perhitungan Densitas dan Solubilitas

Analisa sifat fisik serbuk gipsum anhidrat yang dilakukan terdiri dari perhitungan densitas perhitungan kelarutan dalam air, dan pengujian berat molekul. Perhitungan densitas dilakukan dengan menggunakan pycnometer. Densitas dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2. Sedangkan solubilitas dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3. Hasil perhitungan densitas, solubilitas, dan berat molekul dari serbuk gipsum anhidrat dapat dilihat pada Tabel 4.7.



Tabel 4. 6 Perhitungan Densitas, Solubilitas, dan Berat Molekul

Daya	Parameter		Densitas	Solubilitas
	Massa	Waktu		
540	25	75	2.24	0.14
		90	3.16	0.07
	50	75	2.14	0.27
		90	2.4	0.27
	75	75	3.56	0.23
		90	2.39	0.21
720	25	75	1.54	0.34
		90	3.95	0.12
900	25	75	2.74	0.17
		90	2.18	0.28
	75	90	2.49	0.30

4.2 Gypsum Bandage

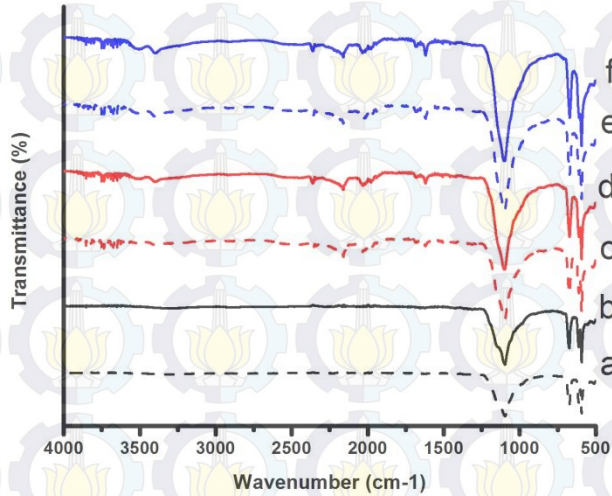
4.2.1 Analisa Hasil FTIR Gypsum Bandage

Pengujian FTIR dilakukan dengan menggunakan Thermo Scientific Nicolet ISI0 untuk menganalisa gugus fungsi yang terbentuk pada gipsium bandage. Hasil FTIR gipsium bandage dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Pada Gambar 4.5 menjelaskan tentang peak yang terdapat pada gipsium bandage yang menunjukkan gugus fungsi dari gipsium bandage. Gugus fungsi yang memiliki peak tertajam adalah gugus fungsi SO_4^{2-} yang mendominasi semua parameter gipsium bandage. Tetapi pada hasil FTIR C, D, E, F pada wavenumber $1500\text{-}2500\text{ cm}^{-1}$ mulai muncul adanya peak yang menunjukkan adanya gugus fungsi hidrat (H_2O) dan hidroksida (O-H). adanya gugus hidrat ini menunjukkan pada parameter C, D, E, dan F serbuk gipsium anhidrat yang digunakan mulai bertransformasi menjadi dihidrat. penjelasan gugus fungsi yang



terdapat pada hasil FTIR pada Gambar 4.10 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

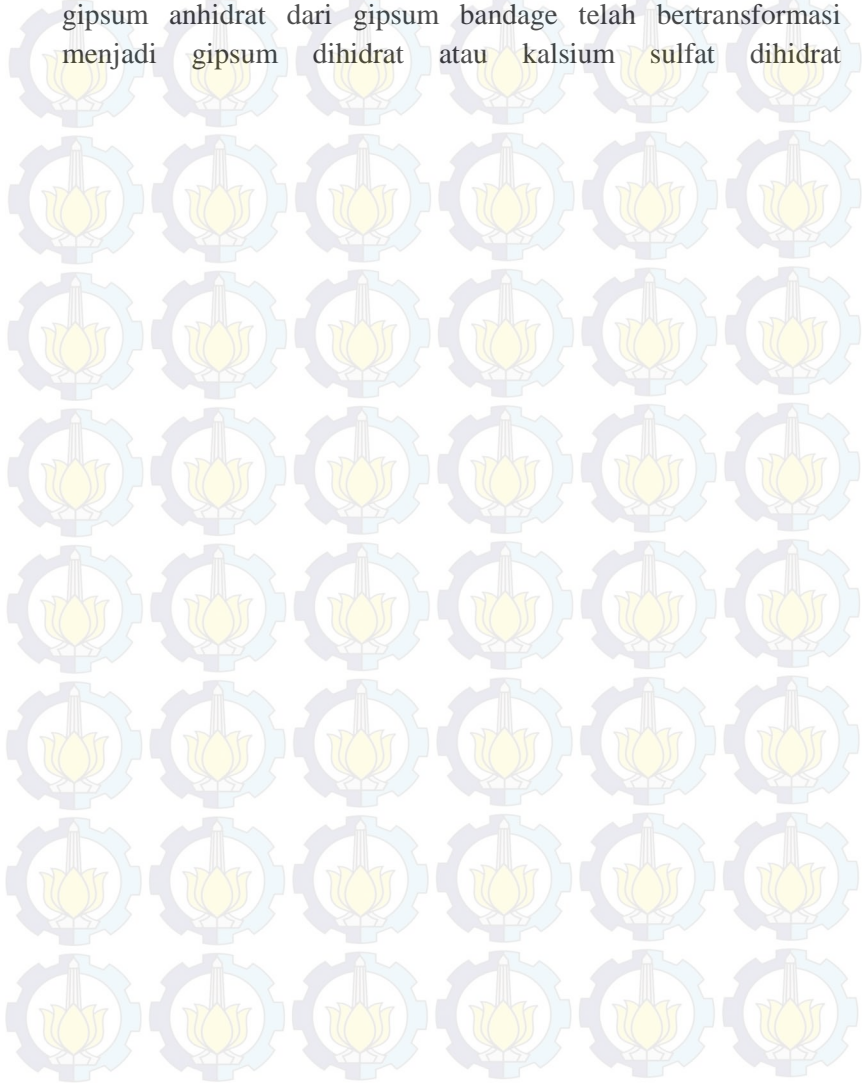


Gambar 4. 4 Hasil FTIR gipsum bandage a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6

Pada Gambar 4.10 dan Tabel 4.8 menunjukkan gugus fungsi dari gipsum bandage dengan variasi rasio PVP dan rasio air-serbuk gipsum anhidrat. Dari hasil FTIR semua parameter gipsum bandage terdapat kesesuaian dengan hasil SEM dari gipsum bandage. Pada hasil SEM, morfologi dari parameter rasio 45%;55% dan 50%:50% menunjukkan struktur kristal berbentuk acicular dihidrat. Bentuk struktur kristal acicular dihidrat ini sesuai dengan hasil FTIR yang menunjukkan bahwa pada parameter rasio air-serbuk 45%:55% dan 50%:50% terdapat



adanya gugus fungsi hidrat yang menunjukkan bahwa serbuk gipsum anhidrat dari gipsum bandage telah bertransformasi menjadi gipsum dihidrat atau kalsium sulfat dihidrat





Tabel 4. 7 Absorpsi IR (cm-1) Gypsum Bandage Pada Variasi Persen PVP dan Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat

% PVP	Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat											
	40%:60%				45%:55%				50%:50%			
	N-H	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	O-H	N-H	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	O-H	N-H	CaSO ₄	SO ₄ ²⁻	O-H
1	3327	611	1096		3566	1106		3852	3503	666		3397
		510	693			841		3820		597		1618
			592			666		3750				
						598		1680				
2	3290	1097	1026	552	3518	1106	598	3397	3496	1107		3397
		679				666		1684		666		2361
		610						1618		597		



4.2.2 Analisa Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan dengan menggunakan SEM-EDX untuk menganalisa morfologi struktur kristal, distribusi ukuran struktur kristal, penyebaran unsur dan persentase unsur yang terdapat pada gipsum bandage hasil pengolahan limbah cangkang kerang dengan metode gelombang mikro. Sampel uji dicetak dengan ukuran 10mmx10mmx10mm, dan di coating dengan sputtered coating Au-Pd. Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan hasil pengujian SEM gipsum bandage pada bagian permukaan dan penampang dengan perbesaran 8000x.

Gambar 4.4 dan 4.5 menjelaskan morfologi berupa tipe struktur kristal dan distribusi ukuran partikel pada permukaan dan penampang melintang gipsum bandage. Terlihat bahwa dengan adanya penambahan rasio air dan serbuk maka kecenderungan ukuran partikel akan semakin besar dan struktur kristal dari gips (gipsum bandage) juga akan berubah. Pada Gambar 4.4a dan 4.5a parameter yang digunakan adalah rasio air dan serbuk 40%:60% dengan rasio adhesive 1%. Pada parameter ini bentuk partikel dari gipsum bandage berbentuk grain anhidrat yang mendominasi di seluruh permukaan. Sedangkan pada gambar 4.4c, 4.5c, 4.4e, dan 4.5e dengan penambahan rasio air, maka struktur kristal berubah menjadi kristal dihidrat acicular (Sirota,1992).

Rasio penambahan adhesive tidak mempengaruhi morfologi struktur kristal dari gipsum bandage. Ini disebabkan karena PVP memiliki sifat inert sehingga PVP tidak menimbulkan pengaruh terhadap morfologi (Murat, dkk 1987).

Pada Bureau of Indian Standard batas penambahan air tidak boleh kurang dari 15%. Pada penelitian ini, saat ditambahkan air sebanyak 15%, serbuk gipsum anhidrat masih belum menempel pada perban. Serbuk bisa diaplikasikan pada perban dengan menggunakan air dengan rasio penambahan 40%.

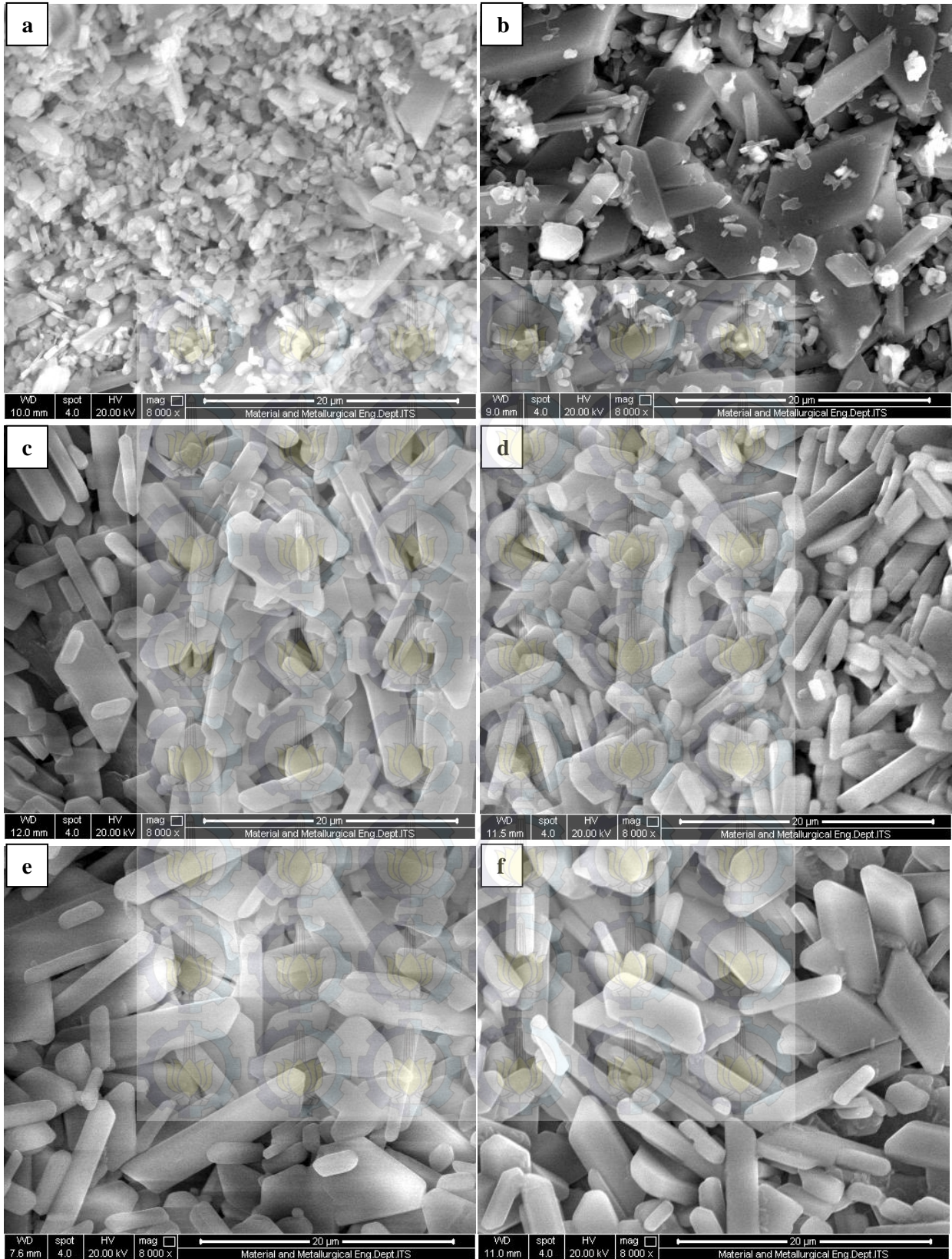


Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

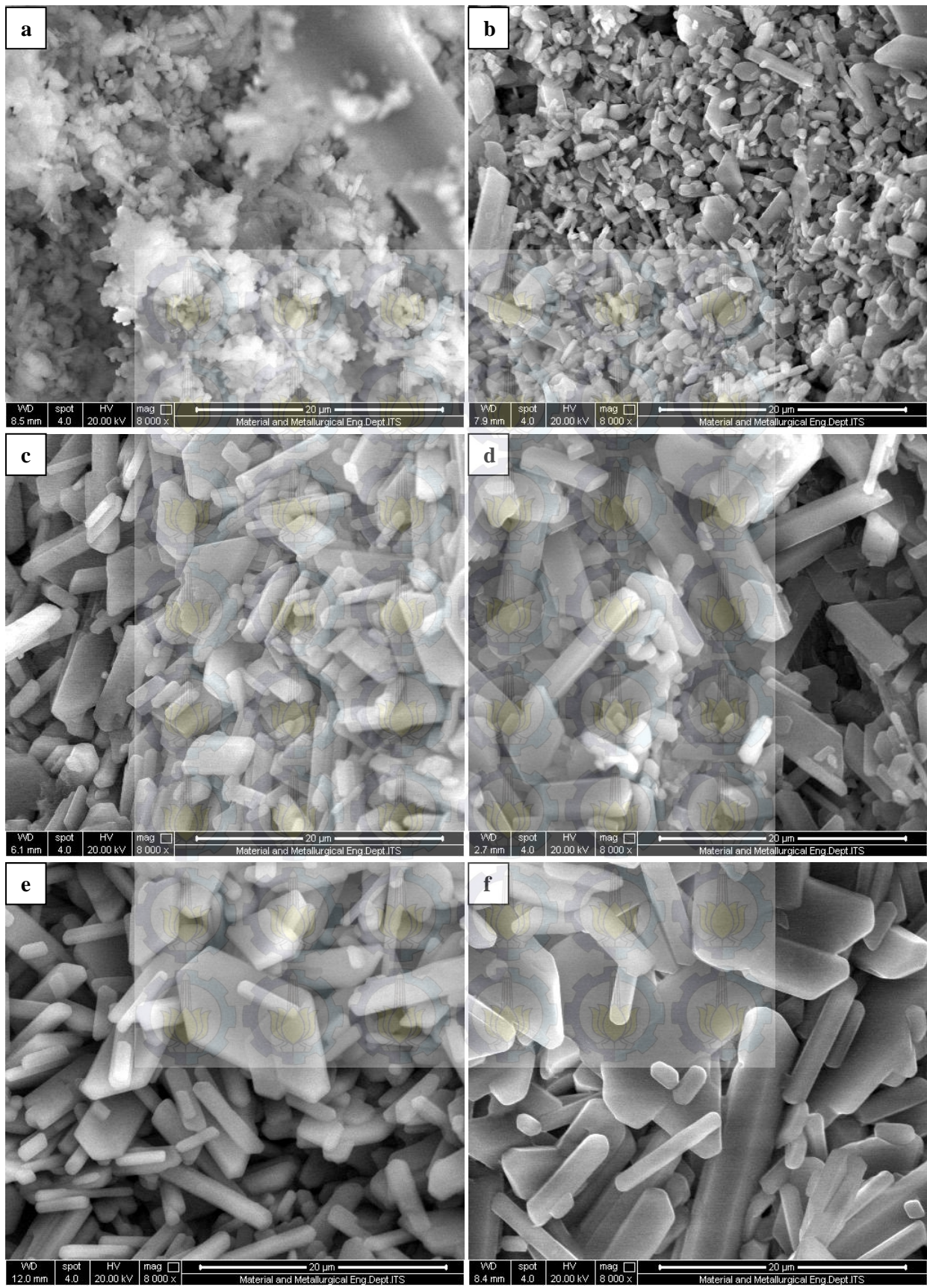
Tetapi dengan banyaknya penambahan rasio air menyebabkan fasa gipsum anhidrat berubah menjadi dihidrat (Singh, 2007).

