

**LAPORAN AKHIR  
HIBAH UNGGULAN PERGURUAN TINGGI  
TAHUN ANGGARAN 2012**



**POTENSI ALGA COKLAT (PHAEOPHYTA) SEBAGAI BAHAN CETAK DI BIDANG  
KEDOKTERAN GIGI**

**DR. PRIHARTINI WIDIYANTI, DRG, M.KES**

**NOVIDA RIZANI, S.SI, M.SI**

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga sesuai dengan  
Surat keputusan Rektor tentang Kegiatan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi  
Tahun Anggaran 2012 Nomor : 2613/H3/KR/2012, Tanggal 9 Maret 2012

**Universitas Airlangga  
2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. JUDUL : POTENSI ALGA COKLAT (PHAEOPHYTA) SEBAGAI BAHAN CETAK DI  
BIDANG KEDOKTERAN GIGI

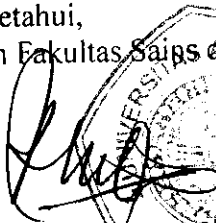
2. Ketua Peneliti
- a. Nama lengkap : Dr. Prihartini Widiyanti, drg, M.Kes
- b. Jenis kelamin : Perempuan
- c. NIP : 197502222009122001
- d. Pangkat/ Golongan : Penata / IIIc
- e. Jabatan fungsional : Lektor
- f. Bidang Keahlian : Teknobiomedik, Biomaterial
- g. Fakultas/ Jurusan/puslit : Sains dan Teknologi/ Fisika
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga

## Tim Peneliti

No	Nama peneliti	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Novida Rizani, S.Si, MSi	Kimia	FST/Fisika	Unair

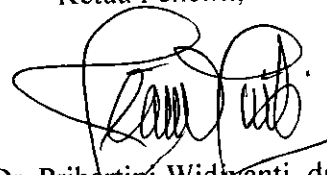
3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 tahun
- b. Biaya yang diusulkan : Rp 50.000.000,-
- c. Biaya yang disetujui tahun ini : Rp. 35.000.000,-

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Prof. Win Darmanto, M.Si, Ph.D.  
NIP. 196106161987011001

Surabaya, 31 Oktober 2012  
Ketua Peneliti,



Dr. Prihartini Widiyanti, drg, M.Kes  
NIP : 197502222009122001



Mengetujui,  
RPM Universitas Airlangga

Dr. Djoko Agus Purwanto, Apt., M.Si.  
NIP. 195908051987011001

## RINGKASAN

Bahan cetak gigi merupakan bahan yang sangat dibutuhkan di bidang Kedokteran Gigi. Ketersediaan alginat sebelumnya didapatkan dari luar negeri (*import*). Alginat sendiri merupakan suatu bahan yang terkandung dalam alga coklat yang melimpah di perairan Indonesia yaitu *Sargassum sp.* Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik fisik (porositas, densitas, viskositas, XRD), mekanis (kekuatan tekan), komposisi (FTIR), kadar air, reproduksi detail garis, setting time, struktur mikro (SEM) dan uji sitotoksitas dari bahan cetak berbahan dasar natrium alginat dari *Sargassum sp.*

Metode penelitian meliputi ekstraksi natrium alginat, sintesis bahan cetak gigi, uji kadar air, uji kekuatan tekan, porositas, densitas, viskositas, XRD, FTIR, kadar air, reproduksi detail garis, setting time, struktur mikro (SEM) dan uji sitotoksitas (MTT Assays). Hasil ekstraksi berupa bubuk natrium alginate berwarna krem, tidak berbau dan larut dalam air. Hasil FTIR menunjukkan bahwa ekstraksi natrium alginat dari *sargassum sp* berhasil membentuk natrium alginat. Kadar air natrium alginat 21,64% sedangkan nilai viskositasnya 0,7 cPs. Hasil uji tekan menunjukkan nilai 45,8 kPa; 20,8 kPa; 49,5 kPa; 65,9 kPa ; dan 127,8 kPa berturut turut untuk formulasi tanpa penambahan trinitrium fosfat, penambahan 1%, 2%, 3% dan 4%. Hasil porositas terbaik pada sampel dengan penambahan trinitrium fosfat 4% yaitu 3,61%. Sedangkan nilai densitas bahan cetak dari sintesis berkisar 3 gr/cm<sup>3</sup> masih sangat jauh dibandingkan nilai densitas alginate kontril yaitu 6,75 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil XRD menunjukkan bahwa bahan cetak yang disintesis dari natrium alginat *Sargassum sp.* merupakan material non-kristal (amorf). Hasil uji setting time bahan cetak terbaik dijumpai pada sampel tanpa penambahan trinitrium fosfat yaitu 4 menit 2 detik, Hasil akurasi cetakan terbaik adalah bahan cetak dengan penambahan 2% trinitrium fosfat dapat meniru panjang model dengan keakuratan mencapai 98% panjang dan 85% keakuratan lebar. Hasil SEM menunjukkan bahwa bahan cetak masih tergolong rapuh karena struktur material yang tidak rata dan jauh berbeda dengan kontrol yang tersusun dengan rapi. Hasil uji sitotoksitas menunjukkan bahwa bahan cetak dengan natrium alginat hasil sintesis *sargassum sp* tidak toksik dengan viabilitas sel berkisar 83,9% sampai 85,7%.

## SUMMARY

Dental impression material is really need in Dentistry. Availability of this material is fulfilled by imported materials. Alginate is the material contain in brown algae *sargassum sp* which could be easily found in Indonesia oceans. This research aim is to gain the physics characteristic (porosity, density, viscosity, XRD), mechanical characteristic (compressive strength), composition (FTIR), water level, line detail reproduction, setting time, micro structure (SEM) and cytotoxicity of dental impression material with natrium alginat from *Sargassum sp*.

Research methods are including natrium alginate extraction, dental impression material synthesis, water level test, compressive strength test, porosity test, density test, viscosity test, XRD, FTIR, line detail reproduction, setting time, micro structure (SEM) and cytotoxicity (MTT Assays). Result of extraction are natrium alginate powder in cream colour, odorless, water soluble. FTIR result had been showed that the extraction of natrium alginate are successfully to form natrium alginate. Water level of natrium alginate is 21,64% and the viscosity value is 0,7 cPs. Compressive strength test result had been showed the value 45,8 kPa; 20,8 kPa; 49,5 kPa; 65,9 kPa ; dan 127,8 kPa subsequently for formulation without addition of trisodium phosphate and addition 1%, 2%, 3% dan 4%. The best porosity result in the sample with addition 4% trisodium phosphate is 3,61%. Density value is around 3 gr/cm<sup>3</sup> which very far away compared with the density value of natrium alginate which is 6,75 gr/cm<sup>3</sup>. XRD result had been showed that the impression material from synthesis natrium alginate of *sargassum sp* is non-crystal (amorf). The best setting time in the sample without addition of trisodium phosphate which is 4 minutes 2 seconds. The best line detail reproduction result is in the sample with addition of trisodium phosphate 2% could duplicate model in length and wide subsequently 98% and 85% accurately. SEM result had been showed that dental impression material is brittle because the material structure are not in good arrangement compared with control. Cytotoxicity test had been showed that the dental impression material with natrium alginate from synthesis of *Sargassum sp* are not toxic with the cell viability 83,9% until 85,7%.

## ABSTRAK

Tingginya biaya kesehatan di Indonesia salah satunya disebabkan oleh tingginya biaya material yang digunakan di bidang kedokteran. Di bidang kedokteran gigi, material cetak merupakan bahan yang cukup penting dibutuhkan dalam proses pembuatan gigi tiruan. Indonesia sebagai negara dengan biodiversitas yang ketiga tertinggi di dunia memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah. *Turbinaria* dan *Phaeophyta* merupakan contoh jenis alga coklat yang tersedia di Indonesia. Ketersediaan alginat sebelumnya didapatkan dari luar negeri (*import*). Alginat sendiri merupakan suatu bahan yang terkandung dalam alga coklat yang melimpah di perairan Indonesia yaitu *Sargassum sp.* Penelitian ini bertujuan menggali potensi alga coklat sebagai bahan cetak gigi berbahan dasar natrium alginat dan menguji sifat fisis berupa fisik (porositas, densitas, viskositas, XRD), mekanis (kekuatan tekan), komposisi (FTIR), kadar air, reproduksi detail garis, setting time, struktur mikro (SEM) dan uji sitotoksitas bahan cetak sehingga akan diperoleh bahan cetak yang memenuhi semua standarisasi sebagai bahan cetak yang digunakan dalam aplikasi klinis di bidang Kedokteran Gigi.

Hasil ekstraksi berupa bubuk natrium alginate berwarna krem, tidak berbau dan larut dalam air. Hasil FTIR menunjukkan bahwa ekstraksi natrium alginat dari sargassum sp berhasil membentuk natrium alginat. Kadar air natrium alginat 21,64% sedangkan nilai viskositasnya 0,7 cPs. Hasil uji tekan menunjukkan nilai terbaik 127,8 kPa pada sampel dengan penambahan trinitrium fosfat 4%. Hasil porositas terbaik pada sampel dengan penambahan trinitrium fosfat 4% yaitu 3,61%. Nilai densitas bahan cetak dari sintesis berkisar 3 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil XRD menunjukkan bahwa bahan cetak yang disintesis dari natrium alginat *Sargassum sp.* merupakan material non-kristal (amorf). Hasil uji setting time bahan cetak terbaik dijumpai pada sampel tanpa penambahan trinitrium fosfat yaitu 4 menit 2 detik, Hasil akurasi cetakan terbaik adalah bahan cetak dengan penambahan 2% trinitrium fosfat dapat meniru panjang model dengan keakuratan mencapai 98% panjang dan 85% keakuratan lebar. Hasil SEM menunjukkan bahwa bahan cetak masih tergolong rapuh karena struktur material yang tidak rata. Hasil uji sitotoksitas menunjukkan bahwa bahan cetak dengan natrium alginat hasil sintesis *Sargassum sp* tidak toksik dengan viabilitas sel terbaik 85,7% .

