



**KARAKTERISASI FISIKOKIMIA GIPSUM TIPE III DAUR ULANG
MEREK *BLUE DENTAL PLASTER* MENGGUNAKAN *FOURIER
TRANSFORM INFRA RED (FTIR)***

SKRIPSI

Oleh

**DWI SRI LESTARI
NIM 111610101094**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**KARAKTERISASI FISIKOKIMIA GIPSUM TIPE III DAUR ULANG
MEREK *BLUE DENTAL PLASTER* MENGGUNAKAN *FOURIER
TRANSFORM INFRARED (FTIR)***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Kedokteran Gigi (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Oleh
Dwi Sri Lestari
NIM 111610101094

BAGIAN ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2015

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrahiim, dengan segala ketulusan hati skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karuniaNya saya dapat menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
2. Rasulullah Muhammad SAW, sebagai suri tauladan dalam mengambil setiap langkah.
3. Orang tua yang sangat saya cintai atas doa yang tak henti-hentinya, kasih sayang dan segalanya yang mereka punya hanya untuk keberhasilanku.
4. Saudara-saudariku tersayang dan keluarga besar yang selalu mendoakan serta memotivasi agar tetap semangat dalam menuntut ilmu.
5. Pahlawan tanpa tanda jasaku sejak taman kanak-kanak, sekolah dasar, sekolah menengah pertama hingga sekolah menengah akhir yang telah bersedia mendidik dan berbagi ilmu.

MOTO

Man Jadda Wajada

“siapa yang bersungguh-sungguh pasti berhasil”

Man Shabara Zhafira

“siapa yang bersabar pasti beruntung”

Man Sara Ala Darbi Washala

“siapa yang menapaki jalanNya akan sampai ke tujuan”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Dwi Sri Lestari

NIM : 111610101094

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Karakterisasi Fisikokimia Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster* Menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 April 2015

Yang menyatakan,

Dwi Sri Lestari

NIM 111610101094

SKRIPSI

**KARAKTERISASI FISIKOKIMIA GIPSUM TIPE III DAUR ULANG
MEREK *BLUE DENTAL PLASTER* MENGGUNAKAN *FOURIER
TRANSFORM INFRARED (FTIR)***

Oleh

**Dwi Sri Lestari
NIM 11161010194**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Hengky Bowo Ardhiyanto, MD.Sc

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Achmad Gunadi, M.S., Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakterisasi Fisikokimia Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster* Menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 13 April 2015

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Penguji Ketua

Dosen Penguji Anggota

drg. Agus Sumono, M. Kes
NIP 196804012000121001

Dr. drg. Fx Ady Soesetijo, Sp. Pros
NIP 196005091987021001

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

drg. Hengky Bowo Ardhiyanto, MD.Sc
NIP 197905052005011005

drg. Achmad Gunadi, M.S., Ph.D
NIP 1956061211983031002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember,

drg. Hj. Herniyati, M.Kes.
NIP 195909061985032001

RINGKASAN

Karakterisasi Fisikokimia Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster* Menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*; Dwi Sri Lestari, 111610101094; 2015; 39 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Gypsum yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi merupakan gypsum dalam bentuk kalsium sulfat hemihidrat (gypsum tipe III). Gypsum tipe III digunakan sebagai reproduksi model kerja, tetapi setelah selesai digunakan akan menjadi limbah. Berdasarkan reaksi pembentukan dihidrat menjadi hemihidrat adalah reaksi reversibel, sehingga gypsum dapat didaur ulang. Penelitian-penelitian terdahulu menyatakan bahwa gypsum tipe III daur ulang terjadi perubahan sifat fisik, mekanik dan kimia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia gypsum tipe III daur ulang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* buatan Korea. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji FTIR dengan rancangan penelitian *pretest-posttest design*. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* memiliki karakteristik fisikokimia yang mirip dengan gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dengan masih adanya kandungan utama yang berupa SO_4 dan H_2O . Selain itu hilangnya gugus fungsi alkena dan cincin aromatik serta munculnya pengotor amida. Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dapat digunakan kembali walaupun ada beberapa gugus fungsi yang hilang dan munculnya pengotor.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, ridho dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Fisikokimia Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster* Menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. drg. Hj. Herniyati, M. Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember beserta jajarannya;
2. drg. Hengky Bowo Ardhiyanto, MD.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, drg. Achmad Gunadi, M.S., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Pendamping dan yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini;
3. drg. Agus Sumono, M. Kes., selaku Dosen Penguji Ketua dan Dr. drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros., selaku Dosen Penguji Anggota. Terima kasih telah memberikan ilmu yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini;
4. drg. Agustin Wulan Suci D, MD.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar membimbing saya selama menempuh perkuliahan;
5. Ayahanda Warmani dan Ibunda Warsini untuk segala pengorbanan yang tiada akhir, kasih sayang yang tanpa batas dan doa yang tanpa putus serta kakakku Eko Heriyanto serta adikku Nia Tri Wardani yang selalu memberi semangat kepadaku;
6. Keluarga besar Soeparmo, pak dhe Kunawi sekeluarga, om Kunarsono sekeluarga, tante Sustini sekeluarga, om imam sekeluarga serta keluarga besar Sarpidjo, pak dhe Tarso sekeluarga, om Tarsupin sekeluarga dan tante Supi sekeluarga yang telah memberi dukungan dan motivasi hingga saat ini;

7. Seluruh guru TK, SDN Kumpulrejo 2, SMPN 1 Parengan, dan guru SMAN 1 Bojonegoro, beserta dosen yang telah membagi ilmu yang sangat bermanfaat;
8. Teman-teman yang telah berpartisipasi langsung dalam membantu penelitian ini, Asyiah Hamasah Izzati selaku *partner* setia dalam suka dan duka selama penelitian, R.AJ Mahardika Safanti Prabaningtyas selaku *partner* penyusunan skripsi yang selalu memberi semangat;
9. Sahabat tercinta, Deo Agusta Rachmana Putri dan Sariwiwit Intan yang tak henti-hentinya memberikan dukungan dan doa dalam penyusunan skripsi ini;
10. *Belitung girls*, Rhanifda Amvitasari, Rohmatul Ummah dan Yunita Saskia sebagai sahabat kos serta *mastrip girls*, Lubna, Avin, Fani dan mbk Kris yang selalu menghibur dan memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini;
11. *Hap-hap family*, om Mar'iy, Theo dan Recky yang selalu menginspirasi serta sahabat Kumbolo yang memberikan semangat serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini;
12. Sahabat KKN, mas Alexs, mas Hudan, mas Daus, Amin, Rofi', Vika, Dina, Devi dan mbk Weka yang selalu memberi motivasi, dukungan dan doa dalam penyusunan skripsi ini;
13. Seluruh teman FKG 2011 yang telah mewarnai hari-hari perkuliahan;
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 13 April 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
2. BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Gypsum Kedokteran Gigi	5
2.2. Sifat Gypsum	6
2.2.1. Kekuatan Tekan (<i>Compressive Strength</i>)	6
2.2.2. Waktu Pengerasan (<i>Setting time</i>)	6
2.2.3. Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	7
2.2.4. Detail Reproduksi (<i>Reproduction of Detail</i>).....	7
2.3. Manipulasi Gypsum	8

2.4. Gypsum Tipe III	8
2.5. Gypsum Tipe III Daur Ulang	9
2.6. FTIR.....	10
3. BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Jenis Penelitian.....	13
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2.1. Tempat Penelitian	13
3.2.2. Waktu Penelitian.....	13
3.3. Variabel Penelitian	13
3.3.1. Variabel Bebas	13
3.3.2. Variabel Terikat	13
3.3.3. Variabel Terkontrol	13
3.4. Definisi Operasional	14
3.4.1. Daur Ulang	14
3.4.2. Karakteristik Fisikokimia.....	14
3.4.3. Gypsum Tipe III Merek <i>Blue Dental Plaster</i>	14
3.4.4. Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek <i>Blue Dental Plaster</i> ...	14
3.5. Sampel Penelitian	15
3.5.1. Kriteria Sampel	15
3.6. Alat dan Bahan.....	15
3.6.1. Alat Penelitian.....	15
3.6.2. Bahan Penelitian.....	15
3.7. Cara Kerja	16
3.7.1. Pembuatan Bubuk Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek <i>Blue Dental Plaster</i>	16
3.7.2. Uji FTIR pada Gypsum Tipe III Merek <i>Blue Dental Plaster</i> dan Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek <i>Blue Dental</i> <i>Plaster</i>	16
3.8. Analisis Data.....	17

3.9. Alur Penelitian.....	17
4. BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Hasil Penelitian	18
4.2 Pembahasan	21
5. BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1. Kesimpulan	26
5.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Gugus fungsi FTIR	11
4.1. Puncak-puncak dari spektrum FTIR gipsum tipe III merek <i>Blue Dental Plaster</i>	20
4.2. Puncak-puncak dari spektrum FTIR gipsum tipe III daur ulang merek <i>Blue Dental Plaster</i>	21

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.2. Komponen FTIR	12
4.1. Spektrum FTIR gipsum tipe III merek <i>Blue Dental Plaster</i>	18
4.2. Spektrum FTIR gipsum tipe III daur ulang merek <i>Blue Dental Plaster</i>	19
4.3. Spektrum FTIR gipsum tipe III merek <i>Blue Dental Plaster</i> dan gipsum tipe III daur ulang merek <i>Blue Dental Plaster</i>	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Spektrum FTIR Gypsum Tipe III Merek <i>Blue Dental Plaster</i>	30
B. Spektrum FTIR Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek <i>Blue Dental Plaster</i>	31
C. <i>Superimpose</i> Spektrum FTIR Gypsum Tipe III Merek <i>Blue Dental Plaster</i> dan Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek <i>Blue Dental Plaster</i>	32
D. Alat dan Bahan Penelitian.....	34
E. Foto Penelitian.....	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gypsum merupakan mineral yang mengendap pada batuan sedimen yang dapat bercampur dengan batu gamping, batu pasir, serpih merah, garam batu, dan lempung. Gypsum telah digunakan selama beberapa abad untuk tujuan konstruksi bangunan. Tetapi pada perkembangannya gypsum tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan tetapi juga sebagai material kedokteran gigi. Gypsum digunakan dalam bidang kedokteran gigi untuk membuat reproduksi model dari hasil replikasi rongga mulut serta struktur maksilo-fasial dan untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi (Anusavice, 2003:155).