Pada pengujian SEM ini juga dilakukan pengujian EDX untuk mengetahui penyebaran unsur dan persentasenya. Persebaran unsur untuk semua parameter gipsum bandage dapat dilihat pada Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8. Pada gambar 4.6, 4.7, dan 4.8 menunjukkan bahwa persebaran unsur yang terdapat pada gipsum bandage adalah unsur Ca, S, dan O. Persebaran ketiga unsur ini merata di permukaan gipsum bandage yang menunjukkan gipsum bandage murni mengandung gipsum anhidrat. Banyaknya persebaran Ca, S, dan O yang terdapat pada gipsum bandage dapat dilihat pada Gambar 4.9. Sedangkan persentase dari Ca, S, dan O dapat dilihat pada Tabel 4.7.

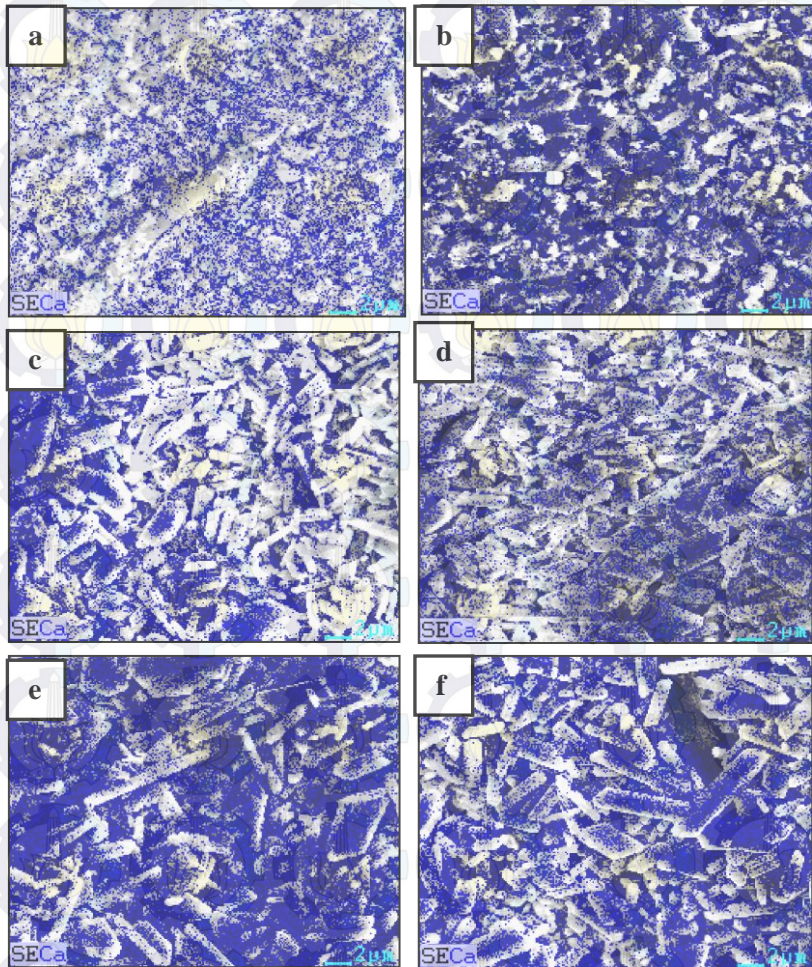




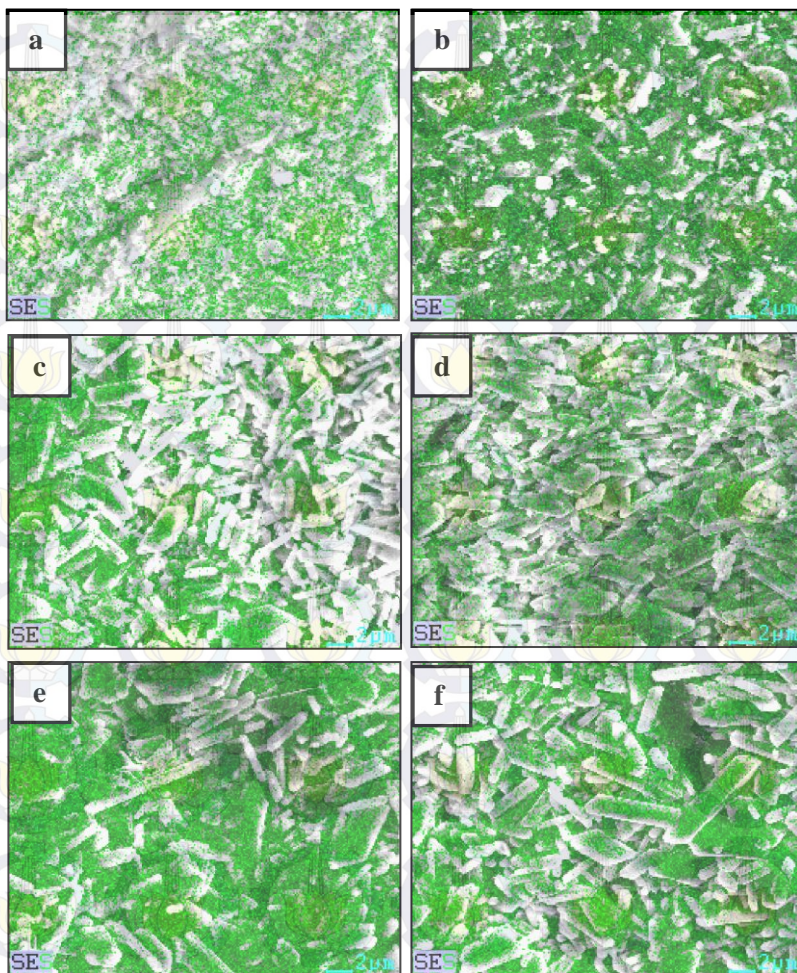
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian SEM gipsum bandage pada permukaan a) Sampel 1, b) Sampel 2, c) Sampel 3, d) Sampel 4, e) Sampel 5, f) Sampel 6



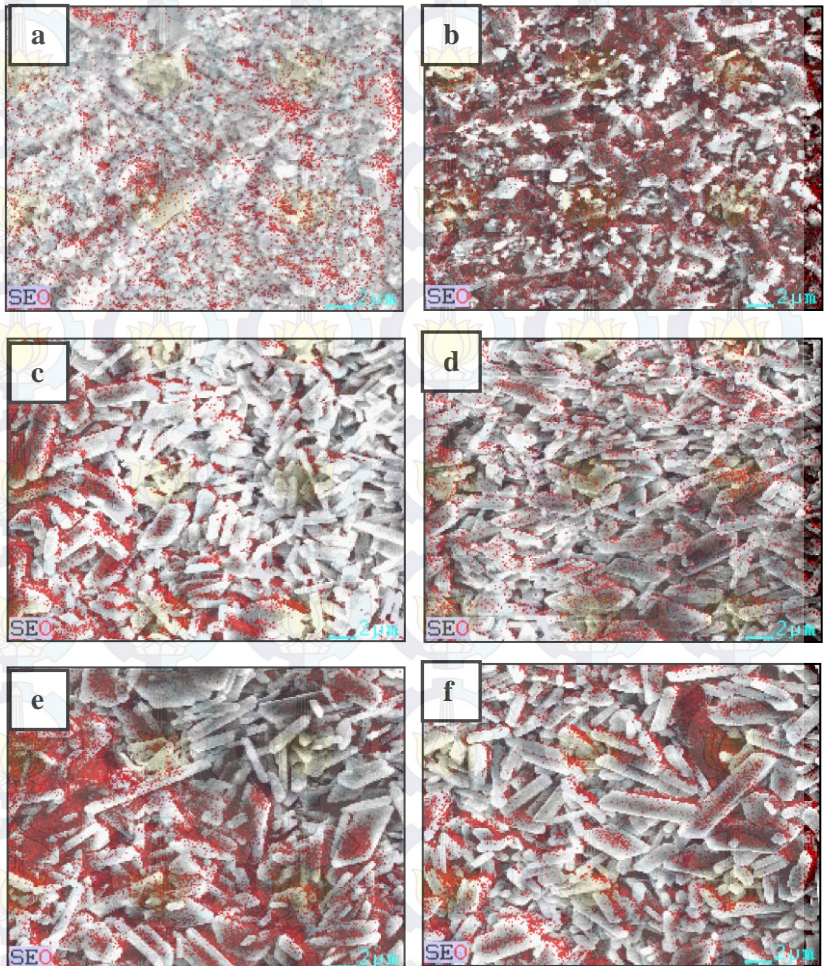
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian SEM gipsum bandage pada penampang melintang a) Sampel 1, b) Sampel 2, c) Sampel 3, d) Sampel 4, e) Sampel 5, f) Sampel 6



Gambar 4. 7 Persebaran Unsur Kalsium (Warna Biru) Pada Gypsum Bandage a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6



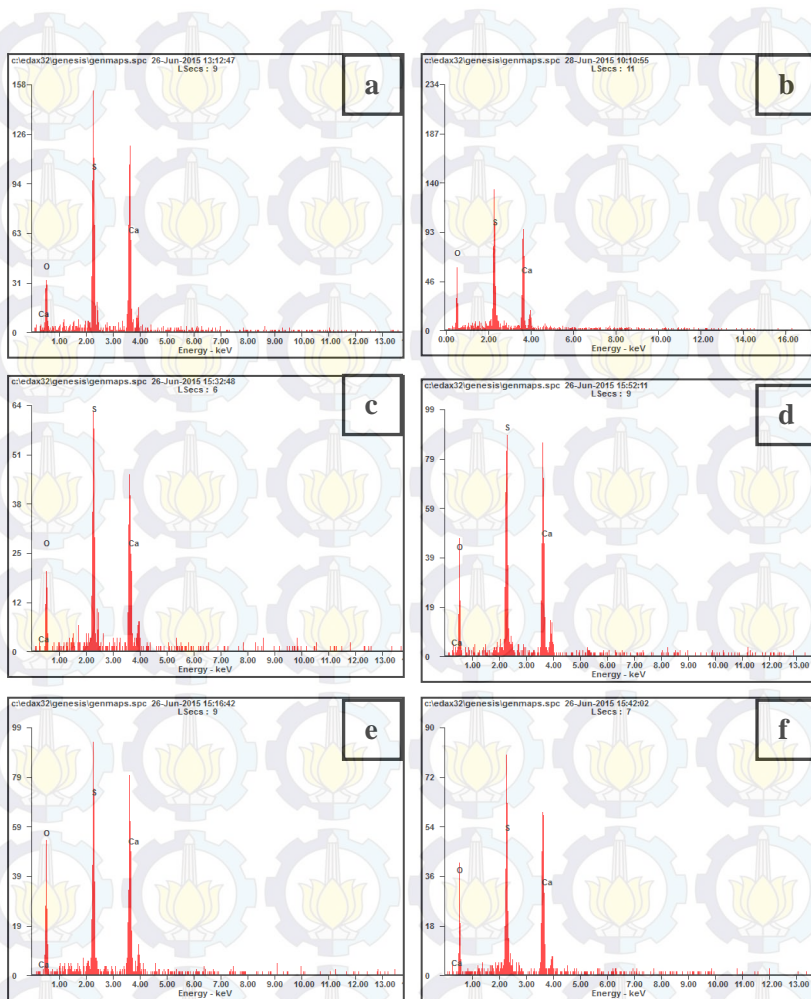
Gambar 4. 8 Persebaran Unsur Sulfur (Warna Hijau) Pada Gypsum Bandage a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6



Gambar 4. 9 Persebaran Unsur Oksigen (Warna Merah) Pada Gypsum Bandage a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6

Laporan Tugas Akhir

Januar Nur Rohmah S - 271110058



Gambar 4. 10 X-Ray Spectrum Hasil EDX a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6



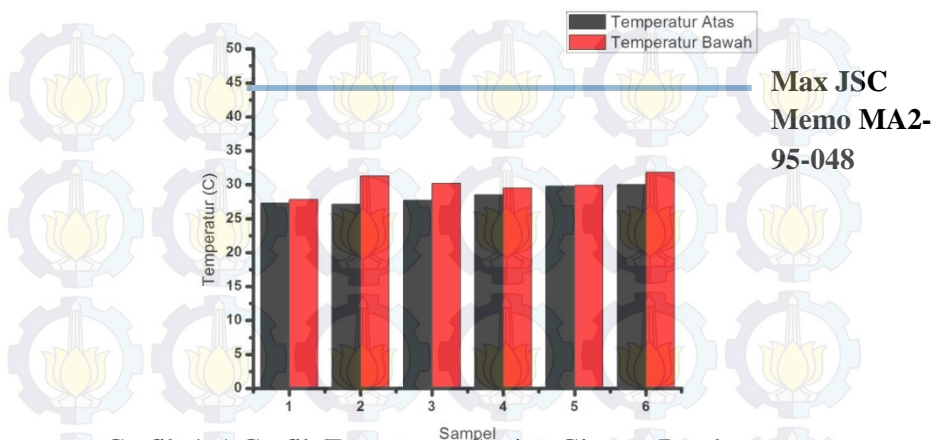
Tabel 4. 8 Hasil EDX Persen Atom Unsur Pada Gypsum Bandage

W/P	% Adhesive	Wt%		
		Ca	S	O
40:60	1%	31.38	27.61	49.61
	2%	24.75	25.64	41.01
45:55	1%	26.43	25.61	47.96
	2%	26.68	23.65	49.67
50:50	1%	27.13	20.99	51.88
	2%	25.73	22.79	51.49

4.2.3 Analisa Perhitungan Temperatur dan Waktu Setting

Analisa perhitungan temperatur dan waktu setting dilakukan dengan menggunakan termometer inframerah (Dekko Infrared Thermometer 550) dan stopwatch. Perban gips (gypsum bandage) yang telah jadi, dicetak menjadi ukuran 30mmx30mmx30mm dengan cara memotong, dan menempelnya dengan air. Temperature setting diukur dengan menembakkan termometer inframerah pada bagian atas dan bawah dari cetakan gips (gypsum bandage). Berikut adalah Grafik 4.1 dan 4.2 yang memaparkan temperatur bagian atas dan bawah pada cetakan gips (gypsum bandage) serta waktu setting dari gipsium bandage.