**Kata kunci : Bahan cetak gigi, natrium alginate, sifat fisik, mekanis dan sitotoksitas**

## PRAKATA

Dengan segala kerendahan hati penulis memanjatkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT, karena hanya dengan limpahan rahmat dan karuniaNya, penulisan laporan hasil penelitian ini dapat penulis selesaikan.

Terima kasih banyak penulis sampaikan kepada Rektor Universitas Airlangga atas perkenannya maka saya dapat berkesempatan melaksanakan penelitian ini. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis tujukan kepada :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga atas perkenannya untuk mengijinkan saya melakukan penelitian ini.

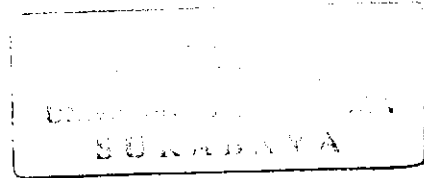
Orangtua, suami dan keluarga yang selalu mendukung setiap langkah saya. Windi Aprilyanti, Ary Andini, Istifarah, Tri Wahyuni Bintarti, Miranda Zawazi Ikhsan, Agnes Kristanti, mahasiswa prodi S1 Teknobiomedik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini,

Kepada pihak manapun yang membantu dalam studi penulis, namun karena kekhilafan tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga.

Akhir kata, saya mendedikasikan penelitian ini demi kemajuan bangsa menuju Indonesia Mandiri dan berdikari di bidang Biomaterial.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmatNya kepada kita semua. Amin.

**Penulis**



## DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN .....	ii
SUMMARY.....	iii
ABSTRAK .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.Latar Belakang .....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	2
2.1. Deskripsi dan Klasifikasi Alga Coklat ( <i>Phaeophyta</i> ).....	3
2.2. Alginat .....	3
2.2.1.Struktur Alginat.....	4
2.2.2. Sifat Alginat .....	5
2.3. Pemanfaatan Alginat dalam Kedokteran Gigi .....	5
2.3.1. Komposisi Bahan Cetak Gigi Alginat .....	5
2.4. Analisis Sifat Fisis, Sifat Mekanik, dan Komposisi .....	7
2.4.1. Kadar Air.....	7
2.4.2. Viskositas .....	6
2.4.3. Spektrofotometer FTIR.....	8
2.4.4. Densitas .....	9
2.4.5. Porositas .....	9
2.4.6. Kekuatan Tekan ( compressive strength).....	10
2.4.7. XRD (X- Ray Diffraction) .....	10
2.4.8. Setting Time .....	12
2.4.8. Akurasi Cetakan.....	12
2.4.8. Uji sitotoksitas dengan MTT Assay .....	12

2.4.8. SEM (Scanning Electron Microscopy) .....	13
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b> .....	15
3.1. Tujuan penelitian .....	15
3.2. Manfaat Penelitian .....	15
3.2.1. Manfaat Teoritik .....	15
3.2.2. Manfaat Praktis.....	15
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	15
4.1. Bahan dan Alat Penelitian .....	16
4.2.1. Bahan Penelitian .....	16
4.2.2. Alat Penelitian.....	16
4.2. Prosedur Penelitian .....	17
4.2.1. Persiapan .....	17
4.2.2. Pembuatan Sampel.....	18
4.2.2.1. Ekstraksi Natrium Alginat dari Alga Coklat <i>Phaeophyta</i> .....	18
4.2.2.2. Sintesis Bahan Cetak Gigi Natrium Alginat dari Alga Coklat <i>Phaeophyta</i> .....	19
4.2.3. Karakterisasi Sampel .....	19
4.2.3.1. Pengujian Sifat Fisis .....	19
4.2.3.2. Pengujian Sifat Mekanik .....	19
4.2.3.3. Uji XRD (X-ray diffraction) .....	20
4.2.3.4 Uji Reproduksi Detail Garis.....	20
4.2.3.4. Uji FTIR .....	21
4.2.3.5. Porositas .....	21
4.2.3.6. Setting Time .....	22
4.2.3.7. Akurasi Cetakan .....	22
4.2.3.8. Uji Sitotoksisitas dengan MTT Assay .....	22
4.2.3.9. SEM .....	23
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	24
5.1. Ekstraksi Natrium Alginat dari <i>Sargassum sp</i> .....	24
5.2. Kadar Air .....	26
5.3. Viskositas .....	27



5.4.	Pembuatan Sampel Bahan Cetak Gigi .....	28
5.5.	Kekuatan Tekan .....	29
5.6.	Porositas dan Densitas .....	29
5.7.	XRD ( X-ray Diffraction) .....	31
5.8.	Setting Time .....	32
5.9.	Akurasi Cetakan / reproduksi garis.....	34
5.10.	Sitotoksitas dengan MTT Assay .....	35
5.11.	SEM .....	37
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>39</b>
6.1.	Kesimpulan .....	39
6.2.	Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>40</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Formula komponen bubuk bahan cetak alginat komersil	6
4.1.	Faktor Pengali untuk tiap spindel dan rpm yang digunakan	19
5.1.	Puncak Serapan FTIR natrium alginat dari <i>Sargassum sp.</i>	26
5.2.	Tabel hasil pengukuran kuat tekan sampel bahan cetak	29

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Struktur kimia natrium alginat	4
2.2.	Instrumentasi Fourier	8
2.3.	Spektrum hasil uji FTIR natrium alginat	9
2.4.	Skema sinar datang dan sinar terdifraksi oleh kisi Kristal	11
2.5.	Alat SEM	14
4.1.	Skema Penelitian	17
4.2.	Diagram Ekstraksi Natrium Alginat dari Alga Coklat	18
4.3.	Skema uji <i>compressive strengt</i>	20
4.4.	JASCO FTIR-4200 type A	21
4.5.	A. Sampel kering ; B. Sampel dicelup air	21
4.6.	Pengukuran <i>setting time</i>	22
4.7.	Balok karet sebagai model cetakan	22
4.8.	<i>Elisa Reader Thermo Scientific-Multiskan EX</i>	23
4.9.	SEM Inspect S50	23
5.1.	Bubuk natrium alginat dari alga coklat <i>Sargassum sp</i>	25
5.2.	Perbandingan grafik serapan FTIR natrium alginat kontrol produksi SIGMA Aldrich (A) dengan grafik serapan FTIR natrium alginate dari <i>Sargassum sp</i>	25
5.3.	Bahan cetak gigi natrium alginat	28
5.4.	Grafik pengujian porositas dan densitas bahan cetak gigi natrium alginat	30
5.5.	Grafik XRD sampel bahan cetak	32
5.6.	Grafik pengujian <i>setting time</i> bahan cetak natrium alginat	33
5.7.	Grafik akurasi cetakan bahan cetak natrium alginat	34
5.8.	Perbedaan permukaan hasil cetakan (a) bahan cetak natrium alginat (b) produk komersil	35
5.9.	Sel fibroblast <i>BHK-21</i>	36
5.11.	Hasil Uji SEM	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Bahan dan Instrument Penelitian beserta Prosedur kerja.....	43
I. Ekstraksi natrium alginat dari alga coklat <i>Sargassum</i> sp.....	43
II. Proses Pembuatan Bahan Cetak Gigi.....	44
III. Pengujian bahan cetak.....	45
- FTIR.....	45
- XRD.....	46
- Porositas dan densitas.....	46
- Setting time.....	47
- Akurasi cetakan/reproduksi detail garis.....	47
- Kekuatan tekan.....	48
- SEM.....	48
- Viskositas.....	49
- Kadar Air.....	49
Lampiran 2 Hasil Uji .....	51
- Porositas dan densitas.....	51
- MTT Assays.....	51
Lampiran 3 Surat Keterangan Penerimaan Naskah Dental Journal.....	52

## BAB 1

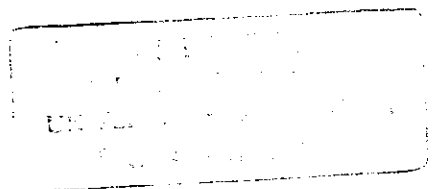
### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Tingginya biaya kesehatan di Indonesia berdampak pada tidak meratanya penduduk Indonesia yang bisa merasakan fasilitas kesehatan. Menurut data dari Biro Pusat Statistik, total penduduk Indonesia pada tahun 2010 mencapai 234,2 juta jiwa dan 31,02 juta jiwa atau sekitar 13,33% penduduk nasional berada dibawah garis kemiskinan. Tingginya biaya kesehatan di Indonesia terjadi diantaranya akibat penerapan teknologi canggih dan penggunaan material impor.

Bahan cetak alginat adalah suatu bahan cetak golongan hidrokoloid bersifat elastis yang *irreversible*. Hidrokoloid *irreversible* berarti bahwa setelah alginat dicampur dengan suatu zat dan terjadi reaksi kimia, maka alginat tidak dapat kembali ke bentuk semula. Bahan utamanya adalah garam Natrium, Kalium atau *Ammonium Alginate* yang larut dalam air (Balagopalan). Menurut Ralph Phillips, komposisi bahan cetak alginat terdiri atas : Kalium alginat 15%, Kalsium sulfat 16%, Zink oksida 4%, Kalium titanium fluorida 3%, Diatomaceous earth 60% dan Natrium fosfat 2%. Bahan ini berupa bubuk yang bila dicampur dengan air membentuk massa gel dimana dapat mencetak rahang dan gigi manusia. Hasil cetakan akan diisi dengan gipsum Kedokteran Gigi tipe III yang dikenal sebagai *dental stone*. Setelah mengeras, bentuk gipsum merupakan reproduksi dari benda yang dicetak (Noerdin *et al*, 2003).

Alginat merupakan suatu bahan yang terkandung dalam rumput laut kelas *Phaeophyta* (Alga coklat). Salah satu rumput laut yang melimpah di perairan Indonesia yaitu Alga coklat (*Phaeophyta*). Spesies Alga coklat (*Phaeophyta*) yang mengandung banyak alginat adalah *Sargassum polycystum* dan *Turbinaria decurrens*. Alga coklat (*Phaeophyta*) mempunyai potensi untuk dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai penghasil natrium alginat yang merupakan bahan baku pembuatan bahan cetak gigi.