Gypsum yang digunakan dalam kedokteran gigi terdiri atas beberapa tipe. Tipe-tipe tersebut dibedakan berdasarkan proses pemanasan untuk mengeluarkan air dari kristalisasi. Suhu yang meningkat dalam pemanasan akan menghasilkan tipe gypsum yang berbeda. Menurut spesifikasi ADA No. 25 gypsum kedokteran gigi terdiri atas *plaster* cetak (tipe I), *plaster* model (tipe II), *stone* gigi (tipe III), *stone* gigi kekuatan tinggi (tipe IV), *stone* gigi kekuatan tinggi dan ekspansi tinggi (tipe V) (Anusavice, 2003:169-172).

Kriteria penggunaan tipe gypsum bergantung pada tujuan untuk penggunaannya. Gypsum tipe III digunakan untuk mereproduksi cetakan menjadi model kerja, dimana pada model kerja tersebut akan dikonstruksi suatu protesa gigi (Anusavice, 2003:155). Model yang telah dipakai untuk konstruksi protesa gigi ini tidak digunakan kembali dan menjadi limbah (Wulandari & Sukandar, 2008).

Limbah dari model gypsum yang berupa kalsium sulfat dihidrat tidak mempunyai nilai ekonomi dan berdampak negatif. Kalsium sulfat dihidrat tidak bisa

terurai dengan sempurna di dalam tanah sehingga nantinya akan mencemari ekosistem. Konsentrasi kalsium yang berlebihan dalam air tanah sangat berbahaya bagi tubuh apabila dikonsumsi oleh manusia karena kalsium yang berlebihan dapat mengganggu metabolisme sel tubuh (Guyton & Hall, 2007). Demikian pula sulfat dalam bentuk campuran magnesium atau natrium yang berlebihan dapat mengiritasi pada saluran pencernaan hewan (Yuningsih, 2005).

Limbah model gipsum sangat berbahaya sehingga perlu adanya upaya untuk mengurangi limbah tersebut. Salah satu upaya untuk mengurangi limbah model gipsum adalah dengan cara mendaur ulang model gipsum. Model gipsum terbuat dari kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) yang bereaksi dengan air membentuk kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Sebaliknya kalsium sulfat hemihidrat dibentuk dari dehidrasi gipsum. Oleh karena reaksi yang reversibel tersebut, model gipsum dapat didaur ulang (Craig & Power, 2002:392). Daur ulang adalah pemrosesan kembali bahan yang pernah dipakai untuk mendapatkan produk baru (Depdiknas, 2008). Model gipsum yang didaur ulang memiliki manfaat antara lain mengurangi limbah kedokteran gigi dan berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan. Tetapi gipsum hasil daur ulang memiliki banyak kelemahan yaitu terjadi perubahan sifat fisik, mekanik dan kimia (Rifai, 2000; dan Kurniawan, 2012).

Kurniawan (2012) menyatakan bahwa waktu *setting* gipsum tipe III daur ulang lebih cepat dibandingkan waktu *setting* gipsum tipe III merek 3L (*Germany*). Waktu *setting* gipsum daur ulang dengan rasio W:P 0,6 adalah 3,3 menit sedangkan waktu *setting* gipsum tipe III merek 3L (*Germany*) adalah 22,5 menit. Rifai (2000) menyatakan bahwa kekuatan tekan hancur gipsum tipe III daur ulang merek 3L (*Germany*) berkurang. Kekuatan tekan hancur gipsum tipe III daur ulang merek 3L (*Germany*) dengan rasio W:P 0,35 adalah $7,111 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan kekuatan tekan hancur gipsum tipe III merek 3L (*Germany*) adalah $9,667 \text{ kg/cm}^2$. Perbedaan ini dimungkinkan terjadinya perubahan dari senyawa penyusun gipsum pada gipsum tipe III daur ulang sehingga terjadi perbedaan antara gipsum tipe III dan gipsum tipe III daur ulang dalam uji kekuatan tekan dan waktu *setting*.

Karakteristik dari setiap senyawa berbeda-beda tergantung dari unsur penyusunnya. Karakteristik adalah sifat yang dimiliki suatu bahan atau material yang diperoleh dari karakterisasi material sehingga dapat mengetahui kualitas material tersebut. Karakterisasi material dapat diperoleh melalui uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (Road & Madison, 2001).

FTIR dapat mendeteksi keberadaan gugus fungsi suatu material. Melalui uji FTIR ini dapat mengetahui empat daerah yang memiliki ciri yang khas yakni pada daerah *fingerprint*, daerah ikatan rangkap dua, daerah ikatan rangkap tiga dan daerah X-H *stretching* yang dibawa oleh gugus fungsi dari senyawa penyusun material (Stuart, 2004). FTIR ini merupakan salah satu uji yang tepat untuk menganalisis gugus fungsi gipsium daur ulang.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti ingin menelaah karakteristik fisikokimia melalui uji FTIR dari gipsium tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka timbul permasalahan yaitu bagaimana karakteristik fisikokimia gipsium tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* menggunakan FTIR?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia gipsium tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

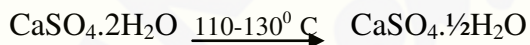
1. Dapat mengetahui karakteristik fisikokimia gipsium tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*.

2. Gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pada prosedur klinis untuk reproduksi cetakan; serta prosedur laboratoris untuk bahan pendukung proses penanaman model di dalam artikulator, okludator dan kuvet.
3. Dapat dijadikan acuan penelitian lebih lanjut terhadap penelitian selanjutnya untuk uji karakterisasi yang lain seperti *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Fluorescence* (XRF) atau *Atomic Absorbtion Spectrophotometry* (AAS).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gypsum Kedokteran Gigi

Gypsum kedokteran gigi adalah gypsum yang dihasilkan dari proses oksidasi tambang gypsum. Gypsum tersebut memiliki nilai komersial dengan cara menghaluskan dan memanaskan gypsum pada suhu 110 - 130° C untuk mengeluarkan air. Reaksi kimianya sebagai berikut:



Gypsum *plaster* atau *stone*

(Anusavice, 2003:156).

Gypsum kedokteran gigi terdiri atas beberapa tipe. Spesifikasi ADA No. 25 membedakan gypsum berdasarkan sifat-sifat fisik gypsum yaitu terdiri atas *plaster* cetak (tipe I), *plaster* model (tipe II), *stone* gigi (tipe III), *stone* gigi kekuatan tinggi (tipe IV), *stone* gigi kekuatan tinggi dan ekspansi tinggi (tipe V) (Anusavice, 2003:169-172).

Plaster cetak (tipe I) digunakan untuk mencetak daerah edentulous, tidak memerlukan kekuatan yang besar sehingga gypsum tipe ini membutuhkan pencampuran dengan rasio air dan bubuk (*water:powder* = W:P) yang lebih besar. *Plaster* model (tipe II) digunakan untuk membuat model studi dan untuk keperluan laboratoris seperti penanaman model dalam kuvet, artikulator, okludator dan sebagai basis model kerja. Gypsum tipe II termasuk jenis gypsum yang mempunyai struktur kristal β -hemihidrat sehingga mempunyai bentuk kristal yang tidak teratur dan jarak antara partikel yang besar yang menyebabkan reaksi pengerasan membutuhkan banyak air. *Stone* gigi (tipe III) digunakan sebagai model kerja; untuk menanam model malam yang telah dikonstruksi pada model kerja ke dalam kuvet sehingga setelah proses pembuangan malam akan dihasilkan rongga cetak yang detail dan akurat. Gypsum tipe III lebih kuat dan tahan terhadap abrasi dibandingkan dengan

gypsum tipe II. *Stone* gigi kekuatan tinggi (tipe IV) dan *Stone* gigi kekuatan tinggi dan ekspansi tinggi (tipe V) memiliki fungsi yang sama sebagai reproduksi *die*. Gypsum tipe V mempunyai partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan gypsum tipe IV (Anusavice, 2003: 16-172).

2.2 Sifat Gypsum

2.2.1 Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Kekuatan tekan adalah apabila suatu benda diberi beban sedikit demi sedikit secara sekuensial sampai menjadi patah. Kekuatan tekan gypsum terbagi menjadi 2 macam yaitu kekuatan basah dan kekuatan kering. Kekuatan basah adalah kekuatan yang diperoleh bila kelebihan air yang dibutuhkan untuk hidrasi hemihidrat. Bila kelebihan air dikeringkan maka kekuatan yang diperoleh adalah kekuatan kering. Gypsum tipe III memiliki kekuatan tekan 3000 psi (Anusavice, 2003:167-169).

2.2.2 Waktu Pengerasan (*Setting Time*)

Waktu pengerasan adalah waktu yang dibutuhkan gypsum mulai dari menyiapkan bubuk gypsum, menyiapkan air pada mangkok karet, menuangkan bubuk gypsum pada mangkok karet yang berisi air, mengaduk dan menempatkan pada replika negatif sampai dengan adonan tersebut mengeras (Anusavice, 2003:160). Waktu pengerasan dibagi menjadi 2 bagian yaitu sebagai berikut: *initial setting time* dan *final setting time*. *Initial setting time* yaitu waktu yang dibutuhkan gypsum untuk mencapai suatu tingkat perubahan kekerasan tertentu dalam proses pengerasannya yaitu saat dimana air dipermukaan adonan diabsorpsi ke dalam adonan hingga adonan menjadi kristal, ditandai dengan adonan semi keras yang telah melewati tahap waktu kerja tapi belum mencapai waktu pengerasan akhir. Durasi waktu yang dibutuhkan dari proses diatas bervariasi antara 8 menit sampai dengan 16 menit dihitung mulai dari pencampuran pertama. *Final setting time* atau waktu pengerasan akhir merupakan waktu yang dibutuhkan untuk reaksi lengkap, yaitu suatu reaksi dimana akan dihasilkan suatu konsistensi yang jenuh berupa kristal dihidrat. Pada tahap ini

gypsum mudah dilepaskan dari cetakan tanpa terjadi perubahan dimensi ataupun fraktur (Craig & Power, 2002: 397-399).