Pada Grafik 4.1 menjelaskan tentang grafik temperatur setting dari masing masing sampel. Pada parameter variasi rasio air dan serbuk gypsum, semakin banyak rasio air dan serbuk gypsum maka semakin tinggi temperature setting.



Grafik 4. 1 Grafik Temperatur Setting Gypsum Bandage

Temperatur setting untuk semua parameter sampel berada pada kisaran 27°C-31°C. Range temperatur setting tidak melebihi batas maksimum temperatur setting yang mampu diterima oleh tubuh manusia. Parameter rasio adhesive juga mempengaruhi temperatur setting. Semakin tinggi rasio adhesive maka semakin tinggi temperatur setting. Dari keenam sampel, range temperatur dari kenaikan adhesive terus bertambah. Range temperatur paling besar terdapat pada sampel 2 dengan parameter rasio air dan serbuk 40%:60% pada rasio adhesive 2% yaitu 27°C -31°C. tapi range temperatur ini masih dalam batas standar temperatur bisa diterima oleh kulit. Menurut JSC Memo MA2-95-048 batas temperatur yang mampu diterima oleh manusia adlah 44.9°C.

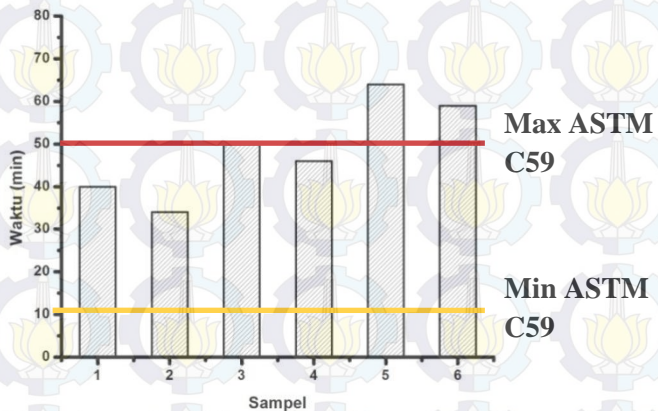
Dari semua sampel yang dianalisa dengan temperatur setting, bahwa semua sampel memenuhi kriteria gypsum bandage yang mampu diterima oleh kulit manusia, sehingga tidak menimbulkan luka bakar.

Pada Grafik 4.2 menjelaskan pengaruh variasi rasio air dan serbuk gypsum serta rasio adhesive terhadap waktu



setting gipsum bandage. Rasio air dan serbuk gipsum anhidrat berbanding lurus dengan lamanya waktu setting. Ini disebabkan karena kandungan air di dalam gips terlalu banyak, sehingga memperlambat waktu setting (Aljubouri, dkk 2008). Hal ini juga diperkuat dengan adanya hasil pengujian SEM yang menunjukkan bahwa dengan rasio penambahan air yang besar, ukuran partikel akan membesar, dan fasa kalsium sulfat juga berubah menjadi kalsium sulfat dihidrat (Sirota, 1992).

Tidak hanya rasio air dan serbuk gipsum anhidrat saja yang mempengaruhi waktu setting, semakin tinggi adhesive maka semakin cepat waktu gipsum bandage. Hal ini disebabkan karena adhesive memiliki sifat water resistance yang tinggi sehingga mampu mempercepat waktu setting. Kemampuan tahan terhadap air ini disebabkan karena adhesive tidak mudah larut dalam air dan memiliki ketahanan uap air yang tinggi (Smith, 1972).



Grafik 4. 2 Grafik Waktu Setting Gipsum Bandage

Laporan Tugas Akhir

Januar Nur Rohmah S - 2711100058

Adapun menurut ASTM C59 (lampiran), standar untuk waktu setting gipsum bandage adalah 10 menit sampai 50 menit. Maka sampel yang memenuhi standar waktu setting adalah sampel nomor satu dengan waktu setting 40 menit, nomor dua

dengan waktu setting 34 menit, nomer tiga dengan waktu 46 menit, dan sampel nomor empat dengan waktu setting 59 menit.

4.2.4 Analisa Sifat Mekanik

Analisa sifat mekanik gipsum bandage dilakukan menggunakan pengujian kuat tekan. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin uji universal. Hasil pengujian kuat tekan gipsum bandage dapat dilihat pada Grafik 4.3.

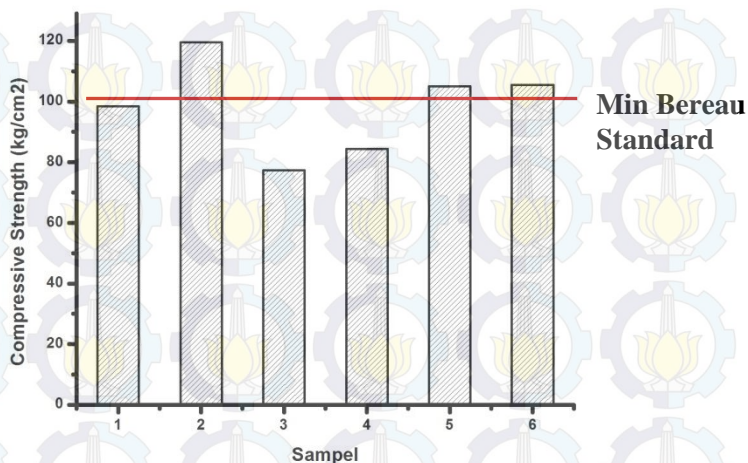
Grafik 4.3 menjelaskan tentang pengaruh rasio air dan serbuk gipsum anhidrat serta rasio adhesive terhadap kekuatan tekan gips (gipsum bandage). Pada rasio penambahan adhesive 1% dan 2%, nilai kekuatan tekan menjadi fluktuatif. Untuk rasio penambahan adhesive 1%, rasio air serbuk yang memiliki kekuatan tekan paling tinggi adalah pada rasio 50:50. Sedangkan mpada rasio 2%, rasio air serbuk yang memiliki kekuatan tekan paling tinggi adalah pada rasio 40:60. Hal ini disebabkan karena semakin kecil rasio penambahan air pada gipsum bandage maka semakin tinggi nilai kekuatan tekan (Singh, dkk 2007). Kandungan air dalam gipsum bandage mampu menurunkan kekuatan tekan dari gipsum bandage (Bakker, dkk 2006).

Pengaruh penambahan adhesive juga mempengaruhi nilai kekuatan tekan. Dengan rasio air serbuk yang sama, penambahan adhesive sangat mempengaruhi. Semakin banyak adhesive yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai kekuatan tekan gipsum bandage. Hal ini disebabkan karena penambahan adhesive mampu menambah daya rekat gipsum,



sehingga partikel yang satu dengan partikel yang lain menjadi lebih rapat (Weber, 1938).

Tetapi nilai fluktuatif yang dihasilkan pada keenam sampel gipsum bandage ini disebabkan karena waktu pembuatan dari masing masing sampel tidaklah sama. Hal ini juga dikemukakan oleh Billings (1958) bahwa semakin lama cetakan gips dikeringkan maka nilai kekuatan tekan semakin tinggi. Sedangkan semakin cepat waktu pengeringan maka semakin rendah nilai kekuatan tekan gipsum bandage. Menurut Moncea (2013) semakin lama waktu pengeringan maka ukuran partikel akan semakin kecil. Dapat ditinjau pada hasil pengujian SEM dan pengujian kekuatan tekan, nilai kekuatan tekan paling tinggi berada pada parameter rasio air dan serbuk 40%:60% dengan rasio adhesive 2% yaitu 119.51 kg/cm². Pada parameter ini distribusi ukuran partikel cenderung sama

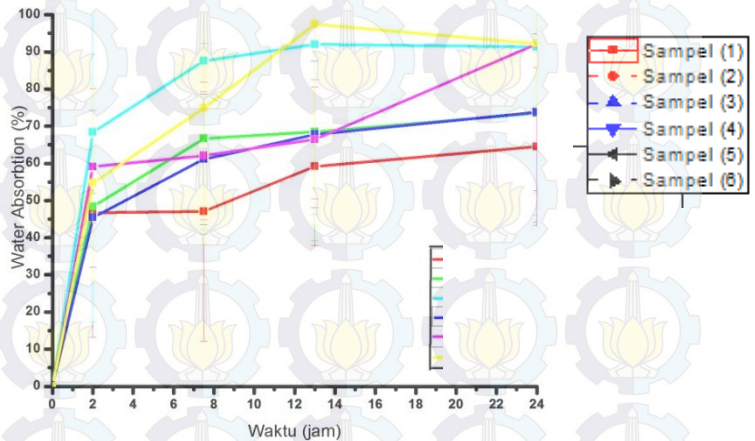


Grafik 4. 3 Grafik Compressive Strength Gypsum Bandage

Menurut Bureau of Indian Standard untuk gipsum bandage, nilai kekuatan tekan yang diijinkan adalah 100 kg/cm². Maka dari keenam sampel diatas yang memenuhi standar adalah sampel nomor dua, lima, dan enam.

4.2.5 Analisa Hasil Perhitungan Water Absorbtion

Analisa perhitungan water absorbtion dilakukan dengan menghitung selisih massa gypsum bandage yang telah direndam dengan gipsum bandage sebelum direndam. Monitoring perhitungan water absorbtion ini dilakukan selama 24 jam dan diamati setiap 2 jam. Perhitungan water absorbtion dapat dilihat pada Grafik 4.4.



Grafik 4. 4 Hasil Water Absorption Gypsum Bandage

Pada Grafik 4.4 menjelaskan adanya pengaruh rasio adhesive dan rasio air dan serbuk gypsum terhadap kemampuan gypsum bandage untuk menyerap air. Semakin tinggi rasio air dan serbuk gypsum maka semakin tinggi kemampuan gypsum bandage untuk menyerap air. Ini terlihat bahwa pada rasio air dan serbuk gypsum anhidrat 40%:60% memiliki daya serap yang rendah jika dibandingkan dengan yang lain. Apabila dibandingkan dengan hasil pengujian SEM, parameter rasio air dan serbuk gypsum 40%:60% memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dan struktur kristal berbentuk grain jika dibandingkan dengan struktur kristal lain yang sudah berubah menjadi kalsium sulfat dihidrat. Hal ini juga dikemukakan oleh Barlow, dkk (2013) yang menyatakan bahwa semakin bertambahnya rasio air dan serbuk gypsum

Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

maka semakin tinggi kemampuan gypsum untuk menyerap, dan mengakibatkan turunnya kekuatan dari gypsum bandage.

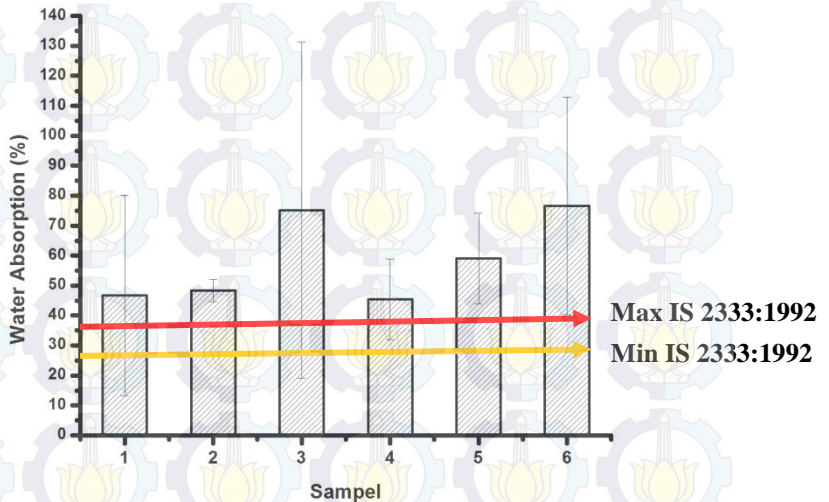
Selain karena pengaruh rasio air dan serbuk gypsum anhidrat, rasio adhesive juga berpengaruh terhadap daya serap gypsum bandage. Dapat dilihat pada Grafik 4.4 gypsum bandage dengan rasio adhesive 1% memiliki daya serap yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rasio adhesive 2%. Hal ini disebabkan karena semakin tingginya rasio adhesive maka semakin tinggi kemampuan gypsum bandage untuk menyerap air (Weber, 1938).

Hasil SEM dari keenam sampel juga menunjukkan bahwa sampel memiliki bentuk struktur kristal dengan porositas yang tinggi. Porositas yang tinggi ini berdampak pada water absorption yang semakin meningkat sehingga daya serap akan meningkat (Weber, 1938). Rasio air-serbuk gypsum anhidrat yang semakin tinggi maka semakin tinggi porositas yang terbentuk. Porositas ini mempengaruhi water absorption dan sifat lain seperti kekuatan tekan (Anusavice, dkk 2013). Sedangkan semakin tinggi rasio adhesive (PVP) yang ditambahkan maka semakin rendah porositasnya. Sehingga mampu mengurangi water absorption dari gypsum bandage. Hal ini disebabkan karena adhesive (PVP) bersifat hidrofobik yang dapat mengurangi water absorption dari gypsum bandage (Najim, dkk).

Namun pada standar perhitungan water absorption water absorption yang dihitung hanya pada 2 jam pertama. Standar yang digunakan untuk perhitungan water absorption adalah adalah IS 2333:1992. Pada standar IS 2333:1992 untuk 2 jam pertama water absorption yang dihasilkan adalah tidak boleh lebih dari 25%-35%. Dapat dilihat pada Grafik 4.5



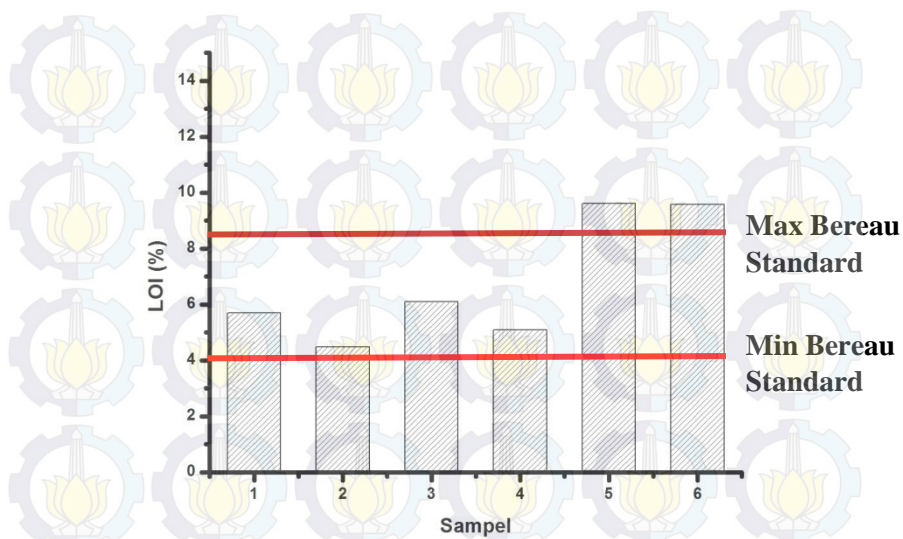
bahwa semua sampel gipsum bandage tidak memenuhi syarat untuk gipsum bandage.