## 1.2 Permasalahan

1. Apakah ekstraksi natrium alginat dari *Sargassum* sp dapat benar-benar menghasilkan natrium alginat ?
2. Bagaimana karakteristik fisik (porositas, densitas, viskositas, XRD), mekanis (kekuatan tekan), komposisi (FTIR), kadar air, reproduksi detail garis, setting time, struktur mikro (SEM) dan uji sitotoksisitas bahan cetak gigi alginat berbahan dasar natrium alginat dari alga coklat (*Phaeophyta*) *Sargassum* sp untuk aplikasi klinis di bidang Kedokteran Gigi ?

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Deskripsi dan Klasifikasi Alga Coklat (*Phaeophyta*)

*Phaeophyta* merupakan rumput laut yang termasuk dalam kelas Phaeophyceae atau alga coklat. *Phaeophyta* tersebar luas di perairan Indonesia, dapat tumbuh diperairan terlindung maupun berombak pada habitat berkarang. *Phaeophyta* memiliki bentuk *thallus* silindris atau gepeng, banyak percabangan yang menyerupai pepohonan di darat, daun melebar, lonjong seperti pedang, memiliki gelembung udara yang umumnya soliter, batang utama bulat agak kasar, dan *holdfast* (bagian yang digunakan untuk melekat) berbentuk cakram. Pinggir daun bergerigi jarang, berombak, dan ujung melengkung atau meruncing. Rumput laut jenis *Phaeophyta*. umumnya merupakan tanaman perairan yang mempunyai warna coklat, berukuran relatif besar, tumbuh dan berkembang pada substrat dasar yang kuat. Bagian atas menyerupai semak yang berbentuk simetris bilateral atau radial serta dilengkapi bagian sisi pertumbuhan (Anggadiredja *et al.* 2010).

Klasifikasi *Phaeophyta*. menurut Anggadiredja *et al.* (2010) adalah sebagai berikut :

- Divisio : Rhodophyta
- Kelas : Phaeophyceae
- Bangsa : Fucales
- Suku : Sargassaceae
- Marga : *Sargassum*

#### 2.2. Alginat

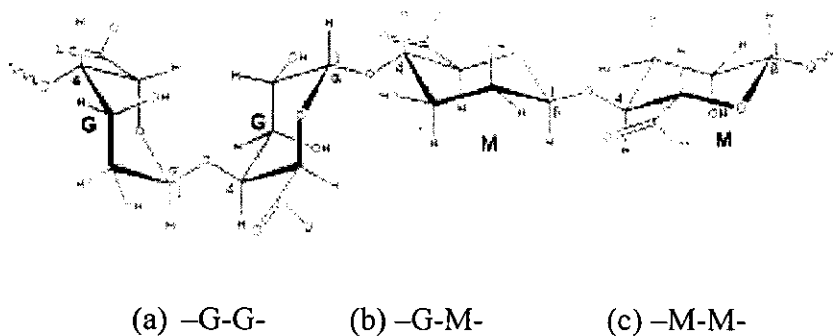
Alginat adalah salah satu polisakarida yang ditemukan pertama kali oleh Stanford pada awal tahun 1880 melalui proses ekstraksi alga jenis *Laminaria*. Pada tahun 1930, Cretcher dan Nelson menemukan komposisi asam alginat yang merupakan gabungan senyawa organik yang membentuk polimer asam D-mannuronat . Pada tahun 1955, Fischer dan Dorfel menggunakan kromatografi kertas untuk menjelaskan bahwa alginat yang diperoleh dari *Laminaria* terdiri atas 30-70 % asam L- guluronat. Oleh karena itu di dalam asam alginat terdapat dua

monomer yaitu asam poly-D-mannuronat dan asam poly-L-guluronat. Pada tahun 1938 Dillon menetapkan rumus formula asam alginat adalah  $(C_6H_{10}O_7)_n$  dimana  $n$  adalah bilangan yang berkisar antara 80-83 yang diperkuat oleh hasil analisa yang dilakukan Atsbury pada 1945 dengan menggunakan sinar - X (Chapman & Chapman dalam Rasyid, 2001).

Alginat adalah polisakarida alam yang banyak terdapat pada dinding sel dari spesies alga coklat (*Phaeophyta*). Alginat yang terdapat di alga coklat ini kebanyakan dalam bentuk asam karboksilat yang disebut asam alginik serta kebanyakan garam anorganik tidak larut dalam air, sehingga yang sering digunakan untuk keperluan industri adalah garam natrium maupun kalium alginat (Anusavice dalam Sitinjak, 2001).

### 2.2.1. Struktur Alginat

Alginat merupakan kopolimer linear yang mengandung lebih 700 residu asam-asam uronat yaitu  $\beta$ -D asam mannuronat (M) dan  $\alpha$ -L asam guluronat (G) dengan ikatan 1,4. Rantai alginat yang hanya mengandung residu asam guluronat disebut blok G, rantai alginat yang hanya mengandung residu asam mannuronat disebut blok M dan rantai alginat yang hanya mengandung residu asam guluronat serta asam mannuronat disebut blok G-M (Inukai dan Masakatsu dalam Situngkir, 2008).



**Gambar 2.1. Struktur Alginat**

Alginat yang mengandung asam guluronat yang tinggi akan cenderung mempunyai struktur yang rigid (kaku) serta mempunyai porositas yang besar sedangkan alginat yang mengandung asam mannuronat yang tinggi cenderung



mempunyai struktur yang tidak rigid (kaku) (Prakash and Soe-Lin dalam Situngkir, 2008).

### 2.2.2. Sifat Alginat

Larutan natrium alginat stabil pada pH sekitar 4 – 10. Pembentukan gel atau pengendapan alginat dapat terjadi pada pH di bawah 4, dengan berubahnya garam alginat menjadi asam alginat yang tidak larut. Penyimpanan larutan alginat yang lama di luar batasan pH di atas tidak dianjurkan, karena dapat menyebabkan depolimerisasi senyawa polimer akibat hidrolisis. Asam alginat tidak larut dalam air, sehingga yang biasa digunakan dalam industri adalah garam natrium alginat atau kalium alginat (Situngkir, 2008).

Natrium alginat adalah bubuk berwarna krem, larut dalam air dengan membentuk larutan koloid, kental, tidak larut dalam alkohol, kloroform, eter, dan larutan asam jika pH di bawah 3 (Anonim dalam Situngkir, 2008).

## 2.3. Pemanfaatan Alginat dalam Kedokteran Gigi

Ketika bahan cetak agar menjadi langka karena Perang Dunia II (Jepang adalah sumber agar utama), penelitian untuk menemukan bahan pengganti yang cocok semakin dipercepat. Hasilnya sudah tentu, hidrokolid *irreversible* atau bahan cetak alginat. Penggunaan umum bahan hidrokolid *irreversible* ini jauh melampaui penggunaan bahan cetak lain yang ada. Faktor utama penyebab keberhasilan bahan cetak jenis ini adalah manipulasi mudah, nyaman bagi pasien dan relatif tidak mahal, karena tidak memerlukan banyak peralatan (Situngkir, 2008).

### 2.3.1. Komposisi Bahan Cetak Gigi Alginat

Komponen aktif utama dari bahan cetak hidrokolid *irreversible* adalah salah satu alginat yang larut air, seperti natrium dan kalium. Bila alginat larut air dicampur dengan air, bahan tersebut membentuk sol. Sol sangat kental meskipun dalam massa rendah; alginat yang dapat larut membentuk sol dengan cepat bila bubuk alginat dan air dicampur dengan kuat. Semakin besar berat molekul, semakin kental sol yang terjadi. Bubuk alginat yang diproduksi pabrik

mengandung sejumlah komponen. Tabel 2.1 menunjukkan formula untuk komponen bubuk bahan cetak alginat dengan fungsi dari masing-masing komponen (Anusavice dalam Situngkir, 2008).

**Tabel 2.1 Formula Komponen Bubuk Bahan Cetak Alginat**

<b>Komponen</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Persen Berat</b>
Kalium Alginat	Agar Alginat larut dalam air	15
Kalsium sulfat	Pereaksi	16
Oksida Seng	Partikel Pengisi	4
Kalium Titanium Fluorid	Pemercepat	3
Tanah Diatoma	Partikel Pengisi	60
Natrium Fosfat	Bahan pemerlambat	2

Proporsi yang tepat dari masing-masing bahan kimia yang digunakan bervariasi sesuai dengan jenis bahan mentah yang digunakan. Tujuan ditambahkan tanah diatoma berfungsi sebagai pengisi. Bila bahan pengisi ditambahkan dengan jumlah yang tepat, akan dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan gel alginat, menghasilkan tekstur yang halus, dan menjamin permukaan permukaan gel padat, yang tidak bergelombang. Bahan tersebut juga membentuk pembentukan sol dengan menghamburkan partikel bubuk alginat dalam air. Tanpa suatu bahan pengisi, gel yang terbentuk tidak kuat dan menunjukkan permukaan yang lengket tertutupi dengan eksudat hasil sintesis. Oksida seng juga berfungsi sebagai bahan pengisi dan mempengaruhi sifat fisik serta waktu pengerasan gel (Situngkir, 2008).

Kalium titanium fluorid ditambahkan sebagai bahan mempercepat pengerasan *stone* untuk mendapat permukaan model yang keras dan padat terhadap cetakan (Anusavice dalam Situngkir, 2008).

## 2.4. Analisis Sifat Fisis, Sifat Mekanik, dan Komposisi

### 2.4.1. Kadar Air

Beberapa parameter material yang dibutuhkan agar dapat digunakan sebagai bahan implant antara lain sifat fisis yang meliputi kadar air, viskositas dan densitas, serta sifat mekanik yaitu kekuatan tekan.

Kadar air dapat ditentukan dengan berbagai cara antara lain :

- a. Metode pengeringan (Thermogravimetri)
- b. Metode destilasi (Thermovolumetri)
- c. Metode khemis
- d. Metode fisis (Sudarmadji, 1989).

Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven (Thermogravimetri) pada suhu tinggi ( 100°C -300°C) selama 3 menit – 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan (Winarno, 1990). Cara ini relatif mudah dan murah. Penentuan kadar air menggunakan metode AOAC 1995 yaitu didasarkan pada perbedaan berat contoh sebelum dan sesudah dikeringkan. Cawan porselin yang akan digunakan, dikeringkan terlebih dahulu kira-kira 1 jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang hingga beratnya tetap (*A*). Contoh ditimbang kira-kira 2 g (*B*) dalam cawan tersebut, dikeringkan dalam oven pada suhu 100 – 105°C selama 5 jam atau beratnya tetap. Cawan yang berisi contoh didinginkan di dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang hingga beratnya tetap (*C*). Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(A+B) - C}{B} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.1)$$

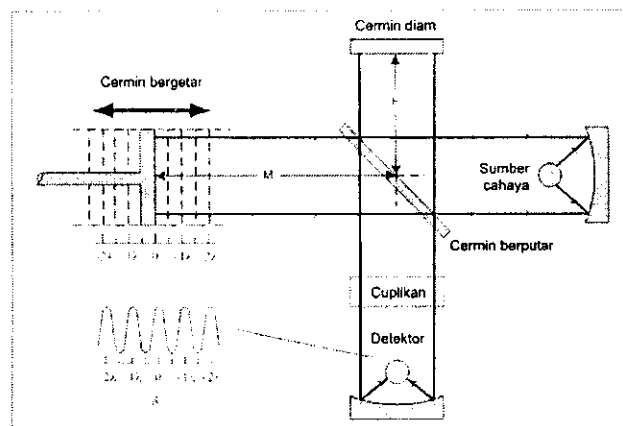
### 2.4.2 Viskositas

Viskositas adalah pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir. Satuan dari viskositas adalah poise (1 poise = 100 cP). Makin tinggi viskositas menandakan makin besarnya tahanan cairan yang bersangkutan.

### 2.4.3. Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Untuk mengetahui struktur kimia natrium alginat digunakan FTIR. Spektrometer dilengkapi dengan cermin yang bergerak tegak lurus dan cermin yang diam. Radiasi *infra red* akan menimbulkan perbedaan jarak yang ditempuh menuju cermin bergerak (M) dan jarak menuju cermin yang diam (F). Perbedaan jarak tempuh radiasi tersebut selanjutnya disebut sebagai retardasi. Hubungan antara intensitas radiasi *infra red* yang diterima *detektor* terhadap retardasi disebut sebagai interferogram. Sedangkan sistem optik dari spektrofotometer *infra red* yang didasarkan atas bekerjanya interferometer disebut sebagai sistem optik *Fourier Transform Infra Red* seperti pada Gambar 2.2

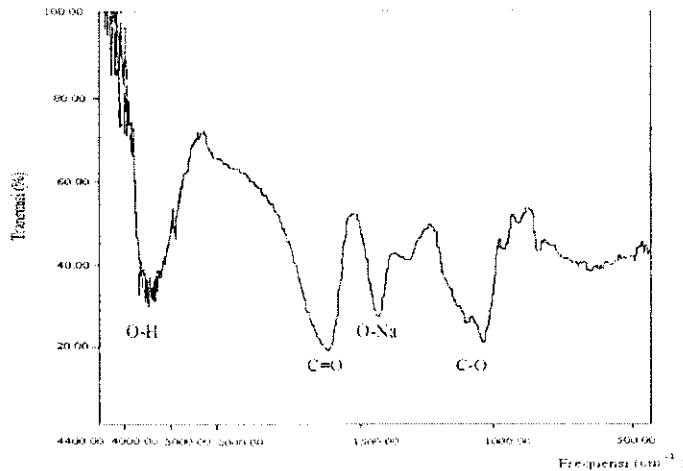
Pada sistem optik *Fourier Transform Infra red* digunakan radiasi LASER (*Light Amplification by Stimulated Emmission of Radiation*) yang berfungsi sebagai radiasi yang diinterferensikan dengan radiasi *infra red* agar sinyal radiasi *infra red* yang diterima oleh detektor secara utuh dan lebih baik.



**Gambar 2.2 Instrumentasi fourier (Giwangkara, 2007)**

Detektor yang digunakan dalam spektrofotometer *Fourier Transform Infra red* adalah *Tetra Glycerine Sulphate* (TGS) atau *Mercury Cadmium Telluride* (MCT). Detektor MCT lebih banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan detektor TGS yaitu memberikan respon yang lebih baik pada frekuensi modulasi tinggi, lebih sensitif, lebih cepat, tidak dipengaruhi oleh temperatur, sangat selektif terhadap energi vibrasi yang diterima dari radiasi *infra red*.

Gambar 2.3 menunjukkan data yang diperoleh dari pengujian FTIR yang berupa puncak serapan karakteristik gugus fungsi yang digambarkan sebagai kurva transmitansi (%) terhadap bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ).



**Gambar 2.3 Spektrum hasil uji FTIR natrium alginat (Yulianto, 2007)**

**2.4.4. Densitas**

Densitas secara umum digunakan untuk mengkarakterisasi sampel, terutama sekali untuk mengetahui kepadatan sampel. Didefinisikan sebagai jumlah massa dalam satu unit volum.

$$\rho_x = \frac{W^*}{W^* - W_a} \times \rho_a \dots\dots\dots (2.2)$$

Dinyatakan dalam unit gram per sentimeter kubik ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Massa dalam gram merupakan massa satu  $\text{cm}^3$  air pada temperatur spesifik.

**2.4.5 Porositas**

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan massa benda kering dan massa benda ketika basah. Porositas dinyatakan dalam persen (%). Perhitungan porositas menggunakan persamaan berikut :

$$P = \left( \frac{M_b - M_k}{V_b \rho_{\text{air}}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

- Dengan P = porositas (%)
- Mk = massa sampel kering (gram)
- Mb = massa sampel basah (gram)
- Vb = Vakhir-Vawal ( $\text{cm}^3$ )
- $\rho_{\text{air}}$  = 1  $\text{gr}/\text{cm}^3$

Porositas mempengaruhi hasil akurasi cetakan. Semakin tinggi nilai porositasnya, semakin rapuh cetakan negatif yang dihasilkan. Jika cetakan negatif rapuh, maka hasil cetakan positif (gypsum) akan semakin tidak akurat.

#### 2.4.6. Kekuatan Tekan (*compressive strength*)

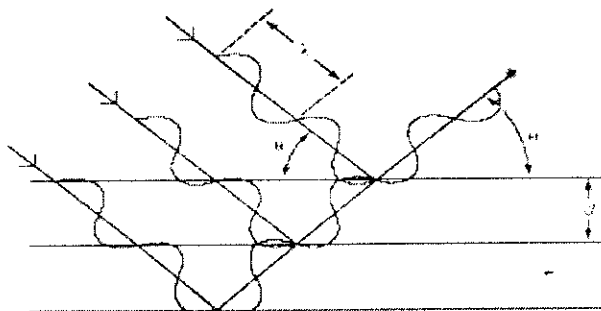
Sifat mekanik bahan cetak gigi natrium alginat yaitu kekuatan tekan (*compressive strength*). Kekuatan tekan merupakan kekuatan maksimum dari bahan untuk menerima tekanan. Kekuatan tekan dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan antara gaya terhadap luas penampang daerah pada sampel yang dikenai gaya tersebut (*stress*). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

Gaya yang bekerja pada benda menyebabkan terjadinya perubahan ukuran benda. Dimana kekuatan tekan merupakan gaya maksimum yang diberikan untuk merusak atau mematahkan bahan. Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan adalah *Autograph*.

#### 2.4.7. X-ray Diffraction (XRD)

Metoda XRD berdasarkan sifat difraksi sinar-X, yakni hamburan cahaya dengan panjang gelombang  $\lambda$  saat melewati kisi kristal dengan sudut datang  $\theta$  dan jarak antar bidang kristal sebesar  $d$  (Gambar 2.4). Data yang diperoleh dari metode karakterisasi XRD adalah sudut hamburan (sudut Bragg) dan intensitas. Berdasarkan teori difraksi, sudut difraksi bergantung kepada lebar celah kisi sehingga mempengaruhi pola difraksi, sedangkan intensitas cahaya difraksi bergantung dari berapa banyak kisi kristal yang memiliki orientasi yang sama. Metode dapat digunakan untuk menentukan sistem kristal, parameter kisi, derajat kristalinitas dan fase yang terdapat dalam suatu sampel (Yapanoglu T, 2010).



**Gambar 2.4 Skema sinar datang dan sinar terdifraksi oleh kisi Kristal.**

XRD dapat memberi informasi secara umum baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif tentang komposisi fasa-fasa (misal dalam campuran). Hal yang perlu diperhatikan pada metode ini adalah tiga hal berikut, yang pertama posisi difraksi maksimum, kedua intensitas puncak dan yang ketiga distribusi intensitas sebagai fungsi dari sudut difraksi. Tiga informasi tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi fasa-fasa yang terdapat dalam suatu bahan. Setiap bahan memiliki pola difraksi yang khas seperti sidik jari manusia. Pola-pola difraksi sinar-X berbagai bahan telah dikumpulkan dalam data JCPDS (*Joint Committee of Powder Diffraction Standard*). Salah satu analisis komposisi fasa dalam suatu bahan adalah dengan membandingkan pola XRD terukur dengan data tersebut (Yapanoglu T, 2010).

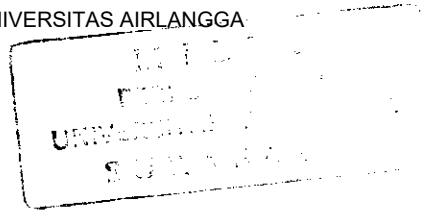
Puncak-puncak pola difraksi sinar-X berhubungan dengan jarak antar bidang. Terlihat pada Gambar 2.2 jalannya sinar-X yang melalui kisi-kisi kristal. Syarat terjadinya difraksi harus memenuhi hukum Bragg :

$$2d \sin \theta = n \lambda \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Jika atom-atom tersusun periodik dalam kristal, gelombang terdifraksi akan terdiri dari interferensi maksimum tajam (peak). Ukuran kristal dihitung menggunakan persamaan Scherrer yaitu :

$$D = \frac{k \lambda}{\beta \cos \theta} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

$\beta$  adalah FWHM,  $\lambda$  adalah panjang gelombang yang digunakan yaitu 0,15406 nm dan k adalah konstanta yang nilainya bervariasi, untuk material sintesa nilainya adalah 0,9.