Kecepatan waktu *setting* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ketidakh murnian (*impurity*), kehalusan, rasio W:P, pengadukan, temperatur serta perlambatan dan percepatan. Ketidakh murnian (*impurity*) adalah masih terdapat partikel kalsium sulfat dihidrat pada proses pengapuran yang tidak sempurna sehingga waktu pengerasan akan diperpendek karena pembentukan kristal nukleus terhalang. Kehalusan adalah ukuran partikel hemihidrat. Semakin kecil ukuran partikel hemihidrat semakin cepat adonan mengeras. Semakin banyak air yang digunakan untuk pengadukan maka semakin sedikit jumlah nukleus pada unit volume sehingga waktu pengerasan akan lebih panjang. Pengadukan adalah proses mencampur antara air dan bubuk gypsum. Semakin lama dan cepat diaduk maka waktu pengerasan akan semakin pendek. Kenaikan suhu air akan mempercepat waktu pengerasan gypsum. Perubahan kecil terjadi apabila suhu air berkisar antara 0-50° C. Suhu air yang melebihi 50° C maka waktu pengerasan gypsum akan perlahan-lahan melambat dan bila suhu air mencapai 100° C maka reaksi pengerasan tidak terjadi, hal ini dikarenakan pada suhu 100° C kelarutan hemihidrat sama dengan dihidrat. Aselerator merupakan suatu bahan kimia yang ditambahkan pada gypsum dan berguna untuk mempercepat *setting time*. Bahan aselerator yang dapat digunakan adalah kalium sulfat, natrium klorida dan natrium sulfat. Retarder merupakan suatu bahan kimia yang ditambahkan pada gypsum dan berguna untuk memperlambat *setting time*. Bahan retarder yang dapat digunakan adalah sitrat, asetat dan borat (Anusavice, 2003: 162-163).

2.2.3 Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Kekuatan tarik (*Tensile Strength*) adalah apabila suatu benda diberi tarikan sampai menjadi patah. Gypsum harus mempunyai kekuatan tarik yang cukup agar

tahan terhadap daya yang mengenainya. Kekuatan tarik penting untuk menahan dari kekuatan lateral seperti dalam pelepasan model (Craig & Power, 2002: 403).

2.2.4 Detail Reproduksi (*Reproduction of Detail*)

Detail reproduksi adalah gipsum dapat mengisi cetakan secara detail tanpa terjadi bentukan porositas atau gelembung udara. Jumlah dari gelembung udara yang terdapat didalamnya berhubungan dengan proses pencampuran, yaitu seberapa banyak gipsum yang tidak tercampur oleh air dengan baik. Jumlah gelembung udara dapat diminimalisir dengan vibrasi dan vibrasi ini untuk meningkatkan reproduksi detail dari model yang dihasilkan (Craig & Power, 2002: 403).

2.3 Manipulasi Gipsum

Manipulasi gipsum harus memperhatikan 2 hal berikut ini yaitu pengukuran rasio W:P dan pengadukan. Anusavice (2003: 159) menyatakan, gipsum tipe III atau *dental stone* memerlukan 28-30 ml air untuk setiap 100 gram bubuk gipsum. Penggunaan merek gipsum yang berbeda mempunyai rasio W:P yang berbeda pula, hal ini tergantung pada komposisi yang telah ditetapkan oleh pabrik.

Bubuk gipsum dan air dicampurkan dengan cara menyiapkan air sebagai medium pendispersi selanjutnya bubuk gipsum dituang kedalam air. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjebaknya udara ke dalam adonan gipsum. Bubuk gipsum dan air yang tercampur kemudian diaduk. Waktu yang dibutuhkan untuk mengaduk gipsum hingga homogen adalah 1 menit (Anusavice, 2003: 172-173).

2.4 Gipsum Tipe III

Gipsum tipe III adalah kalsium sulfat hemihidrat yang dibuat dengan pemanasan kalsium sulfat dihidrat pada suhu 110-130⁰ C di dalam *autoclave*. Gipsum tipe III mempunyai struktur kristal α -hemihidrat sehingga mempunyai bentuk kristal yang lebih teratur dan padat dibandingkan gipsum tipe II. Gipsum tipe III lebih kuat

dan tahan terhadap abrasi dibandingkan dengan gipsum tipe II (Anusavice, 2003: 156).

Komposisi gipsum tipe III menurut Anusavice (2003: 164-166) terdiri dari sebagai berikut:

- a. Kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) sebagai komposisi utama.
- b. Bahan pewarna sebagai bahan pelengkap untuk membedakan dengan bahan yang lain.
- c. Bahan aditif sebagai pengontrol waktu *setting* juga menurunkan pemuaihan pengerasan.

2.5 Gipsum Tipe III Daur Ulang

Gipsum tipe III daur ulang adalah gipsum daur ulang dari model gipsum tipe III yang telah dihaluskan, diayak, dioven serta dioven vakum pada suhu 110-130° C. Model gipsum terbuat dari kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) yang bereaksi dengan air membentuk kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Sebaliknya kalsium sulfat hemihidrat dibentuk dari dehidrasi gipsum. Oleh karena reaksi yang reversibel tersebut, model gipsum dapat didaur ulang (Craig & Power, 2002:392). Daur ulang adalah pemrosesan kembali bahan yang pernah dipakai untuk mendapatkan produk baru (Depdiknas, 2008). Model gipsum yang didaur ulang memiliki manfaat antara lain mengurangi limbah kedokteran gigi dan berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan. Tetapi gipsum hasil daur ulang memiliki banyak kelemahan yaitu terjadi perubahan sifat fisik, mekanik dan kimia (Rifai, 2000; dan Kurniawan, 2012).

Kurniawan (2012) menyatakan bahwa waktu *setting* gipsum tipe III daur ulang lebih cepat dibandingkan waktu *setting* gipsum tipe III merek 3L (*Germany*). Waktu *setting* gipsum daur ulang dengan rasio W:P 0,6 adalah 3,3 menit sedangkan waktu *setting* gipsum tipe III merek 3L (*Germany*) adalah 22,5 menit. Rifai (2000) menyatakan bahwa kekuatan tekan hancur gipsum tipe III daur ulang merek 3L (*Germany*) berkurang. Kekuatan tekan hancur gipsum tipe III daur ulang merek 3L (*Germany*) dengan rasio W:P 0,35 adalah 7,111 kg/cm² sedangkan kekuatan tekan

hancur gipsum tipe III merek 3L (*Germany*) adalah $9,667 \text{ kg/cm}^2$. Perbedaan ini dimungkinkan terjadinya perubahan dari senyawa penyusun gipsum pada gipsum tipe III daur ulang sehingga terjadi perbedaan antara gipsum tipe III dan gipsum tipe III daur ulang dalam uji kekuatan tekan dan waktu *setting*.

2.6 FTIR

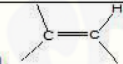
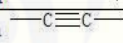
FTIR merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengetahui *fingerprint* dari suatu sampel. Prinsip dasar identifikasi spektroskopi FTIR adalah bahwa setiap material terdiri dari atom, senyawa maupun polimer. Setiap senyawa mempunyai sifat khas masing-masing yang tergantung dari konformasi senyawa itu sendiri. Salah satu sifat suatu material dibawa dari gugus fungsinya. Masing-masing gugus fungsi dari senyawa mempunyai energi tertentu untuk bergetar. FTIR dapat mendeteksi energi yang diserap oleh tiap gugus fungsi untuk bergetar. Jumlah energi yang diserap (frekuensi) dapat menentukan senyawa apa yang terkandung dalam material.

Stuart (2004) menyatakan spektra *infra red* dapat dibagi dalam tiga daerah utama yaitu daerah *infra red* jauh ($<400 \text{ cm}^{-1}$), daerah *infra red* tengah ($4000-400 \text{ cm}^{-1}$) dan daerah *infra red* dekat ($13000-4000 \text{ cm}^{-1}$). Daerah yang paling banyak digunakan untuk analisis adalah daerah *infra red* tengah karena semua molekul mempunyai absorbansi karakteristik dan vibrasi molekul utama (Davies & Mauer, 2010).

Daerah *infra red* tengah ($4000-400 \text{ cm}^{-1}$) dapat dibagi dalam empat daerah. Empat daerah tersebut adalah daerah sidik jari atau *fingerprint* ($1500-600 \text{ cm}^{-1}$), daerah ikatan rangkap dua ($2000-1500 \text{ cm}^{-1}$), daerah ikatan rangkap tiga ($2500-2000 \text{ cm}^{-1}$) dan daerah X-H *stretching* ($4000-2500 \text{ cm}^{-1}$). Pada daerah sidik jari atau *fingerprint*, pita-pita absorpsi berhubungan dengan vibrasi molekul secara keseluruhan. Setiap atom dalam molekul akan saling mempengaruhi sehingga dihasilkan pita-pita absorpsi yang khas untuk setiap molekul (Stuart, 2004).

Spektroskopi *infra red* tengah merupakan metode yang didasarkan pada interaksi radiasi *infra red* dengan sampel. Radiasi *infra red* dilewatkan melewati sampel, panjang gelombang yang spesifik diserap karena ikatan kimia pada material yang

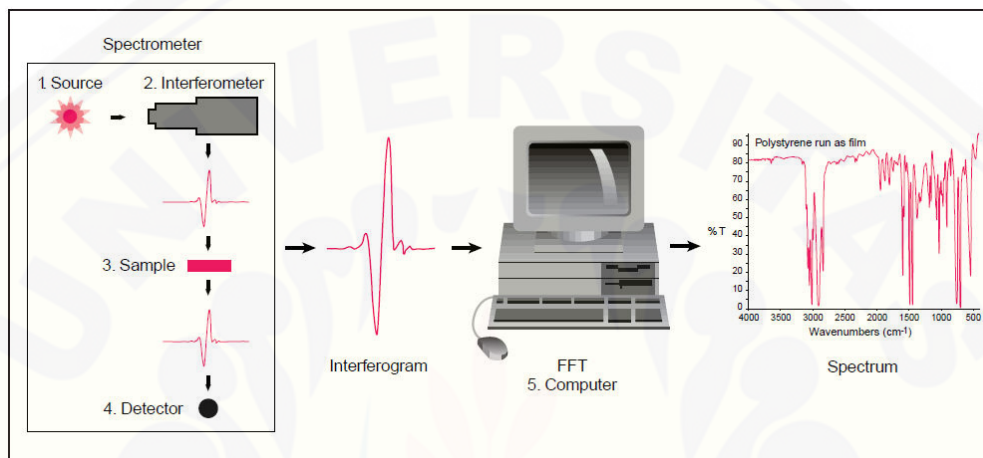
menyebabkan vibrasi seperti peregangan (*stretching*), pemendekan (*contracting*) dan pembengkokan (*bending*). Gugus fungsi yang ada dalam suatu molekul cenderung menyerap radiasi *infra red* pada kisaran bilangan gelombang yang sama. Puncak spektrum juga diturunkan dari absorpsi perubahan energi vibrasi pada daerah *infra red*. Sehingga ada hubungan antara posisi pita *infra red* dan gugus fungsi (Davies & Mauer, 2010). Secara umum digunakan diagram korelasi dalam mengidentifikasi gugus fungsi seperti pada tabel berikut:

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C - H	Alkana	2850 – 2970 1340 - 1470	Kuat Kuat
C - H	Alkena 	3010 – 3095 675 - 995	Sedang Kuat
C - H	Alkuna 	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 – 3100 690 – 900	Sedang Kuat
O - H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol	3590 – 3650 3200 – 3600	Berubah-ubah Berubah-ubah, terkadang melebar
	monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3500 – 3650 2500 - 2700	Sedang Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 – 3500	Sedang
C=C	Alkena	1610 – 1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500 – 1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100 – 2260	Berubah-ubah
C - N	Amina, Amida	1180 – 1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210 – 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam Karborsilat, Ester	1050 – 1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 – 1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500 – 1570 1300 - 1370	Kuat Kuat

Tabel 2.1 Gugus Fungsi FTIR (Skoog, 1998)

Komponen FTIR terdiri dari lima bagian pokok yaitu sumber sinar, interferometer, tempat sampel, detektor dan komputer. Sumber sinar dihasilkan dari pemanasan suatu sumber radiasi dengan listrik sampai suhu antara 1227⁰ C dan 1727⁰ C. Sinar akan masuk ke interferometer dan terjadi proses *spectral encoding*. Proses *spectral encoding* ini menghasilkan sinyal interferogram. Setelah itu sinar keluar dari interferometer. Sampel akan menyerap sinar. Kemudian sinar akan masuk ke detektor

untuk pengukuran akhir. Detektor yang digunakan secara khusus dirancang untuk mengukur sinyal interferogram. Sinyal interferogram yang diukur dikirim ke komputer dimana *Fourier transform* berlangsung. Spektrum *infra red* kemudian disajikan kepada pengguna untuk interpretasi.