Grafik 4. 5 Water Absorption Gipsum Bandage 2 Jam Pertama

4.2.6 Analisa Hasil Pengujian Loss On Ignition

Pengujian Loss on ignition dilakukan untuk mengetahui kandungan uap air yang hilang yang terdapat pada gipsum bandage. Pengujian loss on ignition dilakukan dengan memanaskan gipsum bandage yang telah didiamkan selama 24 jam pada temperatur 105 C selama 8 jam. Monitoring dilakukan dengan menimbang selisih berat gipsum bandage yang telah mengeras dengan berat gipsum bandage setelah dipanaskan pada temperatur 105°C selama 8 jam. Hasil pengujian Loss on ignition dapat dilihat pada Grafik 4.4



Grafik 4. 6 Hasil Pengujian LOI Gypsum Bandage

Grafik 4.4 menunjukkan hasil Loss on ignition dari gipsium bandage. Dapat diketahui bahwa semakin bertambah rasio air-serbuk gipsium anhidrat maka loss on ignition dari gipsium bandage akan semakin tinggi. Dengan semakin tingginya loss on ignition dari gipsium bandage ini maka semakin cepat gipsium bandage untuk menyerap kandungan air. Parameter gipsium bandage yang memiliki loss on ignition tertinggi adalah gipsium bandage yang memiliki parameter rasio air-serbuk gipsium anhidrat 50%:50%. Hal ini disebabkan kandungan air dalam gipsium bandage terlalu tinggi, sehingga kemampuan hilang pijar (LOI) dari gipsium bandage juga meningkat dan menyebabkan kemurnian dari gipsium bandage menjadi berkurang (Valancius, dkk 2004). Begitu pula dengan penambahan adhesive (PVP). Penambahan adhesive (PVP) berpengaruh terhadap loss on



ignition dari gipsium bandage. Dapat dilihat pada Grafik 4.4 bahwa semakin bertambah adhesive (PVP) maka semakin rendah loss on ignition dari gipsium bandage. Hal ini disebabkan karena adhesive mampu mempercepat kinetika hidrasi dan derajat hidrasi dari gipsium bandage (Leskeviciene, dkk 2010).

Menurut Bureau Standard untuk gipsium bandage, nilai loss on ignition yang diijinkan untuk gipsium bandage adalah 4% sampai 8%. Maka dari keenam parameter dari gipsium bandage yang memenuhi adalah parameter rasio air-serbuk 40%:60% dengan rasio adhesive (PVP) 1% dan 2% serta parameter rasio air-serbuk gipsium anhidrat 45%:55% dengan rasio adhesive (PVP) 1% dan 2%.

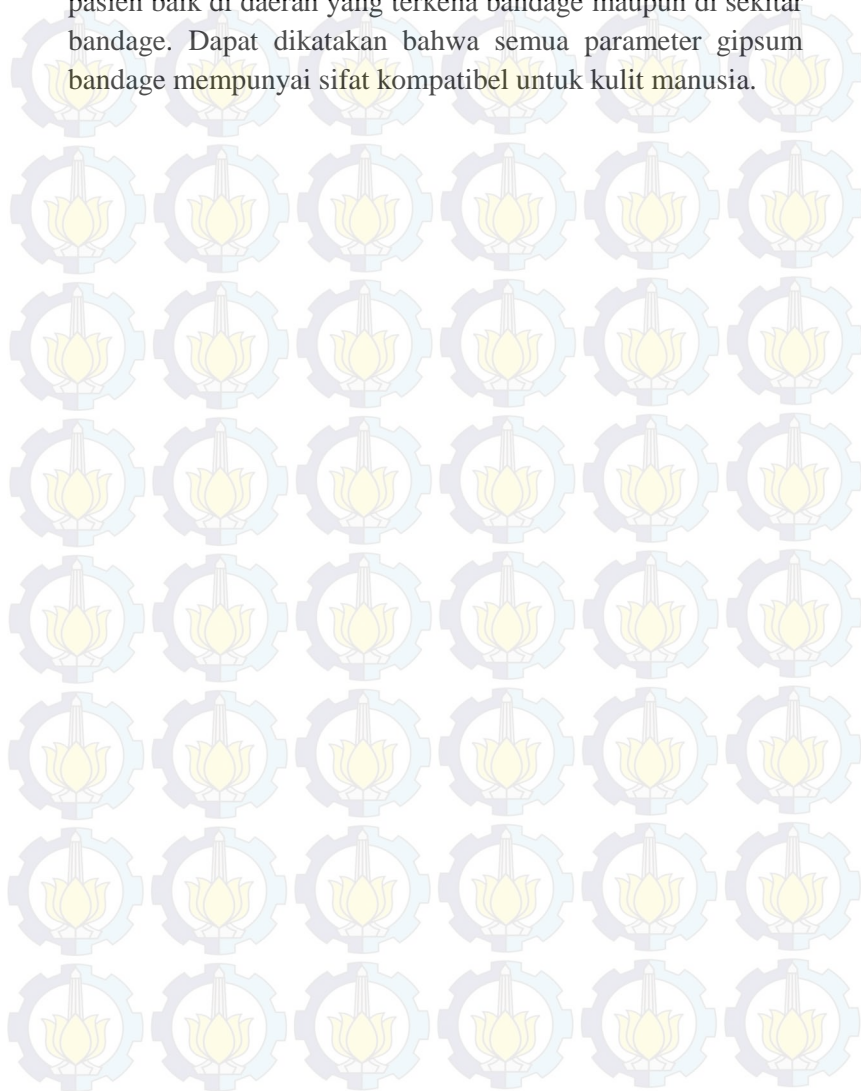
4.2.7 Analisa Hasil Pengujian Iritasi

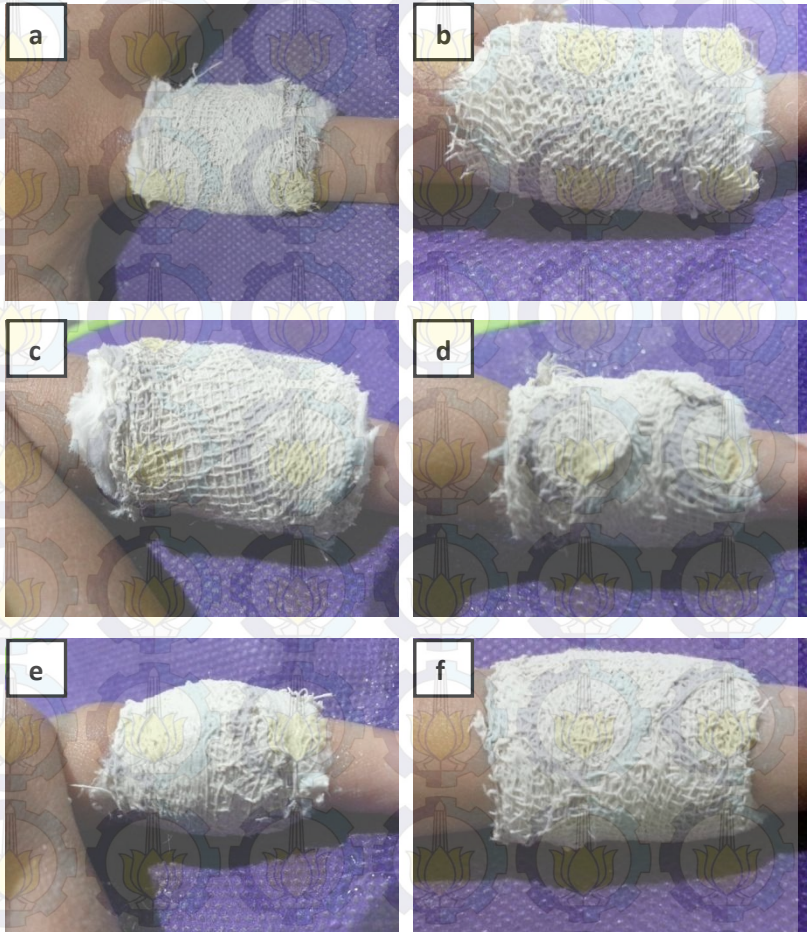
Pengujian skin irritation and sensitization gips (gipsium bandage) ini dilakukan pada kulit manusia. Pengujian ini dilakukan sesuai standar OECD test guideline 404 untuk human testing. Sebelum diaplikasikan, poliban dipasang terlebih dahulu agar gips yang telah mengeras, tidak melukai kulit. Setelah dipasang poliban, gipsium bandage diaplikasikan dengan cara menyemprot perban dengan air. Gips ditunggu hingga mengeras, dan dimonitoring selama 3 hari serta diamati setiap harinya. Hasil monitoring pengujian skin irritation dan sensitization dapat dilihat pada gambar 4.11, 4.12, dan 4.13

Pada hari pertama, pasien tidak mengeluh adanya rasa gatal pada semua parameter gipsium bandage, dan ketika diamati dan didokumentasi tidak tampak adanya abrasi, bercak merah, luka akibat gatal pada kulit di sekitar daerah gips maupun di daerah yang terkena gips. Hingga hari ketiga tidak ada keluhan dari pasien. Dapat dilihat pada gambar 4.11

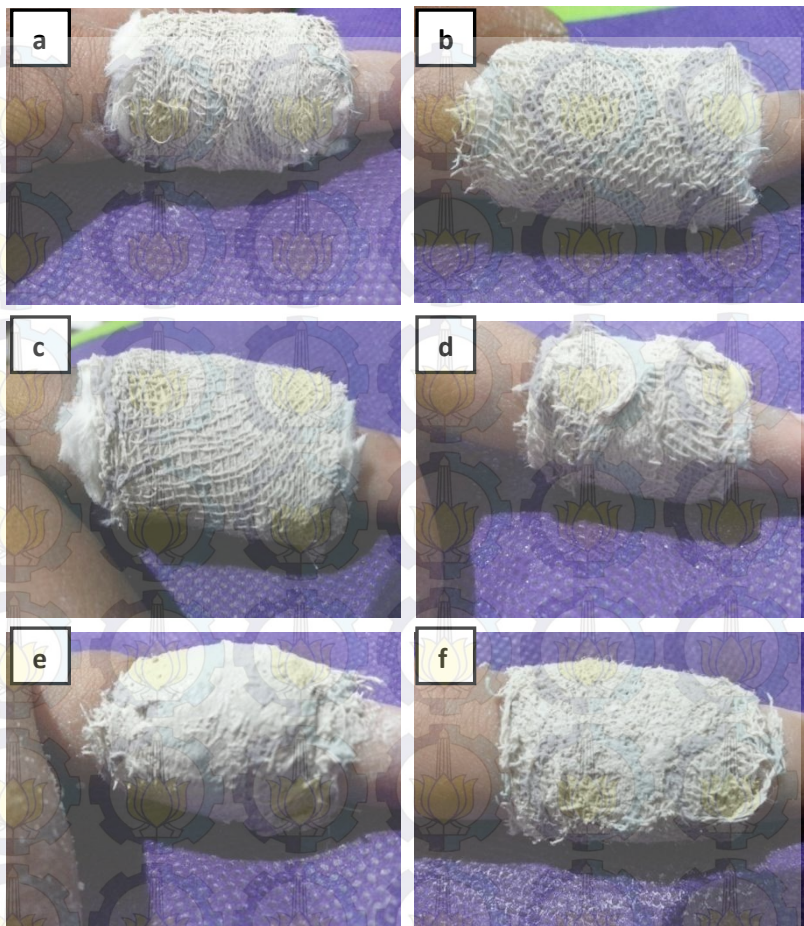
Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

sampai 4.13 bahwa tidak terjadi adanya iritasi pada kulit pasien baik di daerah yang terkena bandage maupun di sekitar bandage. Dapat dikatakan bahwa semua parameter gipsium bandage mempunyai sifat kompatibel untuk kulit manusia.

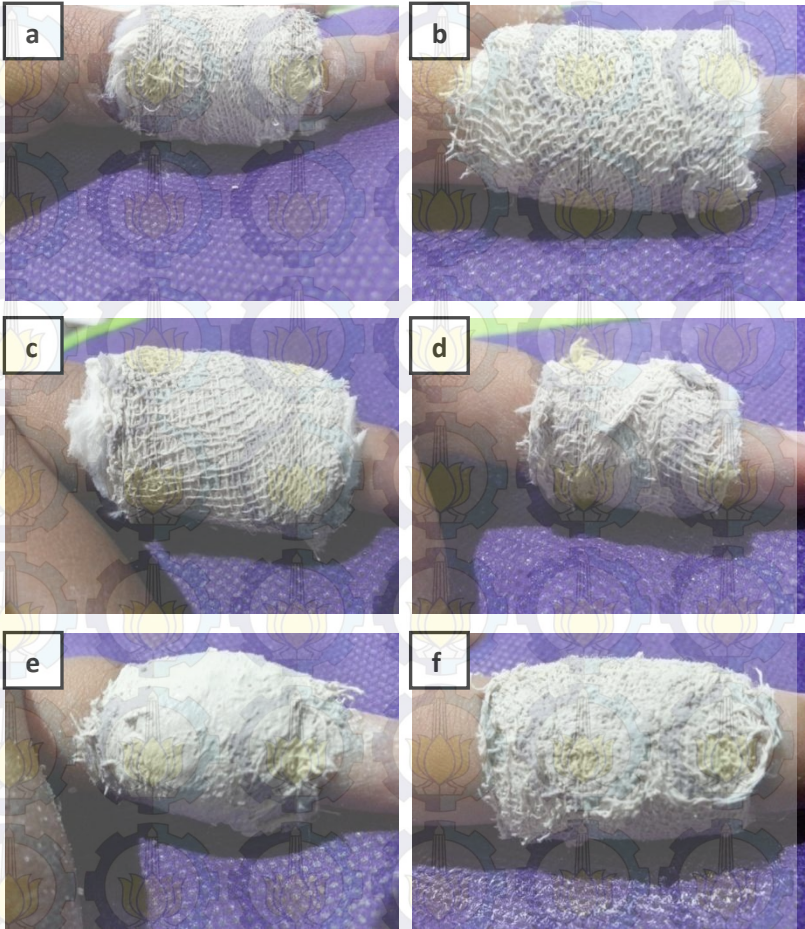




Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Irritation and Sensitization Hari Pertama, a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Irritation and Sensitization Hari Kedua a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Irritation and Sensitization Hari Ketiga, a) Sampel 1 b) Sampel 2 c) Sampel 3 d) Sampel 4 e) Sampel 5 f) Sampel 6



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Pembuatan Serbuk Gypsum Anhidrat parameter pembuatan yang dipilih adalah menggunakan massa 50 gram dengan radiasi gelombang mikro yang menggunakan daya input 540 watt selama 75 menit. Karena pada parameter ini memiliki gugus fungsi anhidrat dengan peak tajam yang dapat dilihat pada hasil FTIR. Selain itu memiliki persen yield yang tertinggi jika dibandingkan dengan parameter lain. Hasil analisa perhitungan densitas, solubilitas, dan berat molekul juga menunjukkan hasil yang serupa dengan standar dari gipsium anhidrat,
2. Pada pembuatan Gypsum Bandage, rasio air-serbuk gipsium anhidrat dan rasio penambahan adhesive (PVP) mempengaruhi sifat dari gipsium bandage. Semakin tinggi rasio air-serbuk gipsium anhidrat morfologi yang terbentuk bertransformasi menjadi dihidrat yang mampu memperpanjang waktu setting, menurunkan kekuatan tekan, menaikkan kemampuan gipsium bandage untuk menyerap air dan loss on ignition. Tetapi kenaikan rasio air-serbuk gipsium anhidrat tidak mempengaruhi temperatur setting dan sifat biologi dari gipsium bandage.
3. Rasio penambahan adhesive (PVP) juga mempengaruhi sifat dari gipsium bandage. Semakin banyak adhesive (PVP) yang ditambahkan, morfologi yang terbentuk akan



Laporan Tugas Akhir Januar Nur Rohmah S - 2711100058

semakin rapat sehingga memperkecil adanya porositas pada gipsum bandage. Selain itu semakin banyaknya adhesive (PVP) yang ditambahkan mampu memperlambat waktu setting, memperbesar nilai kekuatan tekan, menurunkan kemampuan gipsum bandage untuk menyerap air dan loss on ignition. Tetapi kenaikan rasio adhesive (PVP) tidak mempengaruhi temperatur setting dan sifat biologi dari gipsum bandage.