#### 2.4.8. *Setting Time*

Bahan cetak alginat yang digunakan dalam bentuk bubuk (*powder*) dan bila dicampur dengan air akan terjadi pengerasan  $\pm$  3-4 menit pada suhu ruangan yang normal yaitu 20°C (Anusavice, 2004). Waktu pengerasan tersebut yang disebut dengan *setting time*. Perbandingan antara air dan bubuk bahan cetak gigi natrium alginat mempengaruhi waktu pengerasan bahan cetak. Semakin besar komposisi air yang digunakan akan menyebabkan waktu pengerasan semakin lama (Sitinjak, 2001).

#### 2.4.9. Akurasi Cetakan

Keakuratan hasil cetakan bahan cetak natrium alginat dipengaruhi oleh porositas bahan dan komposisi air saat manipulasi. Porositas yang tinggi menyebabkan cetakan positif yang tidak akurat. Komposisi air yang terlalu besar menyebabkan bahan cetak tidak dapat mereplika detail model dengan sempurna karena terlalu lembek.

#### 2.4.10. Uji Sitotoksisitas dengan MTT Assay

Syarat bahan yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi adalah tidak toksik, tidak mengiritasi dan harus mempunyai sifat biokompatibilitas. Bahan yang diproduksi tidak boleh mempunyai efek yang merugikan terhadap lingkungan biologis, baik lokal maupun sistemik. Uji sitotoksisitas adalah bagian dari evaluasi bahan untuk keperluan medis (kedokteran dan kedokteran gigi) dan diperlukan untuk prosedur *screening standart* (Meizarini, 2005).

Jenis sel yang digunakan untuk uji sitotoksisitas biomaterial adalah sel fibroblast. Pertimbangan menggunakan sel fibroblast karena berasal dari embrio sehingga mudah tumbuh dan merupakan sel lunak. Sel fibroblast merupakan sel terpenting pada komponen terbesar pulpa, ligamen periodontal dan gingival (Wijayanti, 2010).

Salah satu metode untuk menilai sitotoksisitas suatu bahan adalah dengan uji enzimatik menggunakan pereaksi *3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl) 2,5-diphenyl tetrazolium bromide* (MTT). Dasar uji enzimatik MTT adalah dengan mengukur kemampuan sel hidup berdasarkan aktivitas mitokondria dari kultur sel. Uji ini



banyak digunakan untuk mengukur proliferasi seluler secara kuantitatif atau untuk mengukur jumlah sel yang hidup (Meizarini, 2005).

Uji MTT didasarkan pada kemampuan sel hidup untuk mereduksi garam MTT yang berwarna kuning dan larut menjadi *formazan* yang berwarna biru-ungu dan tidak larut. Produksi *formazan* dapat dihitung dengan melarutkan dan mengukur densitas optik (*Optical Density*) dari larutan yang dihasilkan. Reaksi warna biru keunguan digunakan sebagai ukuran dari jumlah sel yang hidup. Semakin pekat warna biru-ungunya, semakin tinggi nilai absorpsinya dan semakin banyak pula jumlah sel yang hidup (Wijayanti, 2010). Prosentase jumlah sel hidup untuk uji MTT dapat dihitung dengan Persamaan (2.7)

$$\%Sel\ Hidup = \frac{Perlakuan - Kontrol\ Media}{Kontrol\ Sel - Kontrol\ Media} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan:

% sel hidup = persentase jumlah sel hidup setelah pengujian

perlakuan = nilai densitas optik formazan pada setiap sampel setelah pengujian

media = nilai densitas optik formazan pada kontrol media

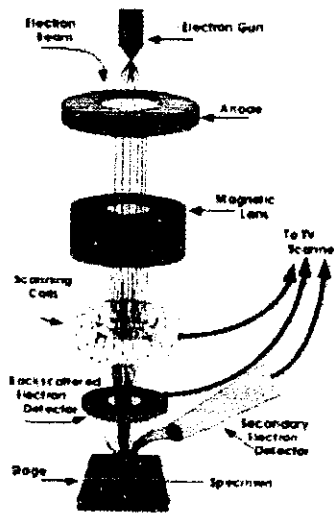
sel = nilai densitas optik formazan pada kontrol sel

Jumlah sel dapat diukur sebagai hasil produk MTT dengan spektrofotometer *Ellisa Reader* pada panjang gelombang 540-570 nm, sehingga presentase densitas optik yang semakin tinggi menunjukkan sel yang metabolik aktif dapat mereduksi MTT semakin baik. Sampel dikatakan toksik apabila % sel hidup  $\leq 60\%$  (Wijayanti, 2010).

#### 2.4.11. SEM (Scanning Electron Microscopy)

Mikroskop elektron adalah sebuah mikroskop yang mampu untuk melakukan pembesaran objek sampai 2 juta kali, yang menggunakan elektro statik dan elektro magnetik untuk mengontrol pencahayaan dan tampilan gambar serta memiliki kemampuan pembesaran objek serta resolusi yang jauh lebih bagus daripada mikroskop cahaya. Mikroskop elektron ini menggunakan jauh lebih

banyak energi dan radiasi elektromagnetik yang lebih pendek dibandingkan mikroskop cahaya. Mikroskop pemindai elektron (SEM) digunakan untuk studi detail arsitektur permukaan sel (atau struktur jasad renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi.



(sumber:iastate.edu)

**Gambar 2.5 Prinsip SEM**

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan**

1. Membuktikan ekstraksi natrium alginat dari *Sargassum sp* menghasilkan natrium alginat.
2. Mendapatkan gambaran karakteristik fisik (porositas, densitas, viskositas, XRD), mekanis (kekuatan tekan), komposisi (FTIR), kadar air, reproduksi detail garis, setting time, struktur mikro (SEM) dan uji sitotoksitas bahan cetak gigi alginat berbahan dasar natrium alginat dari alga coklat (*Phaeophyta*) *Sargassum sp* untuk aplikasi klinis di bidang Kedokteran Gigi.

#### **3.2 Manfaat penelitian**

##### **3.2.1 Manfaat teoritik**

1. Memberikan acuan teori tentang proses sintesis natrium alginat dari alga coklat (*Phaeophyta*) dan sintesis bahan cetak gigi palsu berbahan dasar natrium alginat dari alga coklat (*Phaeophyta*).
2. Memberikan acuan teori tentang karakteristik fisik (porositas, densitas, viskositas, XRD), mekanis (kekuatan tekan), komposisi (FTIR), kadar air, reproduksi detail garis, setting time, struktur mikro (SEM) dan uji sitotoksitas bahan cetak gigi berbasis natrium alginat dari alga coklat (*Phaeophyta*) *Sargassum sp* untuk aplikasi klinis di bidang Kedokteran Gigi.

##### **3.2.2. Manfaat praktis**

1. Memberikan alternatif bahan cetak gigi berstandar klinis yang berbasis pemanfaatan alga coklat *Sargassum sp.* asli Indonesia.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 4.1.1 Bahan Penelitian

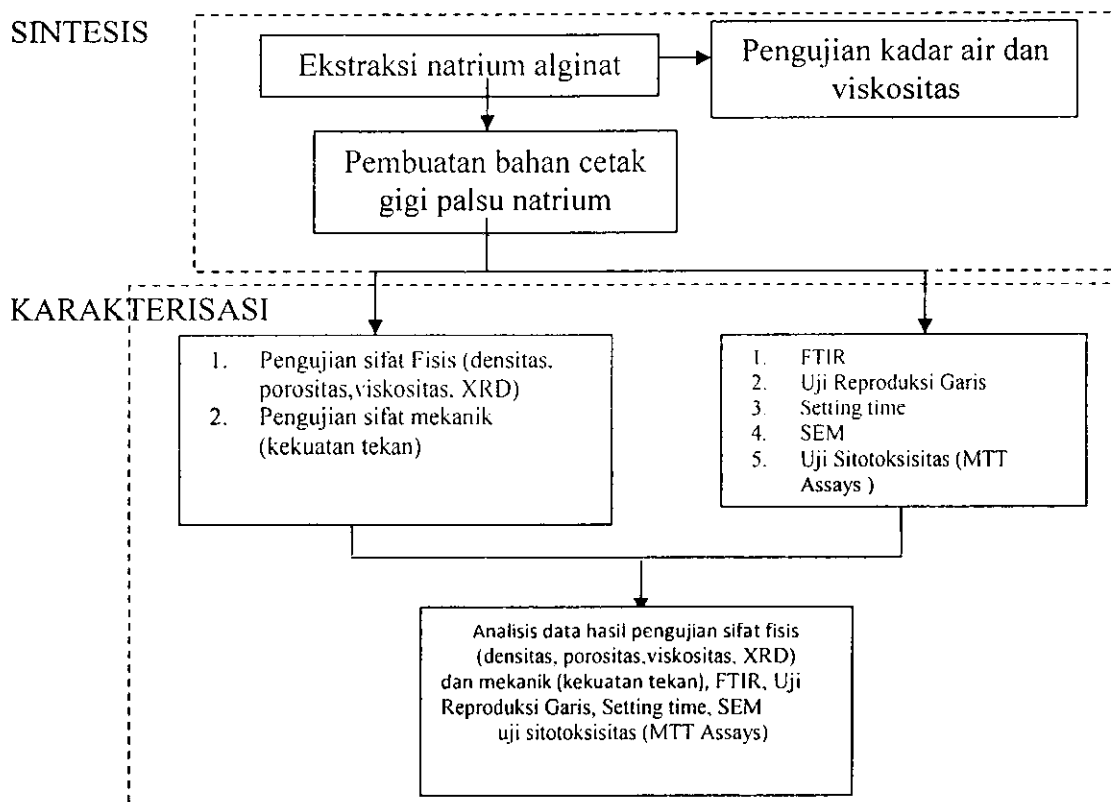
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu bahan untuk ekstraksi natrium alginat, bahan untuk sintesis bahan cetak gigi natrium alginat, dan bahan untuk pengujian. Bahan untuk ekstraksi natrium alginat meliputi alga coklat *Sargassum* sp., aquades, air, HCl 0,33%, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%, NaOCl 12%, HCl 10%, NaOH 10%, dan isopropanol 99%. Bahan untuk sintesis bahan cetak gigi natrium alginat meliputi natrium alginat, kalsium sulfat, zink oksida, kalium sulfat, tanah diatoma, dan natrium fosfat. Sedangkan bahan untuk pengujian meliputi gipsum tipe III dan sel fibroblas.