Gambar 2.2 Komponen FTIR (Sumber: Road & Madison, 2001)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah observasional laboratoris.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium TKG FKG UNEJ, laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA UNEJ dan laboratorium Sentral Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang (UM).

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November-Desember 2014.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Bubuk gipsum tipe III dalam bentuk hemihidrat daur ulang.

3.3.2 Variabel Terikat

Karakteristik fisikokimia gipsum tipe III dalam bentuk hemihidrat daur ulang.

3.3.3 Variabel Terkontrol

- a. Bubuk gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster*, buatan Korea.
- b. Metode daur ulang gipsum tipe III.
- c. Alat FTIR merek *Shimadzu Prestige 21*, buatan *Japan*.
- d. Hasil interpretasi dari FTIR yang berupa gugus fungsi.

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Daur Ulang

Daur ulang adalah proses penumbukan model gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* yang telah *setting* dengan indikator *loss of gloss* dengan mortar pastel dan diayak dengan ayakan *mesh* no. 100 kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 105° C serta dioven selama 60 menit dalam oven vakum (*autoclave*) dengan suhu 110-130° C setelah itu dibiarkan sampai dengan suhu 25° C.

3.4.2 Karakteristik Fisikokimia

Karakteristik fisikokimia adalah sifat khusus dari suatu material yang ditentukan melalui uji FTIR. Karakteristik fisikokimia yang dilihat adalah empat daerah frekuensi gugus fungsi. Daerah frekuensi tersebut yaitu *fingerprint region* (1500-600 cm⁻¹), daerah ikatan rangkap dua (2000-1500 cm⁻¹), daerah ikatan rangkap tiga (2500-2000 cm⁻¹) dan daerah X-H *stretching* (4000-2500 cm⁻¹).

3.4.3 Gipsum Tipe III Merek *Blue Dental Plaster*

Gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* adalah suatu senyawa kimia yang berbentuk bubuk hemihidrat berwarna biru yang tersedia di pasaran dengan merek *Blue Dental Plaster* buatan Korea.

3.4.4 Gipsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster*

Gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* adalah bubuk gipsum tipe III dalam bentuk hemihidrat yang telah diproduksi menjadi model gipsum tipe III dalam bentuk dihidrat kemudian didaur ulang menjadi bubuk gipsum tipe III dalam bentuk hemihidrat kembali.

3.5 Sampel Penelitian

3.5.1 Kriteria sampel

- a. Sampel berasal dari bubuk gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*.
- b. Ukuran partikel sampel adalah 100 mesh.
- c. Besar sampel adalah 1 gram.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat Penelitian

- a. *Vacuum mixer*
- b. Gelas ukur (*Pyrex, Asahi glass*)
- c. Stopwatch
- d. *Rubber* model standar
- e. Mortar dan pastel
- f. Ayakan (*Standart Testing Sieve ASTM E11 type ATE-138B mesh no. 100, DBA Indonesia*)
- g. Loyang aluminium
- h. Oven (*Memmert type UNB 400, Germany*)
- i. Oven Vakum (*Vaciotem type VC 200-47, Swiss*)
- j. Timbangan (*Ohaus Adventurer type AR 1530, USA*)
- k. Alat FTIR (*Shimadzu Prestige 21, Japan*)

3.6.2 Bahan Penelitian

- a. Gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster*, buatan Korea
- b. *Aquadest*

3.7 Cara Kerja

3.7.1 Pembuatan Bubuk Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster*

- a. Membuat model gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster*
 1. Mereaksikan bubuk gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan air dengan perbandingan W:P 0,45.
 2. Mengaduk adonan gipsum dengan *vacuum mixer* selama 60 detik sampai homogen.
 3. Menuang adonan gipsum pada *rubber* model standar yang berbentuk *master mouth* yang terbuat dari karet, menunggu sampai *setting* dengan indikator *loss of gloss*.
 4. Setelah *setting* mengeluarkan model gipsum dari *rubber* model standar.
- b. Menumbuk model gipsum yang didapatkan dari *point* a diatas dengan mortar pastel dan mengayak dengan ayakan merek *Standart Testing Sieve ASTM E11 tipe ATE-138B* mesh no. 100.
- c. Mengeringkan bubuk gipsum selama 60 menit pada oven dengan suhu 105⁰ C.
- d. Mengoven bubuk gipsum selama 60 menit pada oven vakum (*autoclave*) dengan suhu 110-130⁰ C.
- e. Mematikan oven vakum dan setelah itu tunggu sampai suhu mencapai 25 ⁰C.

3.7.2 Uji FTIR pada Gypsum Tipe III Merek *Blue Dental Plaster* dan Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster*

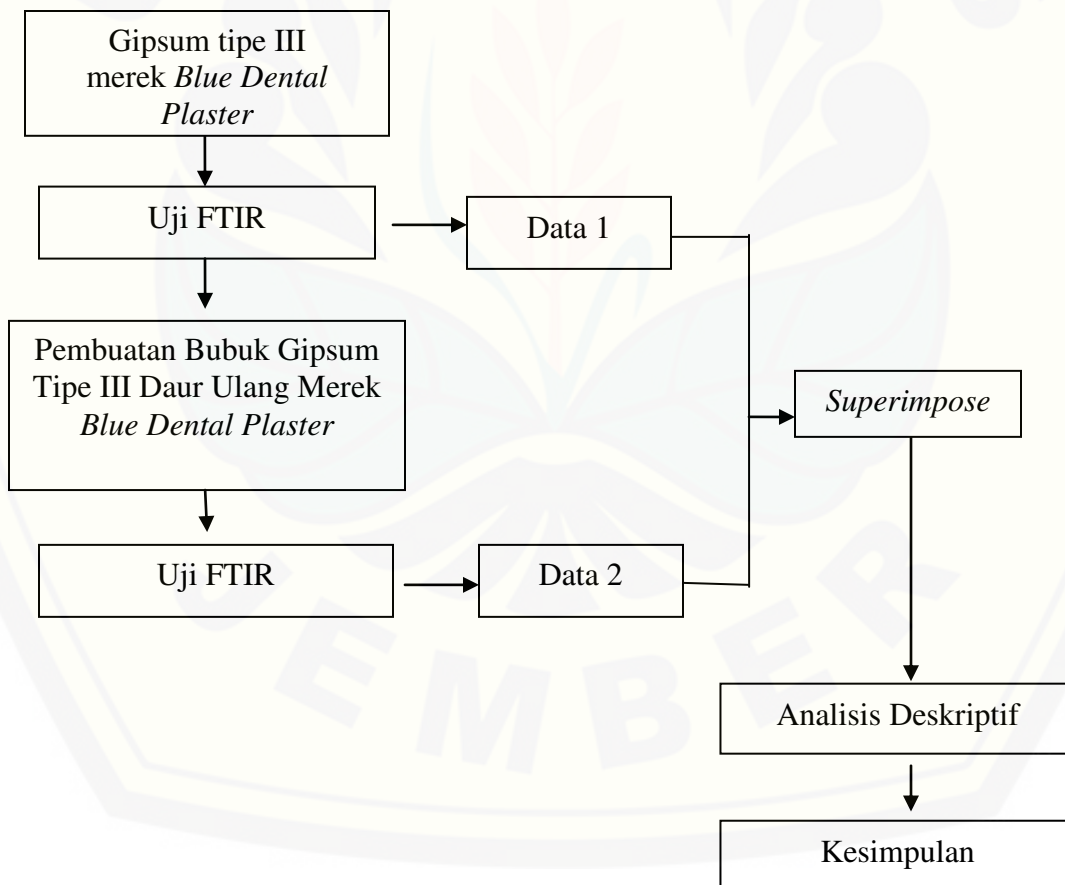
- a. Menyiapkan 1 gram bubuk gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan 1 gram bubuk gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* serta 400 mg bubuk Kalium Bromida (KBr).
- b. Setelah itu mencampurkan 1 gram bubuk gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dengan 200 mg bubuk KBr. Melakukan perlakuan yang sama pada bubuk gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*.
- c. Kemudian menempatkan sampel dalam cetakan *disc* dan menekan sampel tersebut menggunakan alat tekanan mekanik.

- d. Setelah itu mengambil sampel dan memasukkan sampel dalam tempat sampel pada alat FTIR merek *Shimadzu Prestige 21* serta menekan tombol *on* untuk menyalakan alat.
- e. Selanjutnya melihat hasil identifikasi sampel pada monitor alat.

3.8 Analisis Data

Analisis Deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menjelaskan karakteristik fisikokimia yang dimiliki sampel penelitian (Emzir, 2007).