4. Dari semua parameter pembuatan gipsum bandage yang diteliti sampel yang sesuai dengan standar pembuatan gipsum bandage adalah sampel dengan parameter rasio air-serbuk gipsum anhidrat 40%:60% dan 45%:55% untuk semua rasio adhesive.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya ada beberapa saran yang dapat diperhatikan:

1. Untuk pengujian kekuatan tekan, sebaiknya pembuatan sampel dilakukan pada hari yang sama agar pengaruh dari penambahan adhesive dapat terlihat.
2. Agar gipsum bandage mampu memiliki waktu setting yang cepat, maka perlu ditambahkan adanya konsentrasi akselerator. Tetapi akselerator yang ditambahkan juga harus memiliki sifat biologi yang baik untuk tubuh manusia.

DAFTAR PUSTAKA

_____. 1999. ASTM C472: Standard Test Method for Physical Testing of Gypsum, Gypsum Plaster, and Gypsum Concrete. United State.

_____. 2004. ASTM C1396M: Standard Spesification for Gypsum Board. United State.

_____. 1993. Bureau Indian Standards 4738:1993: Bandage, Plaster Of Paris Spesification (Second Revision). New Delhi.

_____. 1995. JSC Memo MA2-95-048, "Thermal Limits for Intravehicular Activity (IVA) Touch Temperatures", NASA Space Shuttle Program Integration Office.

_____. 2002. OECD GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS: Acute Dermal Irritation/Corrosion.

_____. 2014. Safety Data Sheet HCS 2012 (29 CFR 1910.1200):

Calcium Sulphate Anhydrate. Solvay Chemicals, INC. 3333 Richmond Avenue Houston TX 77098-3099 USA,

Agustini, T. W. 2011. "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Samping (Amusium pleuronectes) Dalam Pembuatan Cookies Kaya Kalsium". 8-13.

Al-Jobouri, H. A. 2011. FTIR Spectroscopy for Gypsum After Treatment with Steam Pressure. Journal of Al-Nahram University 4. 123-130.

Aljubouri, Z. A., dan Auday. M. A. 2009. "Physical Properties and Compressive Strength of The



Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

- Technical Plaster and Local Juss”. Iraqi Journal of Earth Sciences 9, 2:49-58.
- Bakker, J. J. F., Brouwers, H. J. H. 2005. Mortar and Concrete Based on Calcium Sulphate Binders. Department of Construction Management and Engineering. 783-790.
- Balgies.2011. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Ranga. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Barlow, D., Bansal, Rhee, Kuiper, dan Makwana. 2013. “Effect of Cotton Padding On The Setting Properties Of Plaster Slabs”. Ann R Coll Surg Engl 952. 107-109
- Beuerlein, M. J., dan McKee.M.D. 2010. “Calcium Sulfates: What Is The Evidence?”. J Orthop Trauma. 46-51.
- Billings, O. B. (1958, Juli 8). United States Paten No. 2842138.
- Boricheski, J. H. (1976, Agustus 3). United States Patent No. 3972323.
- Breback, G. T. 2002. “Attending Orthopedic Spine Surgeon”. Lake Cook Orthopedic Associate. 106-113.
- Chen, W., Wang. C., Yan. L., Huang. L., Zhu, X., Chen, B, Sant. H. J., Niu. X., Zhu. G., Yu. K. N., Roy. V. A. L., Gale. B. K., Chen. X. 2013. Improved Polyvinylpyrrolidone Microneedle Arrays With Non-Stoichiometric Cyclodextrin. Journal of Materials Chemistry 13. 1-7.
- Chen, Y., Xianbing. J., dan Xiaobo. W. 2010. “Microwave-Assisted Synthesis Of Spheroidal Vaterite CaCO₃ in Ethylene Glycol–Water Mixed Solvents Without Surfactants”. Journal of Crystal Growth 312. 3191-3197.
-



Laporan Tugas Akhir Januar Nur Rohmah S - 2711100058

Chen, Y., Wu, Q. 2008. "Facile Synthesis and Properties Research of Single Crystal Calcium Sulfate Nanotubes Through Reverse Micelle Method". *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 325. 33-37.

Colditz, J. C. OTR/L, CHT, FAOTA. 2002. "Plaster of Paris : The Forgotten Hand Splinting Material". *Journal Of Hand Therapy*. 15:144-157.

Eberl, James Joseph., Chester, dan Alvin Richard. 1953. *Adhesive For Plaster Of Paris For Bandage Use*. 1-3.

Fitria, N. 2013. "Penyisihan Kandungan Tembaga Dan Kadmium Yang Terdapat Pada Urban Road Stormwater Menggunakan Biofilter Dengan Variasi Media Filter". 1-13.

Ganespillai, M., Regupathi, I., Murugesan, T. 2015. *Characterization and Process Optimization of Microwave Drying of Plaster of Paris*. *Drying Technology* 26. 1484-1496.

Green, R. (1984, September 25). United States Paten No. 4473671.

Greish, Y.E. 2011. "Phase evolution during the low temperature formation of stoichiometric hydroxyapatite-gypsum composites". *Ceramic International Journal*. 715-723

Hatim, N. A., Imam. K. A., Mohammed. A. A. 2006. "Modification of Gypsum Products (Parts II): The Effect of Drying Methods on The Compressive Strength and Surface Hardness of Modified Gypsum Products". *Al-Rafidain Dent J*, 162-167.



Laporan Tugas Akhir

Januar Nur Rohmah S - 2711100058

Hall, J. I. (1977, Agustus 30). United States Paten No. 4044761.

Hayes. 2004. "Recent Advances in Microwave Assisted Synthesis". *Aldrichimica Acta*, 37, 2.

Hazra, C., Sarang. B., Debasree. K., Ambalal C., dan Satyendra M. 2014. "Ultrasound-Assisted/Biosurfactant-Templated Size-Tunable Synthesis Of Nano-Calcium Sulfate With Controllable Crystal Morphology". *Ultrasonics Sonochemistry* 21. 1117-1131.

He, C. L., Ma, S. J., Su, X J., Chen, Y. Q., Liang. Y. S. 2013. "Calorimetry Study of Microwave Absorption of Some Solid Materials". *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 47. 251-261.

Hoque, M. E., Muhammad. S., Nurul. I. 2013. "Processing and Characterization of Cockle Shell Calcium Carbonate (CaCO_3) Bioceramic for Potential Application in Bone Tissue Engineering". *Journal Material Science & Engineering* 2. 1-5.

Housova, J., Hoke, K. 2002. "Microwave Heating – the Influence of Oven and Load Parameters on the Power Absorbed in the Heated Load". *Czech Journal Food Science* 20. 117-124.

Houmes, J. D., dan Hans. C. Z. L., 1997. "Microwave Synthesis of Ternary Nitride Materials". *Journal Of Solid State Chemistry* 130. 266-271.

Huang, C. L., Yu. H. C., Chuan. F. S., dan Hsien. Y. C. 2014. "Crystal Structure And Dielectric Properties Of $x\text{Ca}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-(1-x)(\text{Ca}_{0.61}\text{Nd}_{0.26})\text{TiO}_3$ At The Microwave Frequency". *Materials Research Bulletin* 63. 1-5.



Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

Jumah, R. Y., dan Raghavan. G. S. V. 2012. "Analysis Of Heat And Mass Transfer During Combined Microwave Convective Spouted-Bed Drying". *Drying Technology: An International Journal* 19. 3-4:485-506.

Kadem, S., Younsi, dan Lachemet. _____. "Computational Analysis Of Heat And Mass Transfer During Microwave Drying Of Timber". 1-14.

Kagawa, Y. 1999. Nutritional and Functional Properties of Squid and Cuttlefish. *National Cooperative Association of Squid Processor* 4. 485-486.

Kingston, dan Jassie. 1985. *Introduction to Microwave Sample Preparation—Theory and Practice*. Chapters 2 and 3, ACS professional reference book. Am. Chem. Soc.

Kong, B., Jie. Y., Keith. S., Yigang. Z., dan Baohong. G. 2012. "Synthesis Of α -Calcium Sulfate Hemihydrate Submicron-Rods In Water/n-Hexanol/CTAB Reverse Microemulsion". *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 409. 88-93.

Kraitzer, Amir. 2012. "Calcium Sulfate Bone Void Filler: Past And Future Clinical Use". *Enhancing Extraction Socket Therapy with a BiPhasic Calcium sulfate*. 1-14.

Krysiak, W. 2011. "Effects of convective and microwave roasting on the physicochemical properties of cocoa beans and cocoa butter extracted from this material". 467-478.

Lee, S. K., dan Moon. K. L., Haiwon. L. 2010. "Surfactant-Free Synthesis of CaSO_4 Nanorod/Nanowire by



Laporan Tugas Akhir

Januar Nur Rohmah S - 2711100058

- Electrochemical Deposition”. Journal of The Electrochemical Society 157. 3: 43-46.
- Li, L., Ying. J. Z., dan Ming. G. M. 2008. “Microwave-assisted preparation of calcium sulfate nanowires”. Materials Letter 62. 4552-4554.
- Lidstrom, P., Jason. T., Bernard. W., dan Jacob. W. 2001. “Microwave Assisted Organic Synthesis- A Review”. Tetrahedron Report 589. 57: 9225-9283.
- Ling, Y., dan George. P. D. 2005. “Preparation of α -Calcium Sulfate Hemihydrate by Reaction of Sulfuric Acid with Lime”. Ind. Eng. Chem 44. 715-724
- Luo, K., Huping. L., dan Yanxia. T. 2013. “Study On The Preparation Of Calcium Sulfate Whisker By Hydrothermal Method”. Advanced Materials Research 602-604. 1369-1372.
- Lusardi, M. M., Jorge. M., Nelsen, C. C. 2013. Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Missouri : Elsevier.
- MacKenzie, Kieran., Oscar Dunens, Andrew T. Harris. 2009. “A Review Of Carbon Nanotube Purification by Microwave Assisted Acid Digestion”. Separation and Purification Technology 66. 209-222.
- Marco, O. 2001. “Glenoidosteolysis after arthroscopic labrum repair with a bioabsorbable suture anchor”. Acta Orthopedic 73. 103-110.
- Meisenbach, R. O., Buffalo. _____. “The American Journal Of Orthopedic Surgery”. 1-24
- Miao, X., Yuan. Y., Chunguang. W., Leilei. C., Jianhui. F., dan Gang Y.. 2014.”Optimal Microwave-Assisted Hydrothermal Synthesis Of Nanosized $x\text{Li}_2\text{MnO}_3 \cdot (1-x)\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ Cathode Materials For Lithium Ion Battery”. Journal of Power Sources 247. 219-227.
-



Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

Mohammed, N. F., Ghirubaagiri. K., Siti. M. O., dan Intan. S. M. 2012. "Effect of Particulate Size on Mechanical Strength of Anadara Granosa Bioceramic". International Conference on Biomedical Engineering (ICoBE), hal. 144-148. Penang.

Mohamed dkk. 2012. Decomposition Study of Calcium Carbonate. *Journal of Engineering Science and Technology* Vol 7 No 1 Hal: 1 – 10.

Moncea, A., Georgescu. M. 2013. Influence of The Calcium Suphate on The Hydration and Hardening Processes of Some Ternary Binders Silicate-Aluminate-Sulphate. *Science Bulletin* 75. 119-128.

Muslim, A., Ma. T., Su. Z., dan Nijat. I. 2014. "Structural Feature and Electrochemical Performance of h-LiMnBO₃ and Its Carbon Coated Material Prepared by Microwave Synthesis". *Rare Metal Materials and Engineering* 439. 9:2095-2099.

Nursalim dkk. 2012. Studi Bioekologi Kerang Simpson (Amusium pleuronectes) di Perairan Semarang dan Kendal. *Journal of Marine Research* Vol 1 No 1 Hal: 110 – 117.

Othman,R., Long, B.D., Yeoh. F.Y., J. Farah, Azlila. Z., dan Noor, A.F. 2013. "Microwave-Assisted Synthesis, Drying And Sintering Of Phosphate-Based Bioceramic Materials". 12-33.

Papadimitriou, S. A., Barmpalexis. P., Karavas. E., Bikiaris. D. N. 2012. Optimizing the Ability of PVP/PEG Mixture to be used as Appropriate Carriers for the Preparation of Drug Solid Dispersions by Melt Mixing Technique Using Artificial Neural Network:1.



Laporan Tugas Akhir
Januar Nur Rohmah S - 2711100058

European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 82. 175-186.

Park, Y. B., Mohan, K., dan Al-Sanousi, A., Almaghrabi, B., Genco, R. J., Swihart, M. T., Dziak, R 2011. "Synthesis And Characterization Of Nanocrystalline Calcium Sulfate For Use In Osseous Regeneration". Biomedical Materials. 1-11.

Pollack, J. B., Toon. O. B., Khare. B. N. 1973. Optical Properties of Some Terrestrial Rocks and Glasses. ICAPUS 19. 372-389.

Rajeswari, N., Selvasekarapandian. S., Khartikeyan. S., Sanjeeviraja. C., Iwai. Y., Kawamura. J. 2013. Structural, Vibrational, Thermal, and Electrical Properties of PVA/PVP Biodegradable Polymer Blend Electrolyte with $\text{CH}_3\text{COONH}_4$. Ionics 19. 1105-1113.

Roy, N., Bhowmick. A. K. 2013. Synthesis and Characterization of Fibrous Nanosilica/ Polydimethylsiloxane Composites. Journal of Applied Polymer Science 130. 1005-1019.

Saryati dkk. 2012. "Hidroksiapatit berpori dari Kulit Kerang". *Jurnal Sains Materi Indonesia* ISSN : 1411-1098 hal 31 – 35.