##### 4.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu peralatan ekstraksi natrium alginat, peralatan sintesis bahan cetak gigi natrium alginat dan peralatan pengujian. Peralatan ekstraksi natrium alginat meliputi *blender*, *water bath*, pengaduk, peralatan gelas, neraca analitik, *buchener*, *aluminium foil*, kertas saring, dan oven. Peralatan pengujian meliputi model berupa balok karet berukuran panjang 0,735 cm dan lebar 0,435 cm, jarum pentul, jangka sorong, Shimadzu Libror EB280 MOC Electronic Moisture Balance, Kinematic viscometer bath, JASCO FTIR-4200 type A, Autograph, SEM Inspect S50, PANlithycal X'Pert Pro MPD, *Spectrophotometer Ellisa Reader*.

## 4.2 Prosedur Penelitian

Garis besar pembuatan bahan cetak gigi palsu natrium alginat ditunjukkan pada gambar 4.1



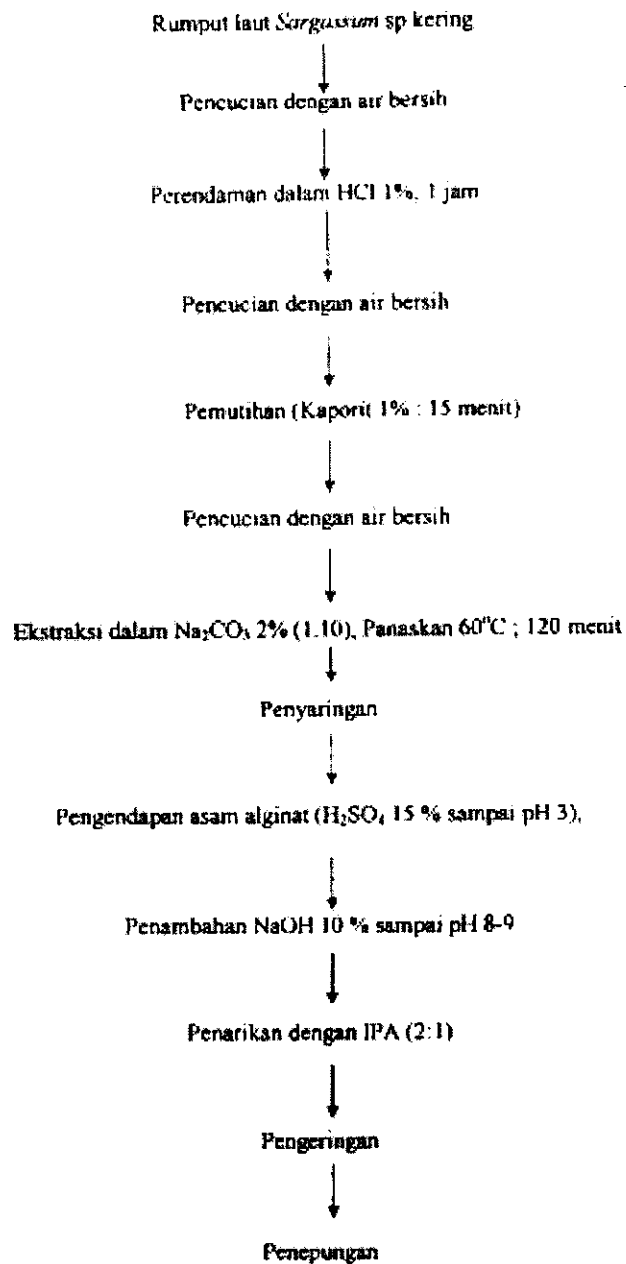
Gambar 4.1 Skema Penelitian

### 4.2.1. Persiapan

Alga coklat *Phaeophyta* yang berasal dari laut kemudian dicuci dan dikeringkan sebelum diolah menjadi natrium alginat. Natrium alginat yang telah dibuat kemudian dilakukan pengujian sifat fisis (densitas, porositas, viskositas, XRD) dan mekanik (kekuatan tekan), FTIR, uji reproduksi garis, setting time, SEM, uji sitotoksitas (MTT Assays)

## 4.2.2. Pembuatan Sampel

### 4.2.2.1. Ekstraksi Natrium Alginat dari Alga Coklat *Phaeophyta*.



**Gambar 4.2** Diagram Ekstraksi Natrium Alginat dari Alga Coklat *Phaeophyta*.

(Tazwir *et al* dalam Syahrul, 2005)

#### 4.2.2.2. Sintesis Bahan Cetak Gigi Natrium Alginat dari Alga Coklat *Phaeophyta*

Pembuatan bahan cetak gigi natrium alginat dilakukan dengan formula natrium alginat 15%, kalsium sulfat 16%, oksida seng 4%, kalium titanium fluorid 3%, tanah diatoma 60%, dan natrium fosfat 2%.

#### 4.2.3. Karakterisasi Sampel

##### 4.2.3.1. Pengujian Sifat Fisis

Pengukuran kadar air natrium alginat menggunakan alat *Shimadzu Libror EB 280 MOC Electronic Moisture Balance*. Metode pengeringan yang digunakan adalah metode Thermogravimetri (pemanasan tinggi). Pengukuran viskositas dilakukan dengan alat kinematic viscometer *bath*. Nilai viskositas terukur dalam satuan cP (centiPoise). Nilai viskositas (cP) = Angka pembacaan x Faktor pengali Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Faktor Pengali untuk tiap spindel dan rpm yang digunakan

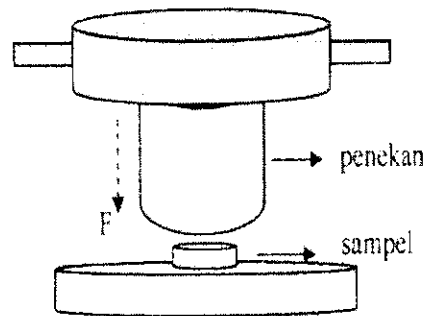
No. Spindel	Kecepatan putaran			
	6	12	30	60
1	10	5	2	1
2	50	25	10	5
3	200	100	40	20
4	1000	500	200	100

Pengujian densitas dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan metode *Archimedes*. Langkah yang pertama yaitu menimbang sampel uji dalam media udara bebas dengan menggunakan neraca analitik dengan ketelitian 0,001 gram untuk mendapatkan massa sampel uji yaitu  $W$ , kemudian menimbang sampel uji dalam media air yaitu  $W_a$  (sampel uji harus tenggelam seluruhnya). Nilai densitas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.2.

##### 4.2.3.2. Pengujian Sifat Mekanik

Pengukuran kekuatan tekan sampel dilakukan menggunakan Autograph. Pengujian dilakukan dengan meletakkan sampel pada alas yang keras kemudian

mesin uji tekan dinyalakan sehingga bagian penekan pada mesin menekan permukaan sampel hingga sampel hancur. Besarnya beban terendah sampai beban terbesar yang diberikan terhadap sampel tersebut harus dicatat. Beban terbesar yang diberikan terhadap sampel hingga sampel rusak merupakan beban maksimal yang dapat ditahan oleh sampel.



Gambar 4.3. Skema uji *compressive strength*

#### 4.2.3.3. Uji XRD (*X-ray Diffraction*)

Untuk melakukan uji XRD sampel diletakkan pada tempat berbentuk balok, setelah itu sampel diletakkan pada alat uji. Hasil uji XRD tersaji dalam bentuk grafik spektrum dan tabel. Pola difraksi berupa spektrum hasil uji XRD member informasi mengenai sudut-sudut terjadinya difraksi pada atom bahan ( $2\theta$ ) pada sumbu horizontal dan besar intensitas yang dihasilkan pada sumbu vertikal (Lutviah, 2008).

#### 4.2.3.4. Uji Reproduksi Detail Garis

Bahan cetak gigi palsu natrium alginat ini mencetak model berupa gigi palsu dan sesuai dengan kriteria standar ANSI/ADA No. 18 atau ISO No. 1563 tahun 1978). Hasil cetakan diisi dengan bahan gipsum kedokteran gigi tipe III (*dental stone*). Reproduksi detail dari hasil cetakan bahan cetak alginat dan diisi dengan gipsum dan diperiksa dibawah *stereo mikroskop* (Noerdin *et al*, 2008).



#### 4.2.3.4. Uji FTIR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemurnian sampel natrium alginat yang sudah disintesis dari alga coklat. Gambar 3.2. merupakan alat FTIR yang digunakan pada penelitian ini. Sebelum melakukan uji FTIR, serbuk sampel dihaluskan dan dicampur dengan KBr menggunakan perbandingan 1 : 20 gram dengan mortar kecil. Sampel yang sudah tercampur dibentuk pelet tipis dengan ketebalan kurang dari 1 mm dengan alat *press*. Sampel dimasukkan ke dalam tabung dalam perangkat FTIR dan disinari.