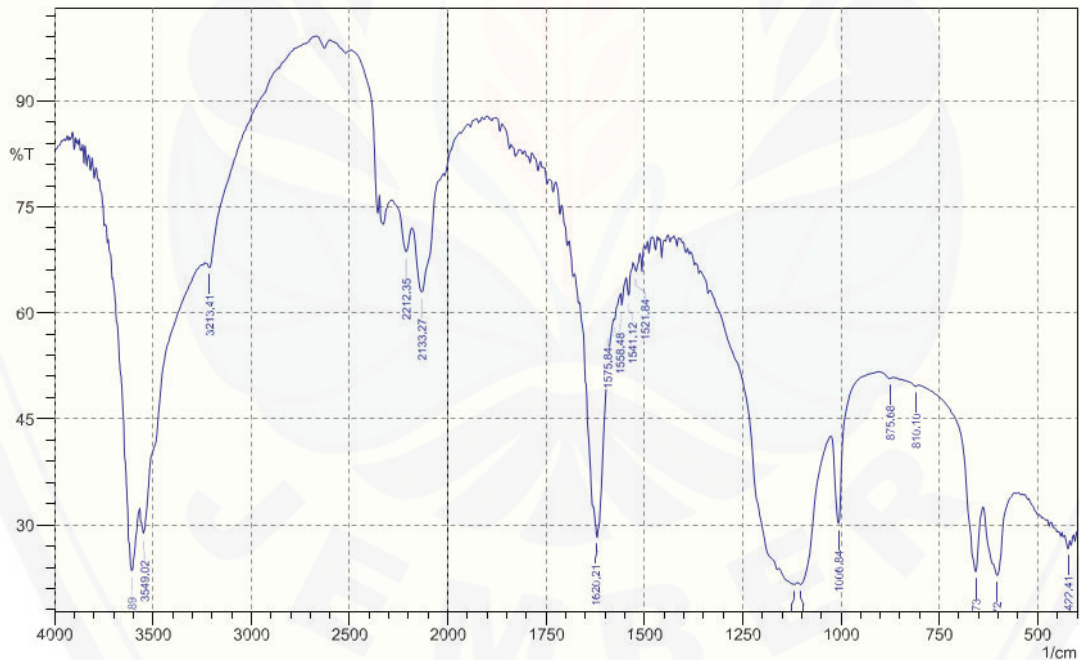
3.9 Alur Penelitian



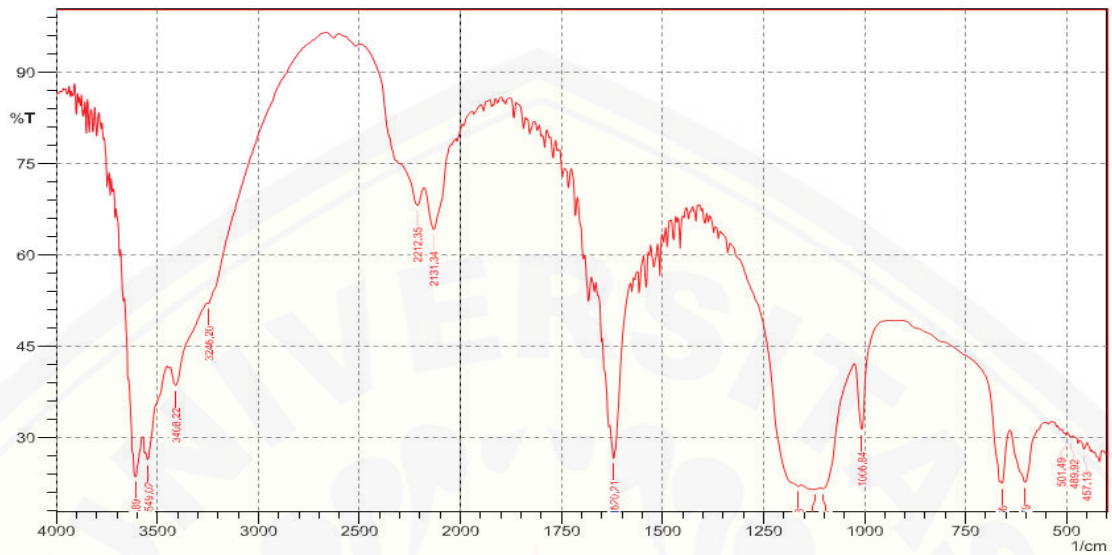
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

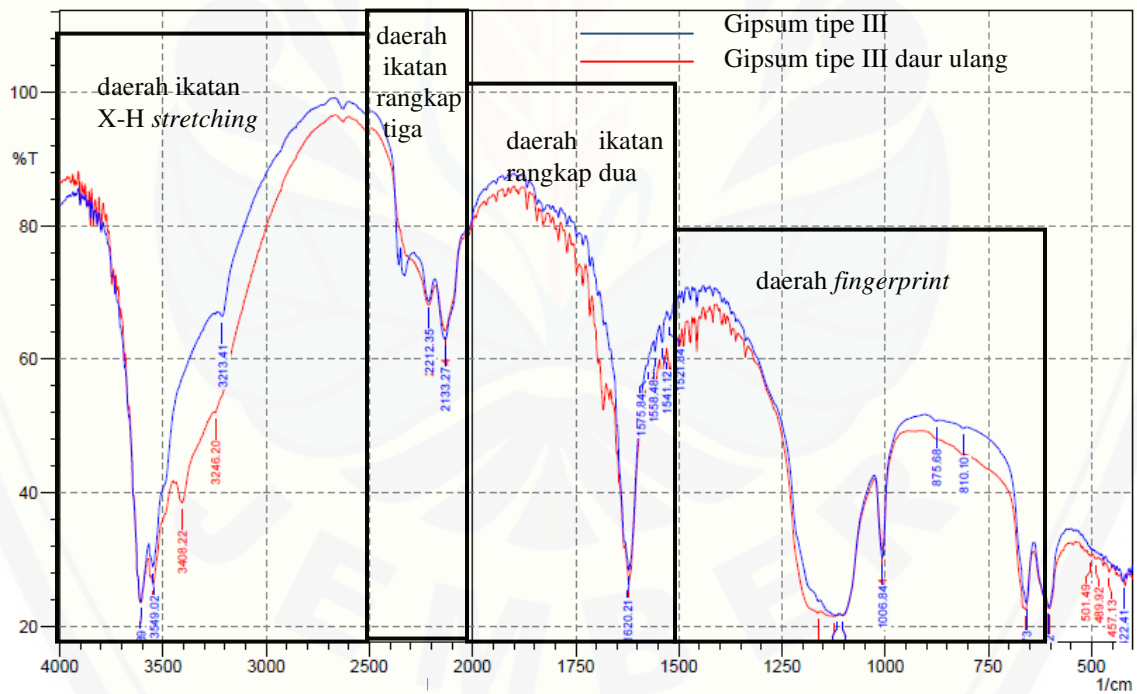
Penelitian ini adalah penelitian untuk mengetahui karakteristik fisikokimia gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*. FTIR merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam suatu molekul. Tahap pertama yang dilakukan yaitu pembuatan bubuk gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* yang selanjutnya akan diuji dengan FTIR pada gelombang $4000-400\text{ cm}^{-1}$ dan resolusi 4 cm^{-1} . Data tersebut akan disajikan dalam spektrum *infra red* berikut ini:



Gambar 4.1 Spektrum FTIR gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster*

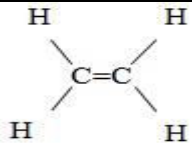

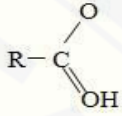

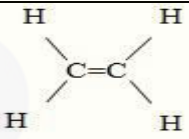
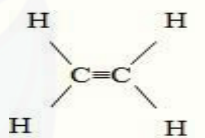
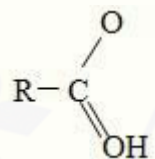


Gambar 4.2 Spektrum FTIR gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*

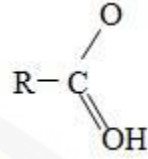
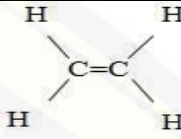
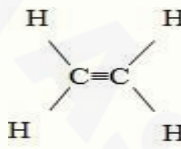
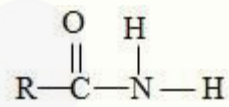
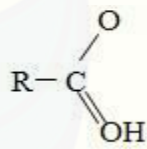


Gambar 4.3 *Superimpose* Spektrum FTIR gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*

Tabel 1. Puncak-puncak dari spektrum FTIR gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster*

Puncak (cm^{-1})	Ikatan	Tipe Senyawa	Gugus Fungsi
810.1	C-H	Alkena	
875.68	C-H	Cincin aromatik	
1103.28	C-O	Asam karboksilat	
1521.84	C=C	Cincin aromatik	
1541.12	C=C	Cincin aromatik	
1558.48	C=C	Cincin aromatik	
1575.84	C=C	Cincin aromatik	
1620.21	C=C	Alkena	
2133.27	$\text{C}\equiv\text{C}$	Alkuna	
2212.35	$\text{C}\equiv\text{N}$	Nitril	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$
3213.41	O-H	Ikatan Hidrogen	$\text{O}-\text{H}-\text{O}$
3549.02	O-H	Asam karboksilat monomer	
3606.89	O-H	Alkohol monomer	$\text{R}-\text{OH}$

Tabel 2. Puncak-puncak dari spektrum FTIR gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*

Puncak (cm^{-1})	Ikatan	Tipe Senyawa	Gugus Fungsi
1103.28	C-O	Asam karboksilat	
1620.21	C=C	Alkena	
2131.34	C≡C	Alkuna	
2212.35	C≡N	Nitril	R-C≡N
3246.2	O-H	Ikatan Hidrogen	O-H-O
3408.22	N-H	Amida	
3549.02	O-H	Asam karboksilat monomer	
3606.89	O-H	Alkohol monomer	R-OH

4.2 Pembahasan

Pada spektrum FTIR gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* menunjukkan bahwa kedua spektrum tersebut terlihat memiliki pola spektrum yang mirip. Pada spektrum *infra red* tersebut diketahui memiliki empat daerah yang memiliki ciri yang khas yakni pada daerah *fingerprint*, daerah ikatan rangkap dua, daerah ikatan rangkap tiga dan daerah X-H *stretching* (Stuart, 2004). Daerah *fingerprint* menunjukkan adanya pola pita-pita yang

khas dan dua sampel dikatakan sama jika spektrum inframerah yang diperoleh memiliki puncak yang sama (Cairns, 2008). Oleh karena itu pita-pita pada daerah ini dapat dijadikan sarana identifikasi *fingerprint*. Daerah *fingerprint* ($1500-600\text{ cm}^{-1}$) yang ditampilkan menunjukkan adanya SO_4 yang ditandai dengan adanya gugus fungsi C-O (Miliani *et al*, 2010). Gugus fungsi ini muncul pada angka gelombang $1050-1300\text{ cm}^{-1}$. Gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* muncul pada puncak angka gelombang yang sama yaitu 1103.28 cm^{-1} . Pada daerah *fingerprint* gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi C-H alkena dan C-H cincin aromatik hilang.