Sawant, PD., dan Niranjane, A. 2008. "Formation of nanoparticles of sparingly soluble salts (caso4 and caso4:dy) using liquid-liquid separation method and application for detection of α -radiations". Micro & Nano Letters, IET 1 (2). 108-111.

Saxena. 2011. Microwave synthesis ; a Physical Concept, Microwave Heating. Europe :InTech.



Laporan Tugas Akhir Januar Nur Rohmah S - 2711100058

- Sharma, R., Shveta, A., dan Kumar, S. 2010. "Synthesis Of Calcium Sulphate and Sodium Sulphate From Waste Stream OF Exhaust Flue Gases Containing SO₂". *Journal Of Scientific and Industrial Research* 69. 691-694.
- Singh, N. B., Middendorf, B., 2007. Calcium Sulphate Hemihydrate Hydration Leading to Gypsum Crystallization. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials* 53. 57-77.
- Siripom, W., dan Pichet. L. 2009. "A Biomonitoring Study: Trace Metals in Amusium pleuronectes Shell from the Coastal Area of Chon Buri Province". *Kasetsart J (Nat.Sci.)* 43. 141-145.
- Sirota, I. S., Dorozhkin, S. V., Kruchinina, M. V., Melikhov, I. V. . Phase Transformation and Dehydration of Calcium Sulphate Nanocomposite from Plant Charcoal. *Scanning* 14. 269-275.
- Smith, David. 1966. Patent Number 3,236,232.
- Smith, David. 1972. Bonded Plaster Of Paris Bandage. 1-5.
- Smith, David. 1974. Patent Number 3,791, 837.
- Stern, W. G._____. "Plaster Of Paris; The Effects Of Various Substances Upon Its Rate Of Setting And The Subsequent Strength And Durability Of The Cast". 351-362.
- Stewart, T., Cheong, W.B., Victoria. T., dan Daniel. 2009. "Strong and Light Plaster Casts?". *Journal Injury* 40. 890-893.
- Sutiknowati. 2012. Kualitas Air yang Mendukung Potensi Budidaya di Perairan Pesisir Pulau Pari: Aspek Mikrobiologi. *Jurnal Segara* Vol 8 No 2 Hal: 65 – 75.
-



Laporan Tugas Akhir

Januar Nur Rohmah S - 2711100058

- Tsai, Y. Y., Sea. F. W., Shu. T. K., dan Wei. H. T. 2013. "Improving Biodegradation Behavior Of Calcium Sulfate Bone Graft Tablet By Using Water Vapor Treatment". *Materials and Science Engineering Journal C33*. 121-126.
- Vorster, Werner. 2001. The Effect of Microwave Radiation on Mineral Processing. *School of Chemical Engineering, The University of Birmingham*.
- Vyas, R., Moftah. A. I., Badr. A. I., Mohammed. H. E. 2008. "Compressive Strength Of Gypsum Product With Various Sulphate". *Cairo Dental Journal* 24. 2:199-203.
- Yan, H., Xuejie. H., dan Liquan. C. 1999. "Microwave Synthesis Of LiMn_2O_4 Cathode Material". *Journal of Power Sources*. 647-650.
- Weber, H. M. (1938, November 1). United States Patent No. 2134963.
- Yan, X., Elizabeth. M., Sridhar. K., Jeffrey. R. B., dan Zi. F. Y. 2013. "Microwave-Hydrothermal/Solvothermal Synthesis Of Kesterite, An Emerging Photo Voltaic Material". *Ceramic International Journal*. 1985-1992.
- Yang, L. X., Meng, Y.F., Yin, P., Yang.Y.X., Tang, Y. Y., Qin, L. F. 2011. "Shape Control Synthesis Of Low-Dimensional Calcium Sulfate". *Bulletin Materials Science*. 34.2:233-237.
- Zheyuan, H., dan Dong. F. 2010. "Preparation of Calcium Sulfate Whisker Using Waste Residue of Phosphogypsum by Hydrothermal Method". Southwest University of Science and Technology (SWUST). China.



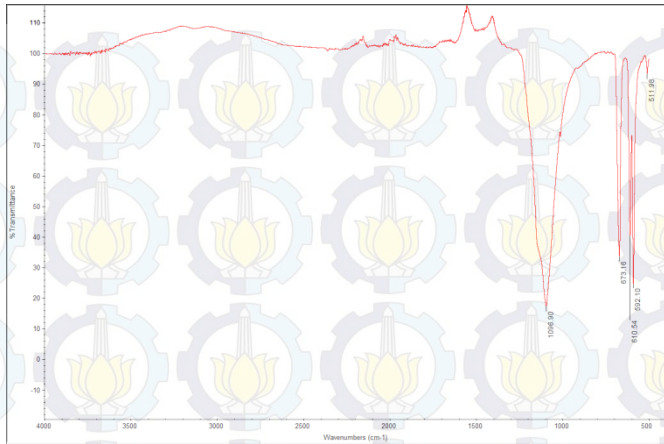
Laporan Tugas Akhir Januar Nur Rohmah S - 2711100058

Zhou, X., Jingjing. S., Ya. L., Qingmei. S., Jun. Z., dan Gaohui. D. 2014. "Microwave Irradiation Synthesis Of Co_3O_4 Quantum Dots/Graphene Composite As Anode Materials For Li-Ion Battery". *Electrochimica Acta* 143. 175-179.

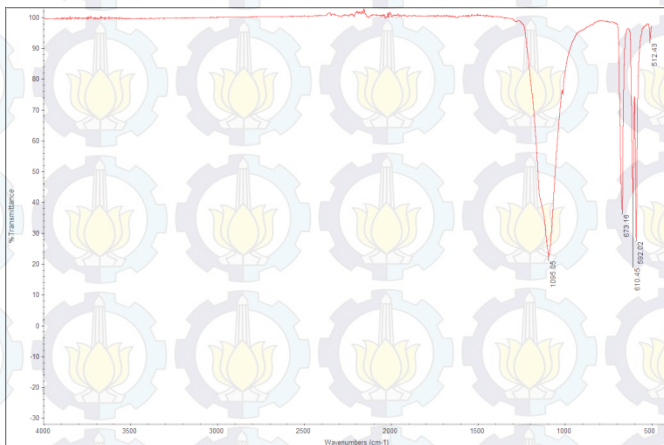
Zhu. X. H., dan Hang. Q. M. 2013. Microscopical and Physical Characterization of Microwave and Microwave-Hydrothermal Synthesis Products. *Micron* 44. 21-44

Zhu, P., Jingwei. Z., Zhishen. W., dan Zhijun. Z. 2007. "Microwave-Assisted Synthesis of Various ZnO Hierarchical Nanostructures: Effects of Heating Parameters of Microwave Oven". *Crystal Growth and Design Journal* 89. 3148-3153.

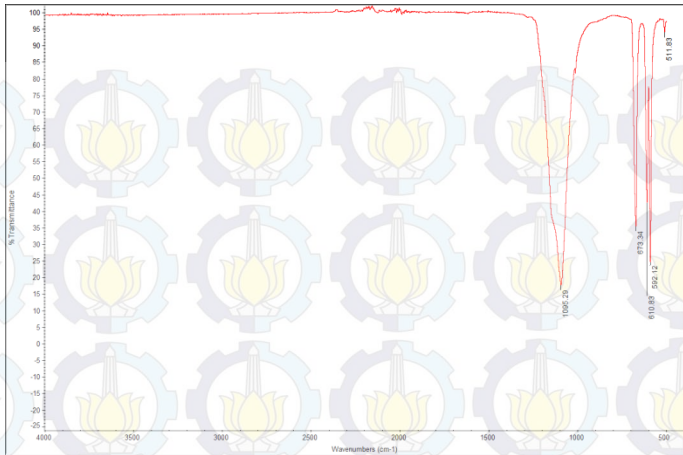
LAMPIRAN 7



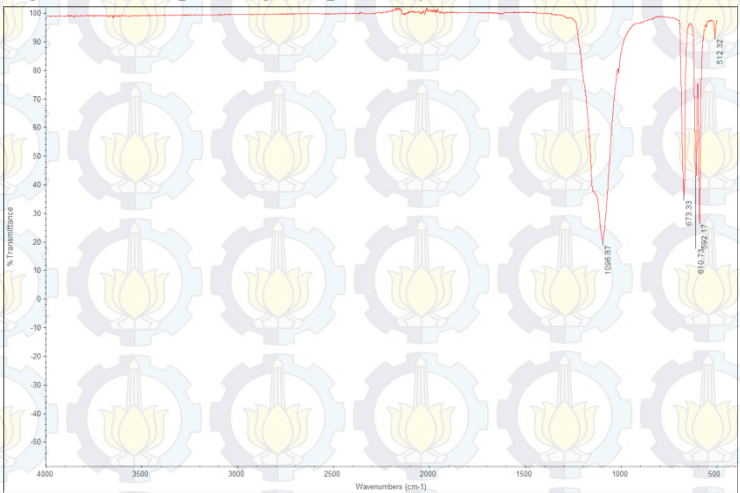
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan dengan massa input 25 gram pada daya 540 watt selama 75 menit



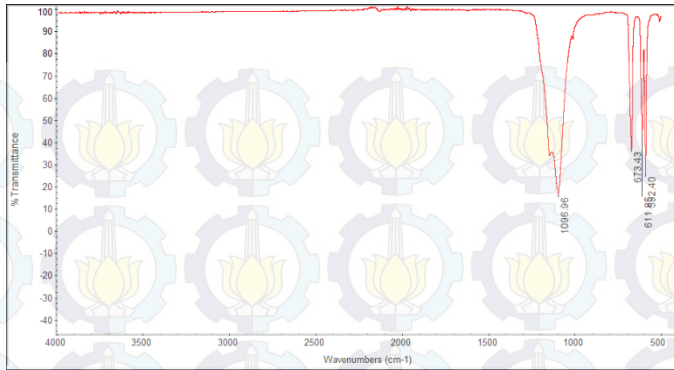
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan demassa input 50 gram pada daya 540 watt selama 75 menit



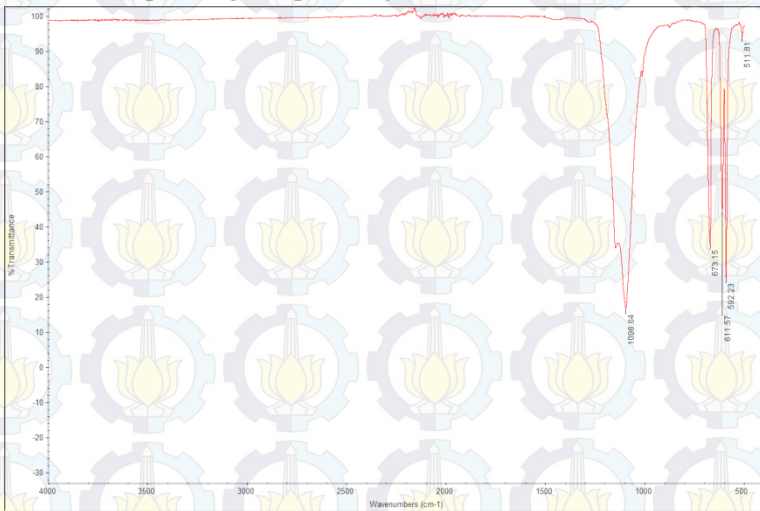
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan dengan massa input 75 gram pada daya 540 watt selama 75 menit



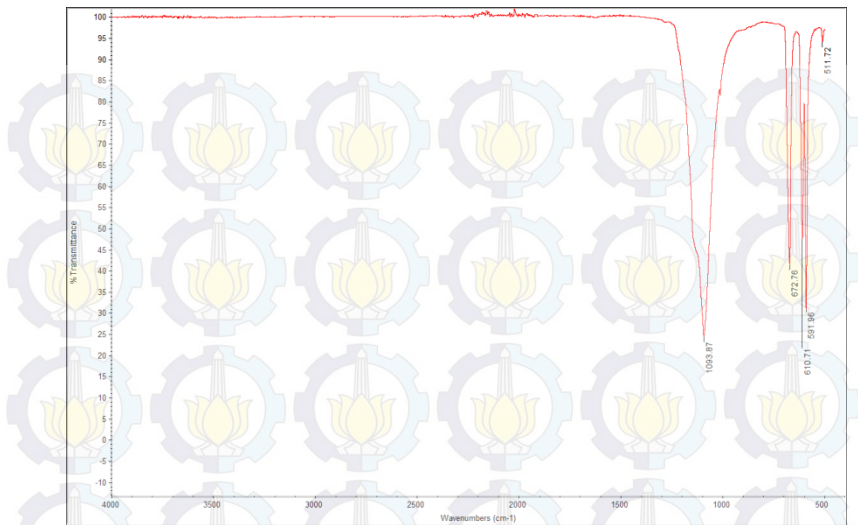
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 25 gram pada daya 540 watt selama 90 menit



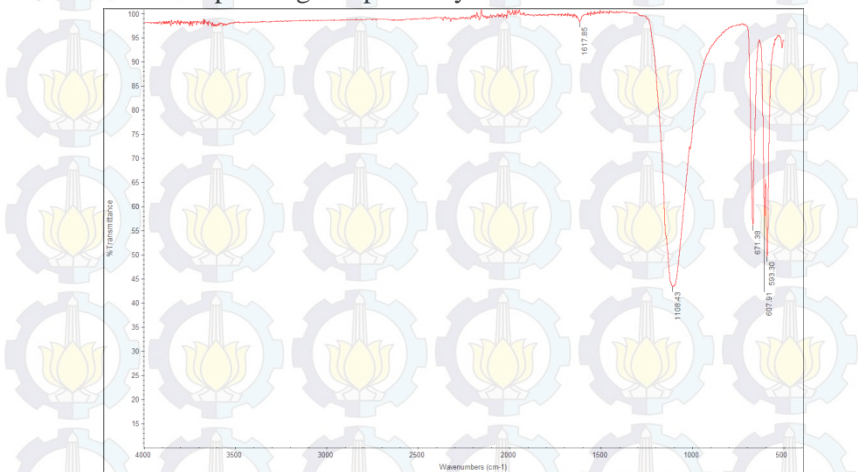
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 50 gram pada daya 540 watt selama 90 menit



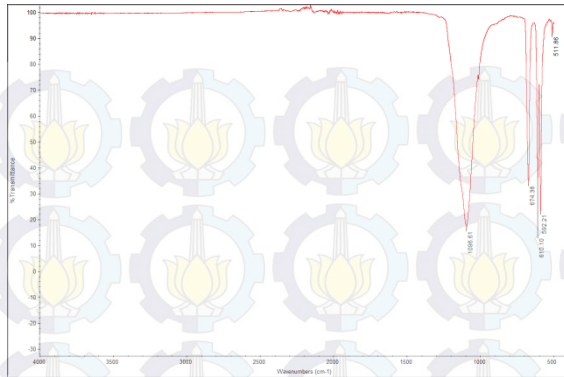
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 75 gram pada daya 540 watt selama 90 menit