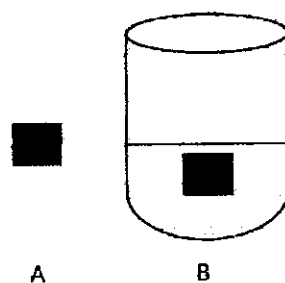


Gambar 4.4 JASCO FTIR-4200 type A

#### 4.2.3.5. Porositas

Porositas dilakukan dengan mengukur massa benda kering (mk). Benda dimasukkan ke dalam air dan diukur massanya (mb) seperti Gambar 4.5. Harga porositas dapat diketahui dengan membandingkan massa benda kering dengan massa benda ketika basah sesuai Persamaan 2.3. Pada pengujian porositas pengukuran massa benda menggunakan timbangan digital Meter Toledo dengan skala terkecil 0,01 gram. Pengukuran volume menggunakan gelas ukur dengan skala terkecil 0,2 ml. Pengujian porositas dilakukan dengan mengkondisikan berat bahan cetak dan jumlah air saat pencampuran.

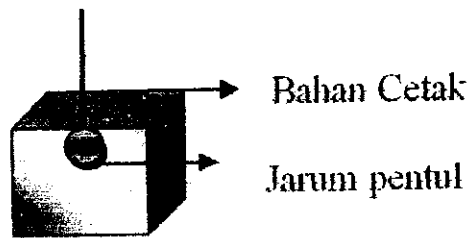
Pengukuran porositas dilakukan pada lima hasil sintesis bahan cetak gigi natrium alginat yang berbeda sesuai dengan variasi prosentase trisodium fosfat.



Gambar 4.5 A. Sampel kering ; B. Sampel dicelup air

#### 4.2.3.6. *Setting Time*

*Setting time* atau waktu pengerasan diuji dengan cara memasukkan jarum pentul pada bahan cetak gigi natrium alginat yang telah dicampur dengan air seperti pada Gambar 4.6 Waktu pengerasan ditandai dengan jarum pentul yang sudah dapat diangkat tanpa ada bahan cetak yang menempel. Pengujian *setting time* dilakukan pada lima hasil sintesis bahan cetak gigi natrium alginat yang berbeda sesuai dengan variasi prosentase trisodium fosfat.



Gambar 4.6 Pengukuran *Setting Time*

#### 4.2.3.7. Akurasi Cetakan

Bahan cetak natrium alginat diuji untuk membentuk cetakan negatif model berupa balok karet berukuran panjang 0,735 cm dan lebar 0,435 cm (Gambar 4.7). Cetakan negatif yang diperoleh diisi dengan *dental stone* untuk mendapatkan cetakan positif balok model (Huzaini, dkk,1996). Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong untuk mengetahui keakurasian cetakan.



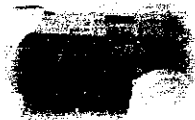
Gambar 4.7 Balok karet sebagai model cetakan

#### 4.2.3.8. Uji Sitotoksisitas dengan MTT Assay

Sel fibroblas disimpan pada suhu 85°C dalam botol *nunc* dengan media *eagle* dan ditempatkan dalam inkubator pada suhu 37 °C hingga mencair. Kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Endapan

merupakan kultur sel, sedangkan media penyimpanan berada di bagian atas dan dibuang. Kultur sel  $\pm$  20 ml dimasukkan kedalam botol *roux* kecil ditambah dengan media penumbuh *eagle* dan ditambah sampel kemudian dimasukkan kedalam inkubator CO<sub>2</sub> dengan suhu 37 °C selama 24 jam, sel akan penuh.

Kultur sel dibagi dalam *micro plate 96 well* masing-masing 1,5 ml ditambah media *eagle* dan sampel, kemudian dimasukkan dalam inkubator CO<sub>2</sub> dengan suhu 37 °C selama 24 jam. Setelah *confluent* media dibuang dan dicuci dengan larutan PBS dan MTT. Mikroplate diinkubasi selama 4 jam agar terjadi reaksi antara sel dan MTT. Kultur sel yang telah *monolayer* dikeluarkan dari inkubator CO<sub>2</sub> kemudian ditambah DMSO (*dimetil sulfoxida*). Fungsi dari DMSO adalah sebagai *stopper* reaksi antara sel dan MTT. Kultur sel di *shaker* lalu dibaca menggunakan *Spektrofotometer* seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 4.8 *Elisa Reader Thermo Scientific-Multiskan EX*

#### 4.2.3.6. SEM

Pengujian SEM dilakukan dengan cara menyiapkan sampel berupa bahan cetak yang sudah *setting*, preparasi sampel dengan memotong sampel dan meletakkan pada sampel holder, sampel di lapisi dengan emas palladium, diamati dengan SEM Inspect S50, dan data yang diperoleh berupa gambar SEM.



Gambar 4.9 SEM Inspect S50

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Ekstraksi Natrium Alginat dari *Sargassum sp.*

Ekstraksi natrium alginat dari *Sargassum sp.* mengacu pada metode ekstraksi dalam penelitian oleh Juniarto (2006) dan Rasyid (2010) yang dimodifikasi. Alga coklat *Sargassum sp.* kering yang digunakan sebesar 50 gram direndam dengan HCl 1% sebanyak 400 ml selama 1 jam untuk menghilangkan sisa kotoran yang menempel. Sisa kotoran ditandai dengan larutan berwarna keruh sampai hitam. Setelah 1 jam, alga coklat dicuci dengan air mengalir agar sisa asam ikut terbuang. Proses ekstraksi dilakukan dengan menambahkan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  4% sebanyak 500 ml dan dipanaskan selama 2 jam. Hal ini dimaksudkan untuk memisahkan selulosa dan alginatnya. Alginat setelah dipanaskan berupa pasta berwarna hitam kemudian diencerkan dengan aquades sebanyak 2,5 kali volume pasta alginat agar tidak terlalu kental dan mudah disaring. Pasta yang sudah diencerkan dierasi (didiamkan) selama  $\pm$  30 menit. Pasta disaring dan diambil cairannya yang berwarna hitam untuk dipucatkan menggunakan NaOCl 12%. Hasilnya berupa cairan yang berwarna coklat muda. Pemucatan dimaksudkan agar bubuk natrium alginat yang dihasilkan tidak berwarna hitam.

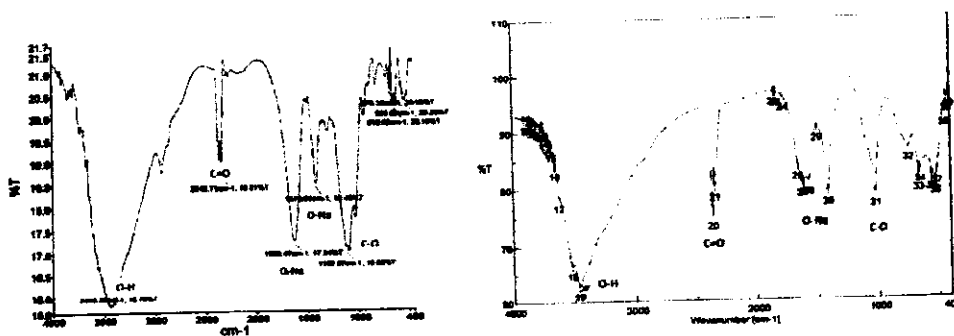
Setelah proses pemucatan, larutan digumpalkan menggunakan HCl 5% untuk menghasilkan asam alginat. Penambahan HCl 5% dilakukan perlahan sampai pH menjadi asam yaitu antara 2-3. Terbentuknya asam alginat ditandai dengan adanya gumpalan busa di permukaannya. Gumpalan asam alginat disaring dan dicuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa asam berlebih. Asam alginat dikonversi untuk menghasilkan natrium alginat dengan menambahkan larutan NaOH 10% sampai pH 9. Tercapainya pH 9 dapat diketahui dari berubahnya gumpalan asam alginat menjadi gel dan warnanya berubah menjadi lebih coklat. Untuk memisahkan natrium alginat digunakan IPA dengan perbandingan 1:2. Natrium alginat yang baik berupa serat kemudian disaring. Tahap pengeringan oleh penulis dimodifikasi yaitu menggunakan metode *freeze drying* selama  $\pm$  48 jam. Hal ini dikarenakan natrium alginat yang menggunakan

oven pada tahap pengeringan hasilnya berupa lempengan keras yang sulit untuk dihaluskan, sedangkan untuk aplikasi sebagai bahan cetak gigi dibutuhkan bahan yang berupa serbuk agar dapat dicampur dengan bahan yang lain. Oleh karena itu, apabila menggunakan metode *freeze drying*, Natrium alginat yang dihasilkan berupa serat yang kering sehingga dapat dihaluskan. Hasil pengeringan dihaluskan menggunakan *blender* sehingga diperoleh bubuk natrium alginat (Gambar 4.1). Bubuk natrium alginat berwarna krem, tidak berbau, dan larut dalam air membentuk larutan yang kental. Hasil tersebut sesuai dengan Persyaratan Farmakope 1974 dalam Tomitro 1997. Bubuk natrium alginat diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui kemurnian natrium alginat yang terbentuk. Proses ekstraksi dapat dilihat di Lampiran I.



**Gambar 5.1. Bubuk natrium alginat dari alga coklat *Sargassum sp.***

Sampel yang diuji FTIR ada dua yaitu natrium alginat yang sudah diekstraksi dari alga coklat *Sargassum sp.* dan natrium alginat produksi SIGMA Aldrich sebagai data kontrol. Grafik serapan hasil uji FTIR natrium alginat sampel kontrol (SIGMA) dan natrium alginat hasil ekstraksi *Sargassum sp* dapat dilihat sebagai berikut :



**A. Sampel kontrol    B. Sampel ekstraksi Na alginat *Sargassum sp***

**Gambar 5.2 Perbandingan grafik serapan FTIR natrium alginat kontrol produksi SIGMA Aldrich (A) dengan grafik serapan FTIR natrium alginat dari *Sargassum sp* (B)**

Gambar 5.2 A menunjukkan grafik serapan sampel kontrol (SIGMA Aldrich). Terbentuknya natrium alginat ditandai dengan munculnya puncak-puncak serapan natrium pada bilangan gelombang 1614  $\text{cm}^{-1}$  dan 1431  $\text{cm}^{-1}$  (SOARES et al. 2004). Menurut PAVIA et al. (1979) puncak serapan 3.500  $\text{cm}^{-1}$  - 3200  $\text{cm}^{-1}$  adalah spesifik untuk kelompok hidroksil (O-H), puncak serapan 1600  $\text{cm}^{-1}$  – 1680  $\text{cm}^{-1}$  untuk kelompok karbonil (C=O) dan puncak serapan antara 1000 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  untuk kelompok karboksil (C-O).