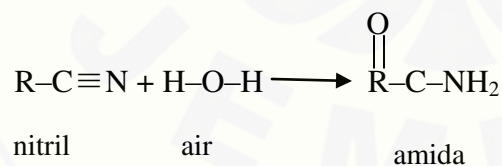
Daerah ikatan rangkap dua ($2000-1500\text{ cm}^{-1}$) yang ditampilkan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C alkena dan C=C cincin aromatik. Pada gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi C=C alkena muncul pada angka gelombang 1620.21 cm^{-1} . Pada gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi C=C cincin aromatik hilang.

Gugus fungsi alkena dan cincin aromatik hilang pada gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*. Hal ini dimungkinkan alkena dan cincin aromatik yang dimaksud memiliki titik didih dibawah dari suhu pemanasan pada pembuatan bubuk gypsum tipe III daur ulang. Alkena dimungkinkan golongan pentena, heksena dan heptena yang memiliki titik didih 30°C , 64°C , dan 94°C . Cincin aromatik dimungkinkan golongan benzena dan toluena yang memiliki titik didih 80°C dan 111°C (Chang, 2003).

Daerah ikatan rangkap tiga ($2500-2000\text{ cm}^{-1}$) yang ditampilkan menunjukkan adanya gugus fungsi $\text{C}\equiv\text{C}$ alkuna dan $\text{C}\equiv\text{N}$ nitril. Pada gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi $\text{C}\equiv\text{C}$ alkuna muncul pada angka gelombang 2133.27 cm^{-1} sedangkan pada gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* muncul pada angka gelombang 2131.34 cm^{-1} . Pada gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* dan

pada gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi C≡N nitril muncul pada angka gelombang 2212.35 cm⁻¹.

Daerah X-H *stretching* (4000-2500 cm⁻¹) menunjukkan adanya gugus fungsi O-H ikatan hidrogen, O-H asam karboksilat monomer dan O-H alkohol monomer. Pada gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi O-H ikatan hidrogen muncul pada angka gelombang 3213.41 cm⁻¹ sedangkan pada gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* muncul pada angka gelombang 3246.2 cm⁻¹. Gugus fungsi O-H ini menunjukkan adanya H₂O dari gipsum (Mandal & Tanuj, 2002). Pada gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi O-H asam karboksilat monomer muncul pada angka gelombang 3549.02 cm⁻¹ sedangkan pada gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* muncul pada angka gelombang yang sama yaitu 3549.02 cm⁻¹. Pada gipsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* gugus fungsi O-H alkohol monomer muncul pada angka gelombang 3606.89 cm⁻¹ sedangkan pada gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* muncul pada angka gelombang 3606.89 cm⁻¹. Pada gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* muncul pengotor gugus fungsi N-H amida pada angka gelombang 3408.22 cm⁻¹. Hal ini dikarenakan peneliti tidak bisa mengontrol kandungan air pada gipsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* yang menyebabkan konsentrasi air masih tinggi sehingga adanya penambahan reaksi yang menyebabkan pengotor amida. Gugus fungsi O-H ikatan hidrogen yang bereaksi dengan gugus fungsi C≡N nitril akan menghasilkan gugus fungsi N-H amida. Reaksi tersebut sebagai berikut:



(Wilbraham & Matta, 1992; dan Oxtoby *et al*, 2003)

Kurniawan (2012) menyatakan bahwa waktu *setting* gipsum daur ulang lebih cepat dibandingkan waktu *setting* gipsum tipe III merek 3L (*Germany*). Waktu *setting* gipsum daur ulang dengan rasio W:P 0,6 adalah 3,3 menit sedangkan waktu *setting*

gypsum tipe III merek 3L (*Germany*) adalah 22,5 menit. Rifai (2000) menyatakan bahwa kekuatan tekan hancur gypsum daur ulang tipe III merek 3L (*Germany*) berkurang. Kekuatan tekan hancur gypsum daur ulang dengan rasio W:P 0,35 adalah $7,111 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan kekuatan tekan hancur gypsum tipe III merek 3L (*Germany*) adalah $9,667 \text{ kg/cm}^2$. Perbedaan ini dimungkinkan terjadinya perubahan dari senyawa H_2O pada gypsum tipe III daur ulang sehingga terjadi perbedaan antara gypsum tipe III dan gypsum tipe III daur ulang dalam uji kekuatan tekan dan waktu *setting*.

Waktu *setting* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor ketidakhomogenitas. Ketidakhomogenitas yang dimaksud dalam pembahasan ini adalah masih terdapatnya kristal dihidrat dalam bubuk hemihidrat yang dibuat. Hal ini dimungkinkan masih banyaknya gugus fungsi O-H dalam bubuk gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* yang dibuat. Selain itu kandungan gugus fungsi O-H yang banyak juga menyebabkan timbulnya pengotor gugus fungsi N-H amida yang telah dibahas sebelumnya.

Gugus fungsi O-H yang banyak ini mungkin disebabkan oleh ukuran partikel yang besar (100 mesh), pemanasan gypsum yang kurang lama dan pemanasan yang kurang merata pada seluruh permukaan bubuk gypsum. Hal ini dapat terjadi karena keterbatasan alat. Oven vakum (*autoclave*) yang ada tidak memungkinkan dilakukan pembakaran dengan cara diputar, sehingga pemanasan tidak merata pada seluruh permukaan bubuk gypsum (Amun *et al*, 2007).

Hemihidrat yang tidak murni akan mengakibatkan nukleus kristalisasi yang banyak. Nukleus kristalisasi merupakan asal mula terbentuknya kristal gypsum selama proses *setting* gypsum. Dihidrat yang terdapat pada bubuk hemihidrat akan meningkatkan jumlah nukleus kristalisasi. Jika jumlah nukleus kristalisasi bertambah banyak maka akan mempercepat proses *setting* gypsum. Jadi semakin banyak gugus fungsi O-H akan menyebabkan waktu *setting* gypsum lebih cepat (Anusavice, 2003: 162; dan Yehia *et al*, 2011).

Kekuatan tekan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ketidakhomogenitas, kepadatan antar partikel yang lebih sedikit dan terjadi mikroporositas pada campuran

gypsum. Ketidakmurnian yang dimaksud disini sama dengan pembahasan pada waktu *setting* diatas. Kelebihan jumlah gugus fungsi O-H menyebabkan kekuatan tekan menurun (Anusavice, 2003:162).

Kepadatan antar partikel dan mikroporositas pada gypsum ini berkaitan dengan laju dan besarnya absorpsi. Faktor yang mempengaruhi laju dan besarnya absorpsi yaitu ukuran partikel. Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan absorpsinya. Tetapi hal ini tidak berlaku pada penelitian ini dikarenakan absorpsi gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* lebih besar dibandingkan gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster*. Hal ini berarti kepadatan gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* antar partikel yang lebih sedikit dibandingkan gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster*.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Gypsum tipe III merek *Blue Dental Plaster* memiliki karakteristik fisikokimia yang mirip dengan gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dengan masih adanya kandungan utama berupa SO_4 dan H_2O .
2. Terjadi perubahan karakteristik fisikokimia yaitu berupa hilangnya gugus fungsi alkena dan cincin aromatik serta munculnya pengotor amida.

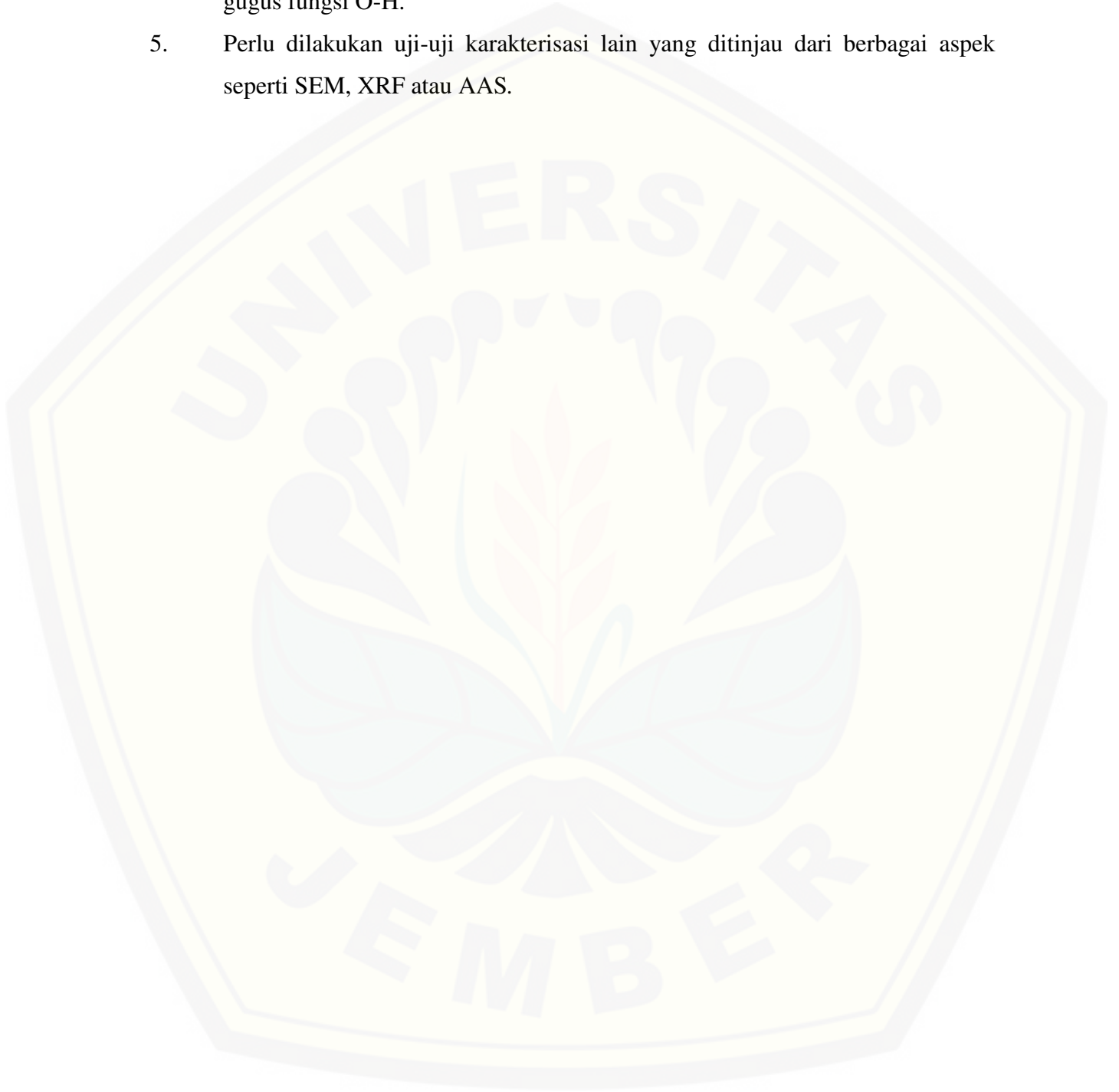
5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dengan cara merubah suhu pemanasan tidak lebih dari 30°C untuk mempertahankan gugus fungsi alkena dan cincin aromatik agar tidak hilang.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dengan cara memperpanjang waktu pemanasan dengan variasi waktu lebih dari 60 menit agar tidak muncul pengotor amida.
3. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk pemanasan yang merata pada seluruh permukaan bubuk gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dengan menggunakan oven vakum (*autoclave*) yang diputar.
4. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas gypsum tipe III daur ulang merek *Blue Dental Plaster* dengan cara memperkecil

ukuran partikel dengan variasi ukuran lebih dari 100 mesh untuk mengurangi gugus fungsi O-H.