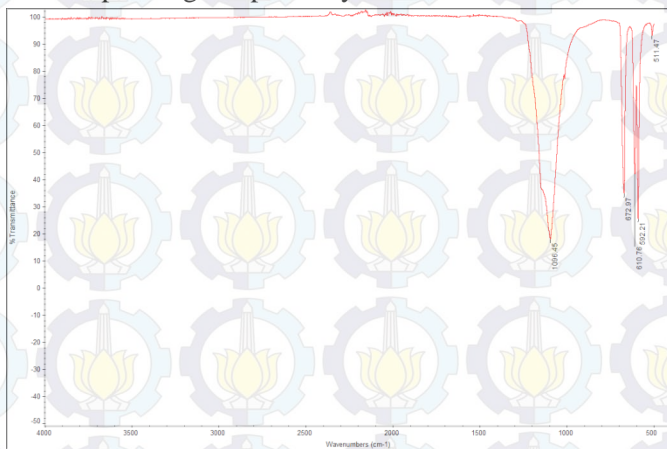
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 25 gram pada daya 720 watt selama 75 menit



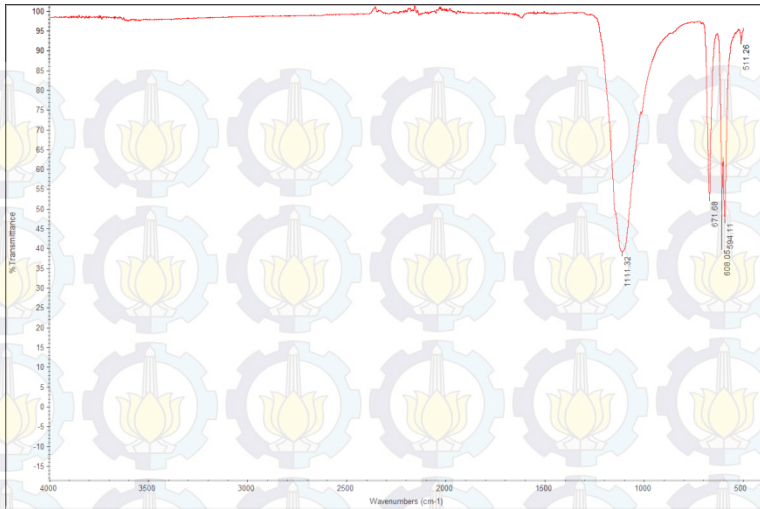
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 50 gram pada daya 720 watt selama 75 menit



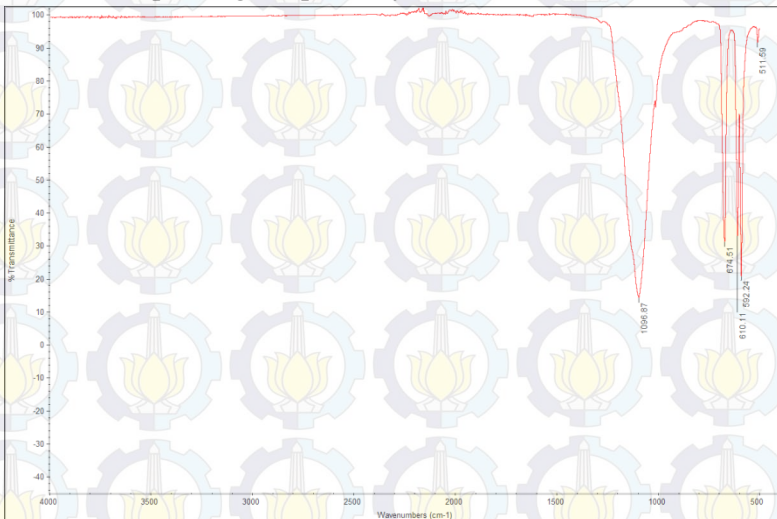
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 75 gram pada daya 720 watt selama 75 menit



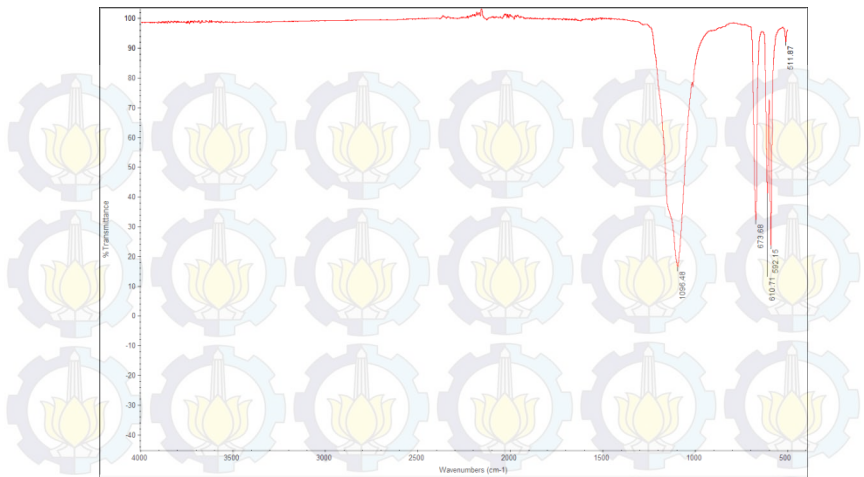
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 25 gram pada daya 720 watt selama 90 menit



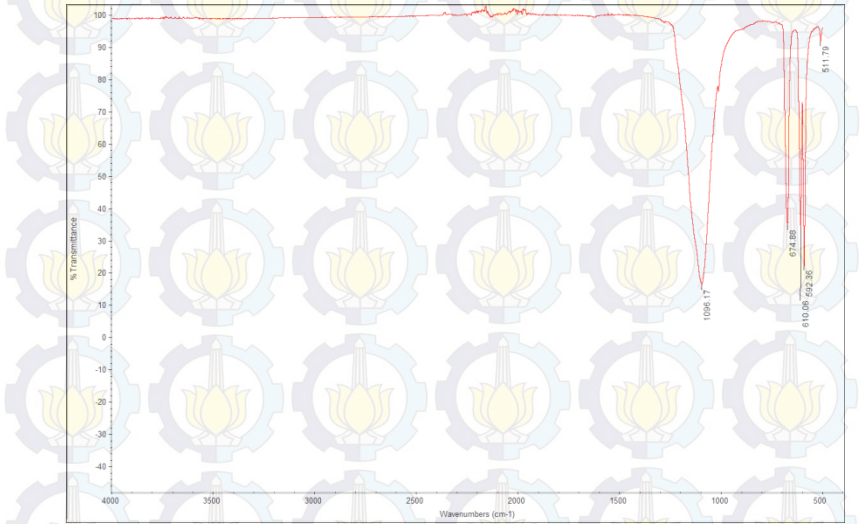
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 50 gram pada daya 720 watt selama 90 menit



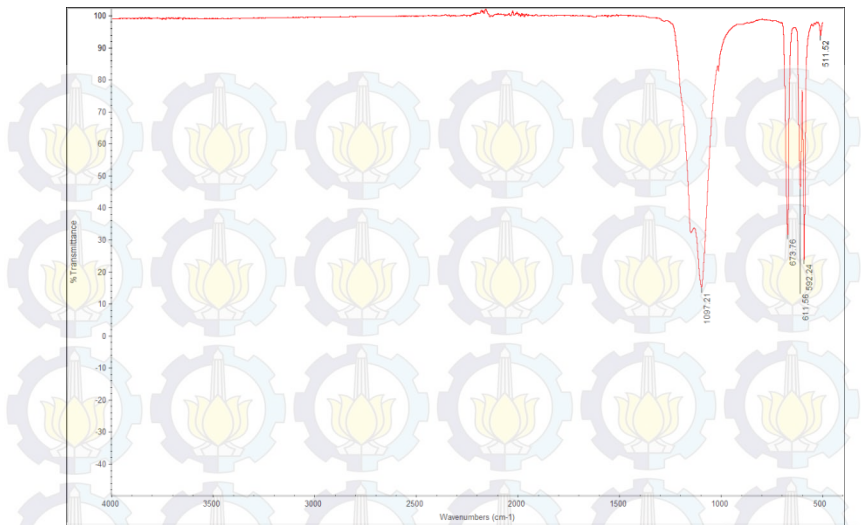
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 75 gram pada daya 720 watt selama 90 menit



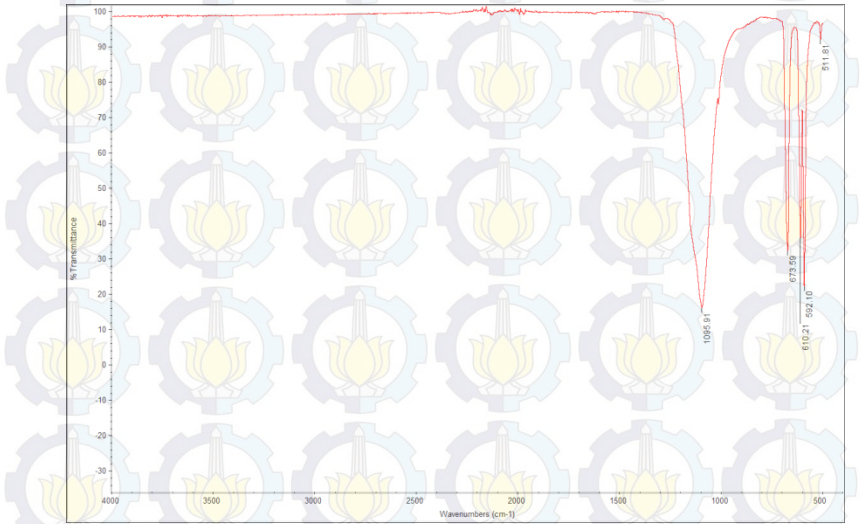
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 25 gram pada daya 900 watt selama 75 menit



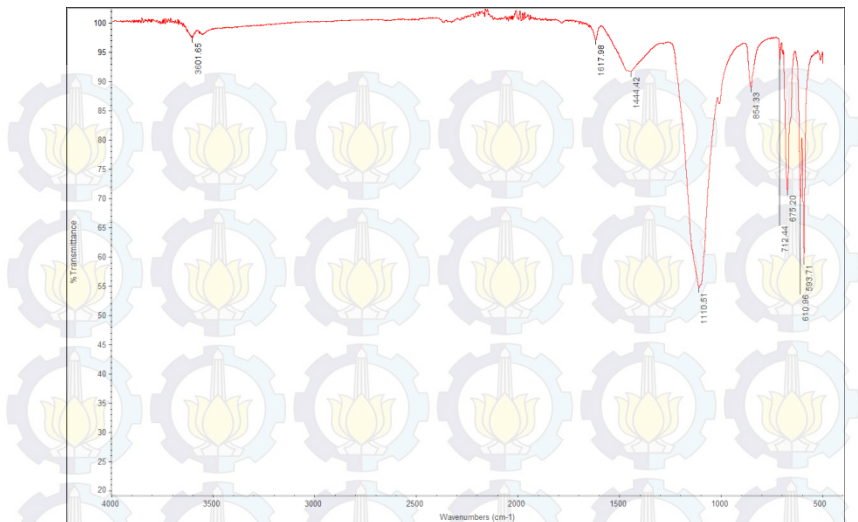
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 50 gram pada daya 900 watt selama 75 menit



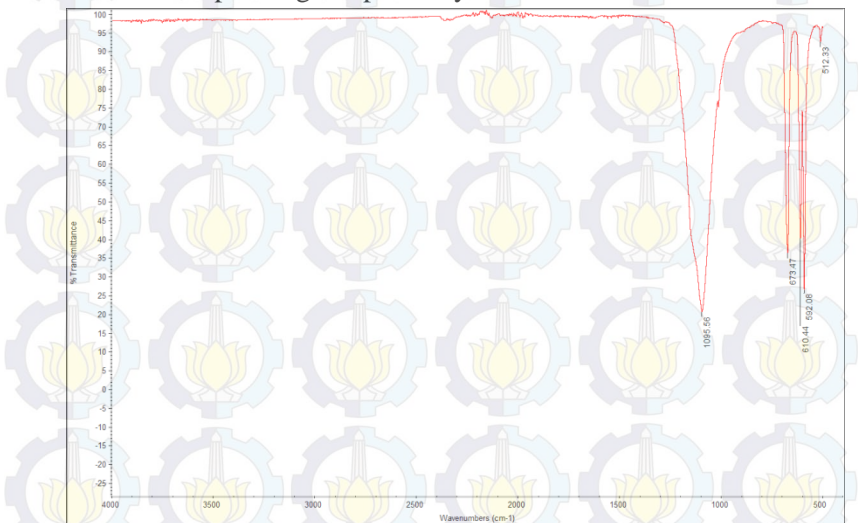
Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 75 gram pada daya 900 watt selama 75 menit



Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 25 gram pada daya 900 watt selama 90 menit



Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 50 gram pada daya 900 watt selama 90 menit



Gambar Hasil FTIR sintesis serbuk gipsum anhidrat dengan massa input 50 gram pada daya 900 watt selama 90 menit

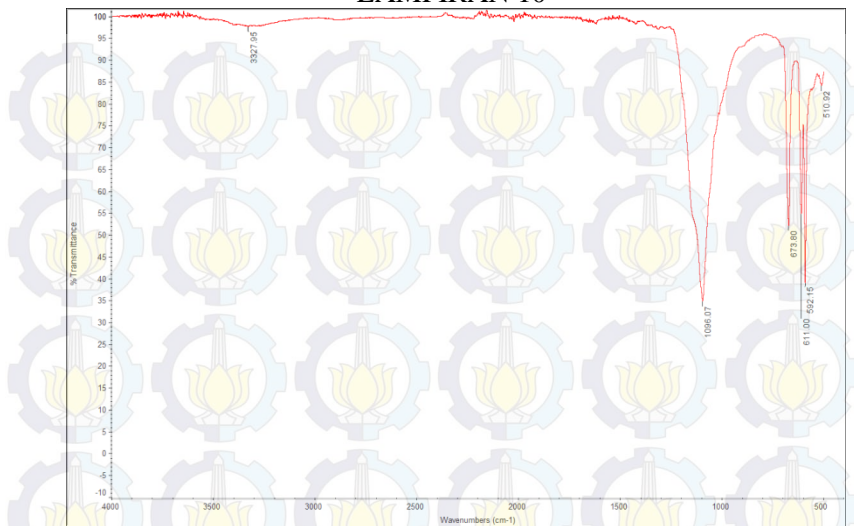
LAMPIRAN 8

Massa	Daya	WAKTU	SERBUK	FLUIDA	FLUIDA SAMPEL	NSITAS	Rata
25	540	90	1.24	24.08	24.83	530612	3.16
			1.1	24.04	24.85	793103	
50			1.02	24.83	25.41	318182	2.40
			1.34	24.48	25.28	481481	
75			1.06	24.32	24.94	409091	2.39
			1.04	24.41	25.01	363636	
25	900	75	1	24.48	25.16	3.125	2.74
			1.04	24.34	24.94	363636	
			1.1	24.52	25.12	2.2	2.18
			1.04	22.42	22.98	166667	
75		90	1.06	24.53	25.18	585366	2.49
			1.08	24.4	25.03	2.4	