5. Perlu dilakukan uji-uji karakterisasi lain yang ditinjau dari berbagai aspek seperti SEM, XRF atau AAS.



DAFTAR PUSTAKA

- Amun, A., Amrina, Edy, S., Panca, S., & Anita, K. 2007. Pengaruh Suhu dan Ukuran Butir terhadap Kalsinasi Batu Gamping Kabupaten Agam pada Proses Pembuatan Kapur Tohor. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1): 10-13.
- Anusavice, K. 2003. *Philips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Terjemahan oleh Budiman, J., & Purwoko, S. Jakarta: EGC.
- Cairns, D. 2008. *Essentials of Pharmaceutical Chemistry, 2nd Edition*. Jakarta: EGC.
- Chang, R. 2003. *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti, Jilid 1/Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga Tbk.
- Craig, R., & Power, J. 2002. *Restorative Dental Materials: 11th Edition*. London: The CV Mosby Co.
- Davies, R., & Mauer, L. 2010. Fourier Transform (FTIR) Spectroscopy: A Rapid tool For Detection and Analysis of Foodborne Pathogenic Bacteria. *Formatex J.* P 1582-1594.
- Depdiknas. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa, Edisi Keempat*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Emzir. 2007. *Metodologi Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Guyton, A., & Hall, J. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, Edisi Kesebelas*. Terjemahan oleh Irawati., Ramadani, D., & Indriyani, F. Jakarta: EGC.
- Kurniawan, A. 2012. *Perbandingan Waktu Setting Gypsum Daur Ulang Tipe III Dengan Menggunakan Gypsum Tipe III Merek 3L (Germany)*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Larastika, W. 2011. *Studi Awal Karakterisasi dan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Universitas Indonesia (Studi Kasus: Beberapa Laboratorium di FT, FMIPA, FK dan FKG)*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Mandal & Tanuj, K. 2002. Anion Water in gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and Hemihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). *Cement and Concrete*, 32 (2).

- Miliani, C., Rosi, F., Daveri, A., Doherty, B., Nazzareni, S., Brunetti, B., *et al.* 2010. On the Use of Overtone and Combination Bands for the Analysis of the $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ System by Mid-Infrared Reflection Spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, 64 (8): 956-963.
- Oxtoby, D., Gillis, H., & Nachtrieb, N. 2003. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern, Jilid 2/Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga Tbk.
- Rifai, H. 2000. *Kekuatan Tekan Hancur Gips Keras Hasil dari Daur Ulang*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Road, V & Madison. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Washington: Thermo Nicolet Co.
- Siswanto, Susilo & Suyanto. 2013. *Metodologi Kedokteran dan Kesehatan*. Yogyakarta: Bursa Ilmu.
- Skoog, D., Holler, F., & Nieman, T. 1998. *Principles of Instrumental Analysis, 5th Edition*. Orlando: Hourcourt Brace.
- Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Wilbraham, A., & Matta, M. 1992. *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*. Terjemahan oleh Suminar, A. Bandung: ITB.
- Wulandari, C., & Sukandar. 2008. *Timbulan dan Komposisi Limbah Medis Pelayanan Kesehatan Gigi Umum Perorangan (Studi Kasus Kota Bandung)*. http://www.ftsl.itb.ac.id/kk/air_waste/wpcontent/uploads/2010/10/SW6-15304054-Christy-YW.pdf [13 April 2014].
- Yehia, N., Ali, M., Kandil, K., & El-Maadawy. 2011. Effect of Some Parameter Affecting the Crystallization Rate of Calcium Sulfat Dihidrat in Sodium Chloride. *Jurnal of American Science*, 7(6): 635-644.
- Yoshimura, E. 2008. Hydrothermal Processing of Materials: Post, Present And Future. *Material Science*, 43 (1): 2085-2103.
- Yuningsih. 2005. Pengaruh Cemaran Beberapa Senyawa Toksik Dalam Air Minum Terhadap Ternak. *Jurnal Wartazoa*, 15 (2): 97-98.

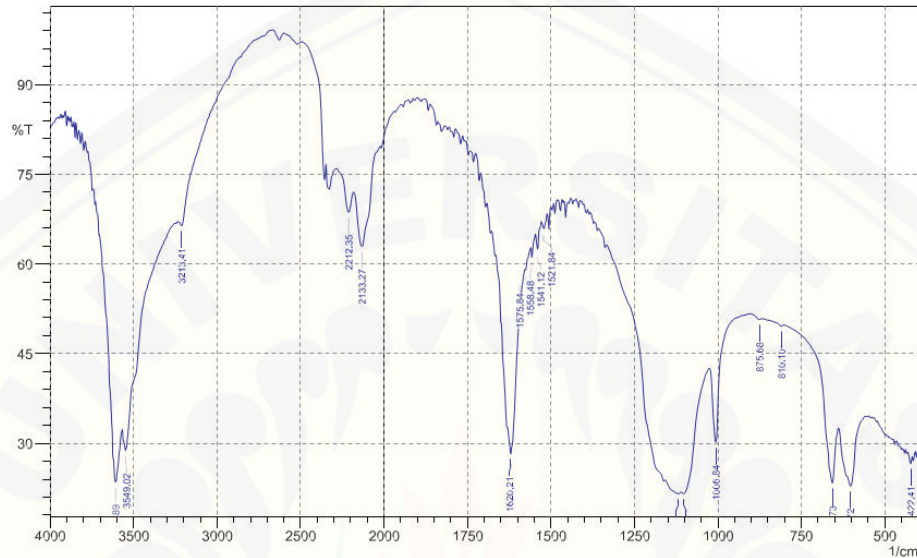


LABORATORIUM SENTRAL FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

Jl. Semarang 5 Malang, Telp. (0341) 900108

Lampiran A

Spektrum FTIR Gypsum Tipe III Merek *Blue Dental Plaster*



No	Peak	intensity	Corr.intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	810.1	49.611	0.283	860.25	804.32	16.715	0.027
2	875.68	50.747	0.281	902.69	869.9	9.543	0.033
3	1103.28	21.582	1.763	1109.07	1028.06	41.19	1.056
4	1521.84	65.859	1.678	1527.62	1512.19	2.693	0.09
5	1541.12	62.52	2.73	1544.98	1529.55	2.899	0.118
6	1558.48	61.098	1.977	1560.41	1546.91	2.689	0.076
7	1575.84	59.018	0.562	1577.77	1562.34	3.309	0.013
8	1620.21	28.273	9.443	1629.85	1579.7	19.208	1.825
9	2133.27	62.979	11.445	2181.49	2046.47	21.635	5.05
10	2212.35	68.685	4.456	2287.58	2183.42	14.57	0.948
11	3213.41	66.424	1.701	3226.91	2933.73	27.324	0.211
12	3549.02	28.846	5.667	3568.31	3257.77	90.893	1.912
13	3606.89	23.622	5.048	3620.39	3570.24	38.493	2.109

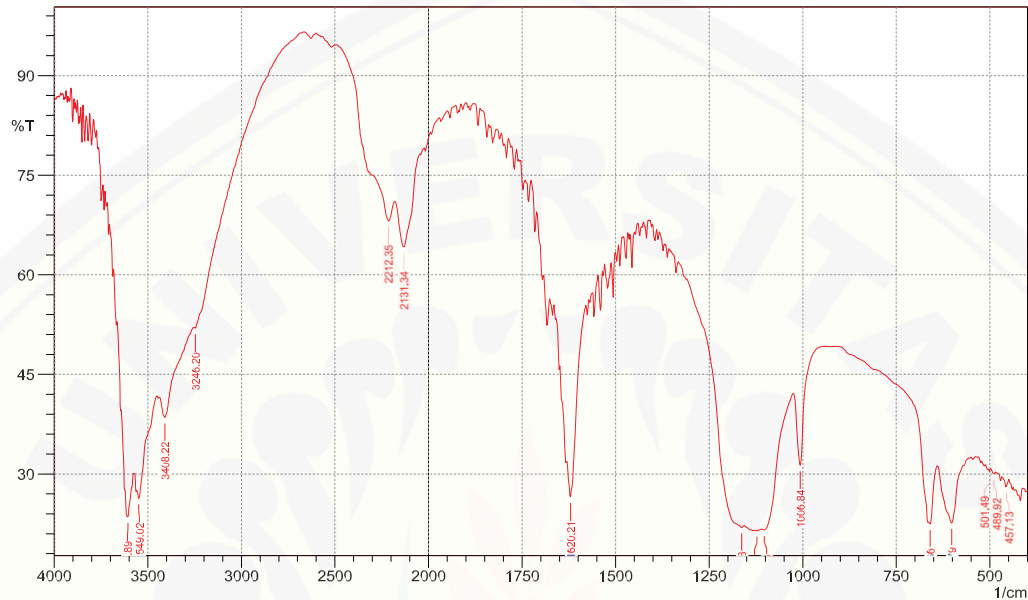


**LABORATORIUM SENTRAL
FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG
(UM)**

Jl. Semarang 5 Malang, Telp. (0341) 900108

Lampiran B

Spektrum FTIR Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek *Blue Dental Plaster*



No	Peak	intensity	Corr.intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	1103.28	21.545	1.575	1109.07	1026.13	42.338	0.972
2	1620.21	26.573	9.842	1629.85	1579.7	20.257	1.958
3	2131.34	64.204	9.395	2179.56	2046.47	20.956	3.979
4	2212.35	68.11	3.944	2314.58	2181.49	19.11	1.084
5	3246.2	51.985	0.407	3250.05	2688.77	60.341	0.028
6	3408.22	38.525	4.557	3435.22	3251.98	62.641	1.979
7	3549.02	26.332	2.492	3558.67	3452.58	49.559	0.735
8	3606.89	23.541	10.953	3641.6	3576.02	36.368	5.907