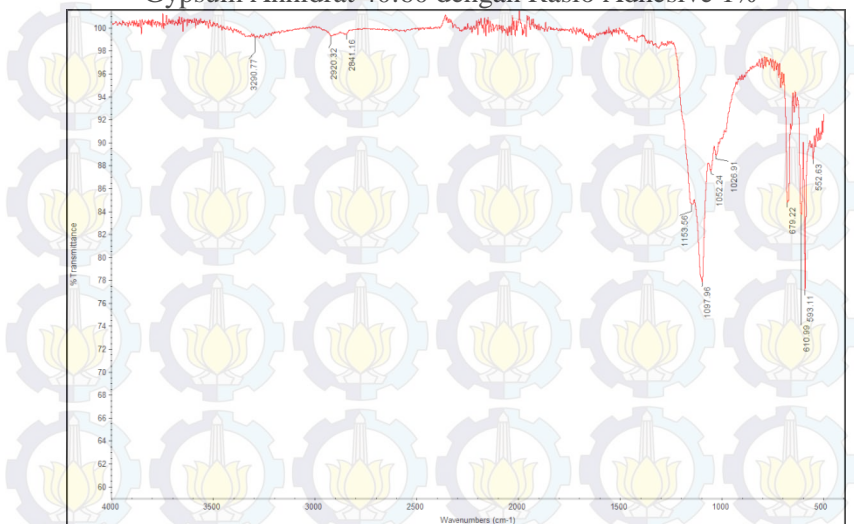
LAMPIRAN 9

massa	daya	waktu	m.awal	m.akhir	kelarutan
25	540	75	0.5325	0.4568	0.14
		90	0.56	0.52	0.07
	720	75	0.52	0.4	0.23
		90	0.76	0.5	0.34
	900	75	0.58	0.48	0.17
		90	0.52	0.42	0.28
50	540	75			
		90	0.6	0.44	0.27
75	540	75	0.6266	0.553	0.12
		90	0.58	0.46	0.21
	900	90	0.6	0.42	0.3

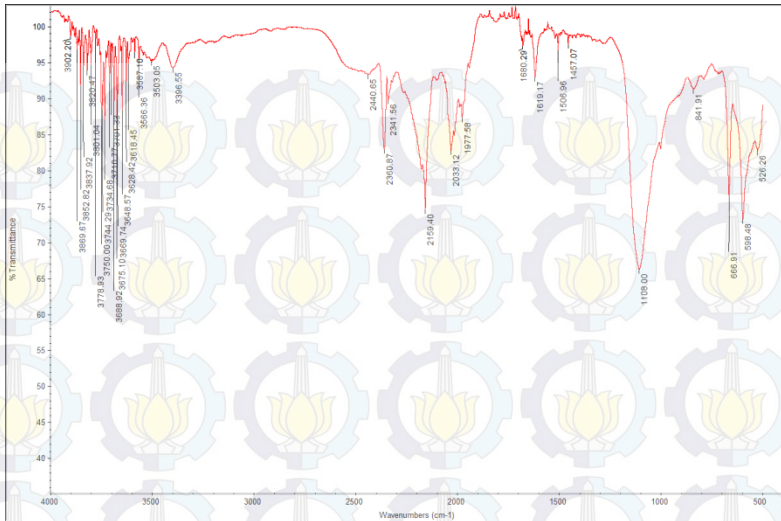
LAMPIRAN 10



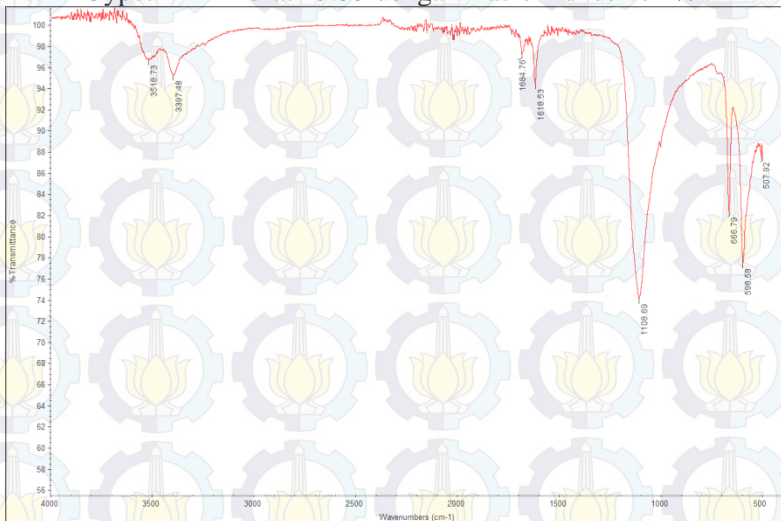
Gambar Hasil FTIR Gypsum Bandage Pada Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat 40:60 dengan Rasio Adhesive 1%



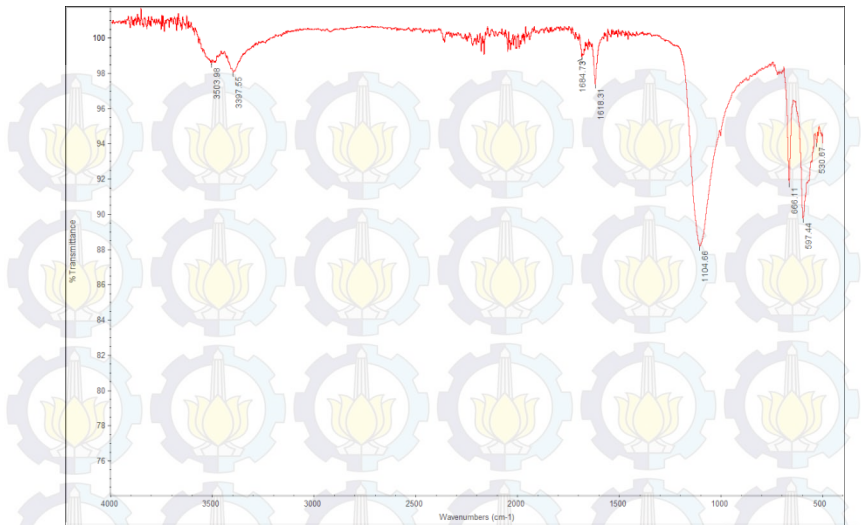
Gambar Hasil FTIR Gypsum Bandage Pada Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat 40:60 dengan Rasio Adhesive 2%



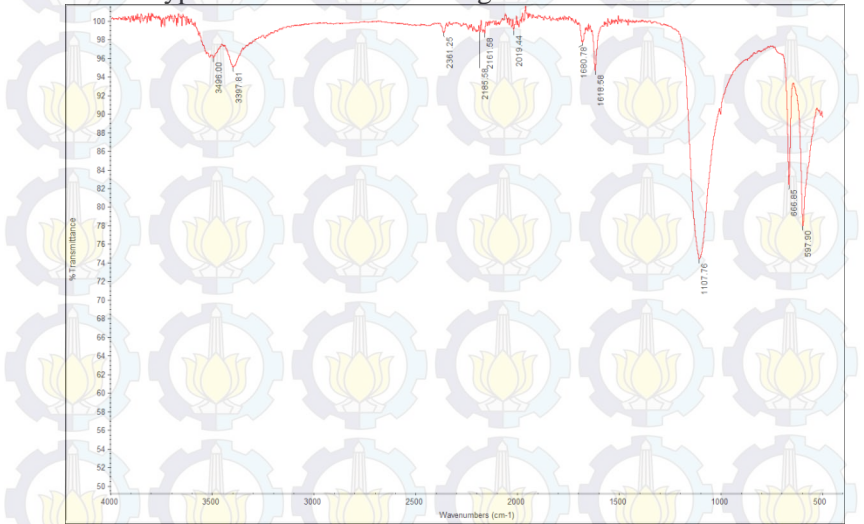
Gambar Hasil FTIR Gypsum Bandage Pada Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat 45:55 dengan Rasio Adhesive 1%



Gambar Hasil FTIR Gypsum Bandage Pada Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat 45:55 dengan Rasio Adhesive 2%



Gambar Hasil FTIR Gypsum Bandage Pada Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat 50:50 dengan Rasio Adhesive 1%



Gambar Hasil FTIR Gypsum Bandage Pada Rasio Air-Serbuk Gypsum Anhidrat 50:50 dengan Rasio Adhesive 2%

LAMPIRAN 11

Tabel Analisa Temperatur dan Waktu Setting

W/P	% adhesive	t. setting (min)	T.atas (°C)	T. bawah (°C)
40:60	1 %	40	27.3	27.8
	2%	34	27.1	31.3
45:55	1%	50	27.7	30.2
	2%	46	28.5	29.5
50:50	1%	64	29.8	29.9
	2%	59	30	31.8

LAMPIRAN 13

Tabel Analisa Sifat Mekanik

W/P	% adhesive	Beban (kg)	Luas penampang (cm²)	Kekuatan Tekan Kg/cm²
40:60	1 %	885.78	9	98.42
	2%	1075.59	9	119.51
45:55	1%	695.97	9	77.33
	2%	759.024	9	84.36
50:50	1%	945	9	105
	2%	948.78	9	105.45

LAMPIRAN 14

Tabel Analisa Water Absorption Pada Ratio 40:60 dengan Adhesive 1%

Repetisi I			Repetisi II			Repetisi III			% rata-rata	Standar Deviasi
jam	massa	% massa	jam	massa	% massa	jam	massa	% massa		
0	1.6121	0	0	2.8885	0	0	4.3011	0	0	0
2	2.9321	81.88	2	3.33	15.28	2	6.1555	43.11455	46.76	33.45
7.5	2.9467	82.79	7.5	3.2694	13.19	7.5	6.2449	45.19309	47.05	34.83
13	2.9607	83.65	13	4.3135	49.33	13	6.2149	44.49559	59.16	21.35
24	3.0431	88.77	24	4.5025	55.88	24	6.4067	48.95492	64.53	21.27

Tabel Analisa Water Absorption Pada Ratio 40:60 dengan Adhesive 2%

Repetisi I			Repetisi II			Repetisi III			% rata-rata	Standar Deviasi
jam	massa	% massa	jam	massa	% massa	jam	massa	% massa		
0	1.7909	0	0	1.6005	0	0	2.5712	.0	0	0
2	2.6555	48.28	2	2.3158	44.69	2	3.9104	52.08	48.35	3.7
7.5	2.7015	50.84	7.5	3.1416	96.29	7.5	3.9277	52.76	66.63	25.7
13	2.642	47.52	13	3.2327	101.98	13	4.01	55.96	68.49	29.31
24	2.7549	53.83	24	3.2784	104.836	24	4.1643	61.96	73.54	27.41

Tabel Analisa Water Absorption Pada Ratio 45:55 dengan Adhesive 1%

Repetisi I			Repetisi II			Repetisi III			% rata-rata	Standar Deviasi
jam	massa	% massa	jam	massa	% massa	jam	massa	% massa		
0	2.2585	0	0	1.4141	0	0	2.5055	0	0	0
2	3.4143	51.17	2	3.3838	139.29	2	3.3851	35.11	75.19	56.09
7.5	3.5059	55.23	7.5	3.5605	151.78	7.5	4.558	81.92	96.31	49.86
13	3.7001	63.83	13	3.6543	158.42	13	4.5479	81.52	101.26	50.29
24	3.7239	64.88	24	3.513	148.43	24	4.7085	87.93	100.41	43.15

Tabel Analisa Water Absorption Pada Ratio 45:55 dengan Adhesive 2%

Repetisi I			Repetisi II			Repetisi III			% rata-rata	Standar Deviasi
jam	massa	%massa	jam	massa	%massa	jam	massa	%massa		
0	3.1008	0	0	2.9698	0	0	3.5395	0	0	0
2	4.1331	33.29	2	4.7498	59.94	2	5.0674	43.17	45.47	13.47
7.5	4.3878	41.51	7.5	4.9384	66.29	7.5	6.2141	75.56	61.12	17.61
13	4.5026	45.21	13	5.2672	77.36	13	6.4023	80.88	67.81	19.66
24	4.6456	49.82	24	5.6232	89.35	24	6.4459	82.11	73.76	21.05

Tabel Analisa Water Absorption Pada Ratio 50:50 dengan Adhesive 1%

Repetisi I			Repetisi II			Repetisi III			% rata-rata	Standar Deviasi
jam	massa	% massa	jam	massa	% massa	jam	massa	% massa		
0	2.0442	0	0	2.914	0	0	1.9556	0	0	0
2	3.2611	59.53	2	4.1906	43.81	2	3.403	74.01	59.12	15.11
7.5	3.1372	53.47	7.5	4.3952	50.83	7.5	3.5575	81.91	62.07	17.23
13	3.2856	60.73	13	4.4892	54.06	13	3.6113	84.66	66.48	16.09
24	3.3576	64.75	24	4.8007	64.75	24	4.837	147.34	92.11	47.83

Tabel Analisa Water Absorption Pada Ratio 50:50 dengan Adhesive 2%

Repetisi I			Repetisi II			Repetisi III			% rata-rata	Standar Deviasi
jam	massa	% massa	jam	massa	% massa	jam	massa	% massa		
0	1.4281	0	0	1.5187	0	0	2.272	0	0	0
2	2.56	79.25916	2	3.2139	111.6218	2	3.1562	38.91725	76.5994	36.42517
7.5	3.5235	146.7264	7.5	3.3363	119.6813	7.5	3.3628	48.01056	104.8061	51.01136
13	4.4944	214.7119	13	3.505	130.7895	13	3.7216	63.80282	136.4347	75.61274
24	3.6941	158.6724	24	3.4105	124.5671	24	4.6357	104.0361	129.0918	27.59775

LAMPIRAN 15

PARAMETER		W0	WS	W105	LOI
W/P	ADHESIVE				
40:60	1%	2.48	1.7608	1.6605	5.70
	2%	3.1	3.1191	2.9792	4.49
45:55:00	1%	2.88	2.0023	1.8801	6.10
	2%	2.4	1.3298	1.2621	5.09
50:50:00	1%	2.88	2.0803	1.8802	9.62
	2%	3.26	2.1809	1.9719	9.58

LAMPIRAN 16

Gypsum Bandage	LOI (%)	t. Setting	T. Setting	WA(%)	Compressive (Kg/cm ²)
1	5.69627	40	27.7-27.8	46.76003	100.42
2	4.48527	34	27.1-31.3	48.35144	119.51
3	6.10258	50	27.7-30.2	75.19098	77.33
4	5.09099	46	28.5-29.5	45.4650	84.36
5	9.6188	64	29.8-29.9	59.11723	105
6	9.5832	59	30-31.8	75.5994	105.45
STANDARD	4.5-8	10-50	44	25-35	100

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Januar Nur Rohmah Suprihartini. Penulis lahir di Sumenep, 03 Januari 1994. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara pasangan Drs. Yoyok Supriyadi dan Dra. Ratna Suhartini, M.Si. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Laboratorium Unesa Surabaya (1999-2005), SMPN 22 Surabaya (2005-2008), SMA Wachid Hasyim 2 Taman Sidoarjo (2008-2011) dan diterima di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS melalui pogram SNMPTN jalur tulis tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 2711 100 058.

Di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi penulis mengambil Bidang Material Inovatif. Penulis aktif sebagai Bendahara II Unit Kerja Khusus HMMT FTI ITS 2013-2014.

Dengan perjuangan yang tidak kenal henti, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Ratio Adhesive Air Dan Serbuk Gypsum Anhidrat Pada Pembuatan Gypsum Bandage Dari Limbah Organik (Cangkang Kerang)”** dan mengantarkan penulis menjadi Sarjana Teknik (ST).

Januar Nur Rohmah Suprihartini
Januarnur0301@gmail.com

083857444152



(halaman ini sengaja dikosongkan)