Date/Time; 12/11/2014 9:14:51 AM

User; Lab Sentral UM

No. of Scans; 40

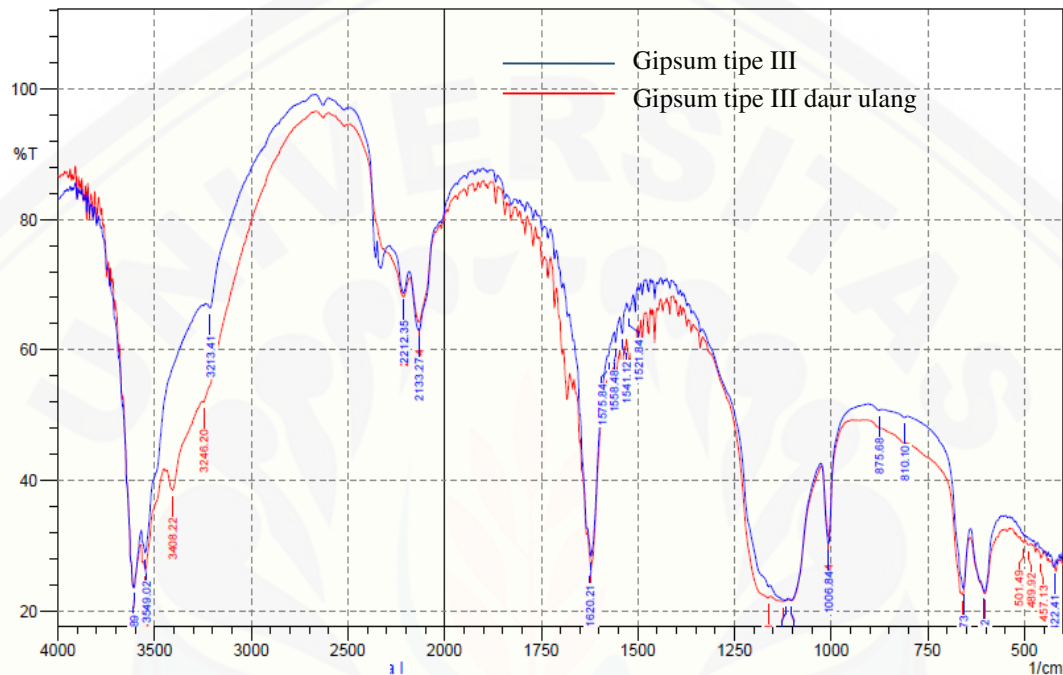


LABORATORIUM SENTRAL FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

Jl. Semarang 5 Malang, Telp. (0341) 900108

Lampiran C

Superimpose Spektrum FTIR Gypsum Tipe III Merek Blue Dental Plaster dan Gypsum Tipe III Daur Ulang Merek Blue Dental Plaster



1. Muncul puncak pada angka gelombang 1050-1300 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus C-O alcohol/eter/ asam karboksilat/ ester yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.
2. Muncul puncak pada angka gelombang 1610-1680 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus C=C alkena yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.
3. Muncul puncak pada angka gelombang 2100-2260 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus C=C alkuna yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.
4. Muncul puncak pada angka gelombang 2210-2280 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus C-N Nitril yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.



**LABORATORIUM SENTRAL
FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG
(UM)**

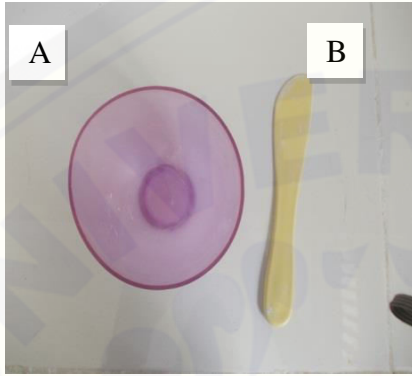
Jl. Semarang 5 Malang, Telp. (0341) 900108

5. Muncul puncak pada angka gelombang 3200-3600 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus O-H Alkohol ikatan hydrogen/ fenol yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.
6. Muncul puncak pada angka gelombang 3300-3500 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus N-H amina/ amida yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.
7. Muncul puncak pada angka gelombang 3500-3650 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus O-H Asam karboksilat monomer yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.
8. Muncul puncak pada angka gelombang 3590-3650 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus O-H alkohol monomer/fenol yang biasanya muncul pada angka gelombang tersebut.

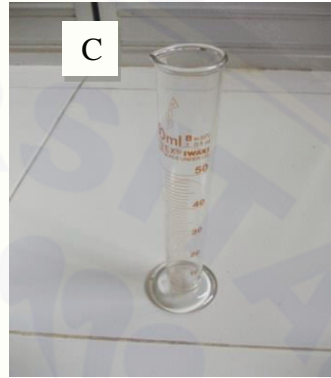
Lampiran D

Alat dan Bahan Penelitian

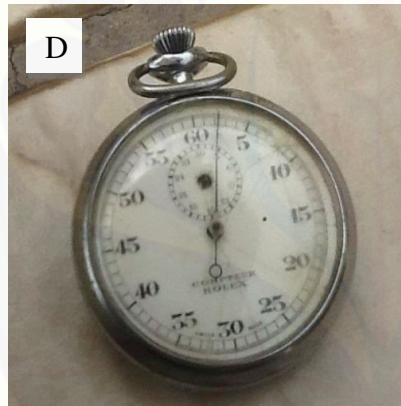
1. Alat Penelitian



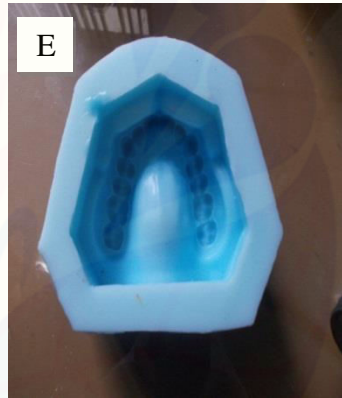
A. Bowl, B. Spatula



C. Gelas ukur



D. Stopwatch



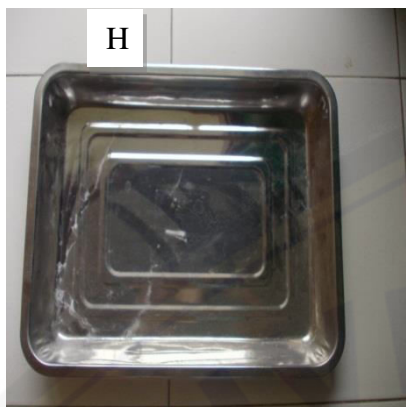
E. Rubber model standar



F. Mortar dan Pastel



G. Ayakan



H. Loyang Aluminium



I. Oven Vakum



J. Timbangan



K. Aluminium Foil



L. Oven



M. Alat FTIR

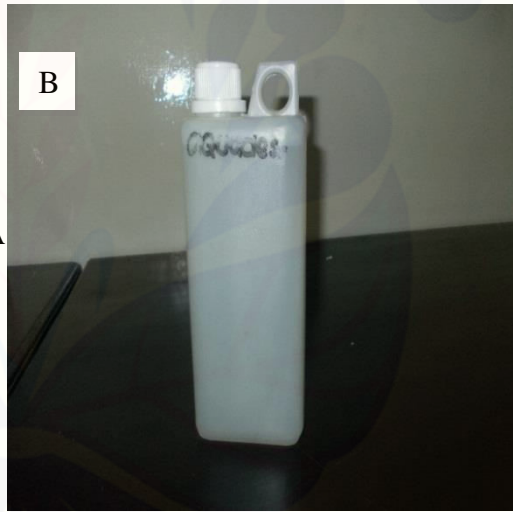


N. Vacuum Mixer

2. Bahan Penelitian



A. Gypsum tipe III merek Blue Dental Plaster



B. Aquadest

Lampiran E

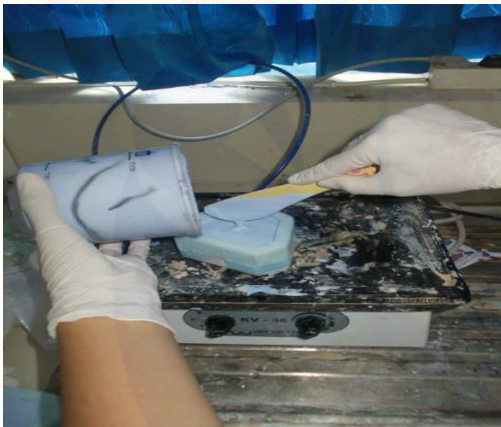
Foto Penelitian



Pencampuran bubuk gipsum dengan air



Pengadukan adonan gipsum pada vacuum mixer



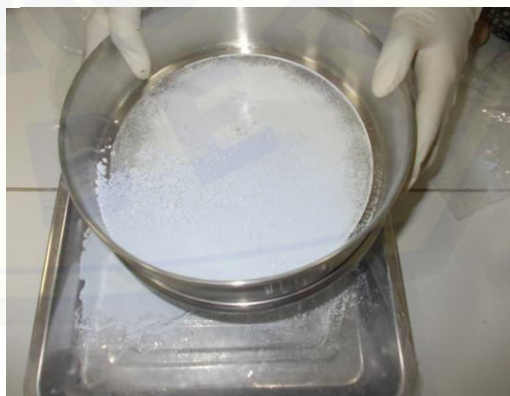
Penuangan adonan gipsum pada rubber model standar



Pengeluaran model gipsum dari rubber model standar



Penumbukan gipsum



Pengayakan bubuk gipsum



Pengeringan bubuk gipsum pada oven



Pemanasan bubuk gipsum pada oven vakum



Pencampuran sampel dan bubuk KBr dengan menggunakan mortar dan pastel FTIR



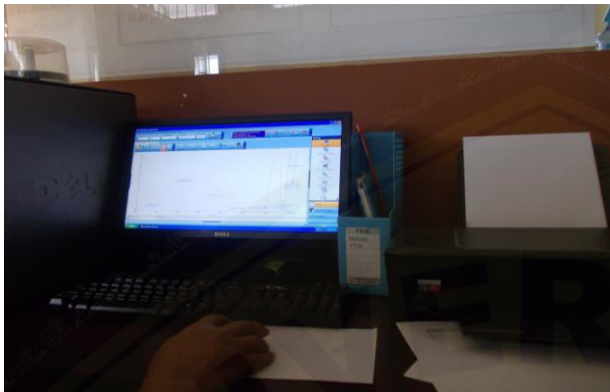
Penempatan sampel dalam cetakan *disc*



Penekanan sampel menggunakan alat mekanik



Penempatan sampel dalam tempat sampel pada alat FTIR



Pembacaan hasil pada monitor