Grafik serapan natrium alginat dari *Sargassum sp.* (Gambar 5.2 B) menunjukkan hasil yang identik dengan grafik serapan natrium alginat kontrol. Hal ini dapat diketahui dari munculnya puncak-puncak serapan natrium alginat  $(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na})_n$  pada bilangan gelombang seperti disajikan Tabel 5.1.

**Tabel 5.1. Puncak Serapan FTIR natrium alginat dari *Sargassum sp.***

Gugus Fungsi	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	
	Kontrol	Sampel
O-H	3443,88	3465,4
C=O	2347,77	2359,48
O-Na	1630,40	1613,16
C-O	1103,76	1026,91

Dari hasil pengujian menggunakan FTIR tersebut menunjukkan bahwa metode ekstraksi natrium alginat dari *Sargassum sp.* yang digunakan berhasil membentuk natrium alginat. Natrium alginat kemudian dicampur dengan kalsium sulfat, kalium sulfat, tanah diatom, PEG, dan silika gel menjadi bubuk bahan cetak gigi.

## 5.2 Kadar Air

Kandungan air menentukan *acceptability*, kesegaran, dan daya tahan suatu bahan. Kandungan air dari suatu bahan tidak dapat ditentukan dari keadaan fisik bahan tersebut (Winarno, 1997). Besarnya kadar air natrium alginat yang ditetapkan oleh Food Chemical Codex (1981) yaitu maksimum 15%.. Sedangkan kadar air natrium alginat untuk bahan makanan maksimum 13% (Cottrell & Kovacs, 1977). Menurut Winarno (1990), kadar air yang diperbolehkan di dalam

natrium alginat berkisar antara 5 – 20%. Kadar air natrium alginat yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar 21, 64% sedikit lebih tinggi dari kisaran tersebut. Hal ini dikarenakan *Sargassum sp* yang bersifat higroskopis (menarik air) yang membutuhkan waktu yang sangat lama dalam proses pengeringannya. Metode pengeringan yang digunakan adalah metode Thermogravimetri (pemanasan tinggi). Metode ini memiliki kelemahan yaitu bahan lain disamping air juga ikut menguap dan ikut hilang bersama dengan uap air misalnya alkohol, asam asetat, minyak atsiri dan lain-lain. Selain itu dapat terjadi reaksi selama pemanasan yang menghasilkan air atau zat mudah menguap lainnya seperti gula mengalami karamelisasi, lemak mengalami oksidasi dan sebagainya dan bahan yang mengandung bahan yang dapat mengikat air secara kuat sulit melepaskan airnya meskipun sudah dipanaskan. Suatu bahan yang telah mengalami pengeringan ternyata lebih bersifat higroskopis daripada bahan asalnya. Oleh karena itu selama pendinginan sebelum penimbangan, bahan selalu ditempatkan dalam ruang tertutup yang kering misalnya dalam eksikator atau desikator yang telah diberi zat penyerap air (Winarno, 1997).

### 5.3 Viskositas

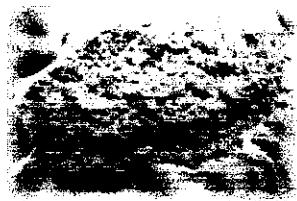
Tinggi rendahnya viskositas dan rendemen tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH saja, tetapi juga dipengaruhi oleh proses ekstraksi dari awal sampai akhir. Hal ini diungkapkan oleh Chou dan Chiang (1977), Chapman & Chapman (1980) bahwa tinggi rendahnya viskositas dipengaruhi oleh teknik ekstraksi, jenis makroalgae coklat, habitat dan umur dari makroalgae tersebut. Pentingnya untuk mendapatkan viskositas yang tinggi (5.000 – 14.000 cP's) dari hasil ekstraksi karena pemanfaatan bagi industri sangat luas seperti yang diutarakan oleh Okazaki, 1971. Stabilitas dimensional adalah kemampuan bahan cetak untuk mempertahankan bentuk ketika diberikan berbagai tingkatan suhu, kelembaban dan tekanan (Franco EB, 2007). Stabilitas dimensional dipengaruhi oleh temperature, proses cross linking, viskositas, tekanan, flow dan elastisitas bahan cetak. Viskositas adalah ukuran konsistensi suatu bahan beserta ketidakmampuannya untuk mengalir. Semakin rendah viskositas bahan cetak

semakin tinggi elastisitas bahan cetak sehingga nilai deformasi permanen bahan cetak tersebut makin rendah (Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006).

Viskositas sampel natrium alginat sebesar 0,7 cPs. Sedangkan viskositas natrium alginat kontrol yang di uji sebesar 0,5 cPs. Viskositas sampel lebih besar dari kontrol hal tersebut menunjukkan bahwa sampel yang disintesis tidak lebih elastis bila dibandingkan kontrol. -

#### 5.4 Pembuatan Sampel Bahan Cetak Gigi

Sintesis bahan cetak gigi natrium alginat menggunakan mortar. Pada mulanya formula bahan cetak dibuat sama dengan Tabel 2.1 tetapi tidak menghasilkan bahan cetak yang baik karena tidak dapat mengeras. Kemudian dibuat bahan cetak dengan formula yang mengacu pada penelitian Tomitro dkk (1997) yaitu kalium sulfat 6,9%, silika gel 3.45%, tanah diatom 13.79%, kalsium sulfat 62.7%, dan daun cyclea yang diganti dengan natrium alginat 13.9% dan oleh Huzaini dkk (1996) yaitu kalsium sulfat 12% dan 56.26%, tanah diatom 70% dan 3.13%, silika gel 4.71% dan 12.79%, kalium sulfat 4.71% dan 15.62%, dan trisodium fosfat 2% juga tidak menghasilkan bahan cetak yang baik. Dilanjutkan dengan mengacu pada penelitian oleh S.I.L.S. Saniour (2011) yaitu natrium alginat 12%, Calcium sulphate dihydrate 14%, Tetra-sodium pyrophosphate 2.5%, Zinc oxide 2%, Diatomaceous earth 65.5%, PEG 3%, dan kalium sulfat 1% juga belum menghasilkan bahan cetak yang baik. Formula bahan cetak yang baik diperoleh setelah 22 kali percobaan formula yang didasarkan pada penelitian terdahulu. Formula tersebut adalah sebagai berikut : natrium alginat 19%, kalsium sulfat 40%, kalium sulfat 15%, silika gel 15%, tanah diatom 4%, dan PEG 7%. Setelah mendapatkan formula terbaik, ditambahkan retarder atau bahan pemerlambat berupa trinatrium fosfat dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Bubuk bahan cetak berwarna coklat muda dan tidak berbau seperti pada Gambar 5.3



**Gambar 5.3 Bahan cetak gigi natrium alginat**



### 5.5. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan atau *compressive strength* dilakukan untuk mengetahui kekuatan material menahan tekanan yang diberikan. Dari tabel 5.2 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan sampel masih jauh bila dibandingkan dengan control. Hal tersebut terlihat dari sampel yang memang masih rapuh bila dibandingkan dengan control sehingga nilai kuat tekannya pun rendah.

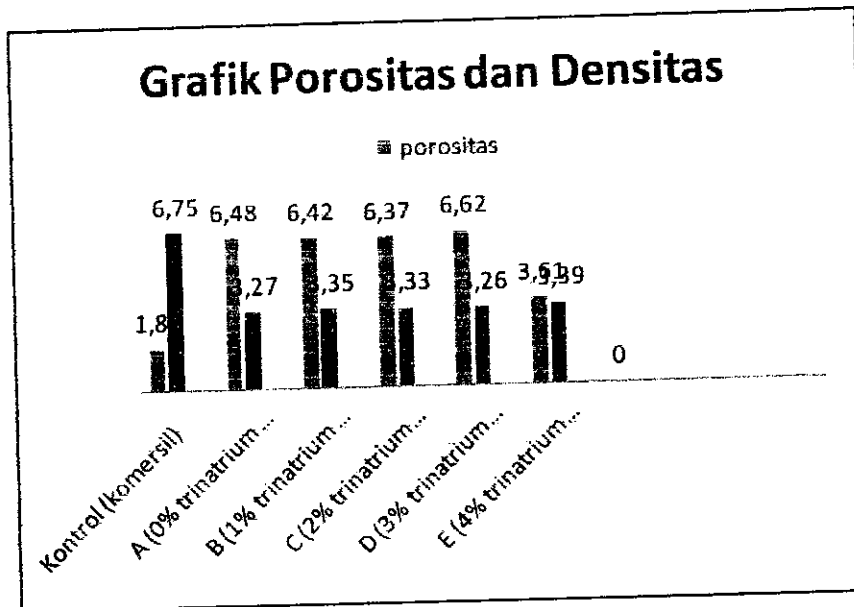
**Tabel 5.2. Tabel hasil pengukuran kuat tekan sampel bahan cetak.**

Sampel	A (m <sup>2</sup> )	F (N)	$\sigma$ (kPa)
<b>Kontrol</b>	<b>0,00009</b>	<b>23,5</b>	<b>261,1</b>
F16+0	0,00012	5,5	45,8
F16+1	0,000096	2	20,8
F16+2	0,000091	4,5	49,5
F16+3	0,000091	6	65,9
<b>F16+4</b>	<b>0,00009</b>	<b>11,5</b>	<b>127,8</b>

### 5.6 Porositas dan Densitas

Dari tabel pengukuran porositas dan densitas pada Lampiran dapat diketahui bahwa bahan cetak gigi natrium alginat yang diekstrak dari alga coklat *Sargassum sp.* memiliki porositas yang jauh lebih besar bila dibandingkan dengan produk komersil (Plastalgin).

Bahan cetak kontrol yang merupakan produk komersil mempunyai nilai porositas sebesar 1,82%. Bahan cetak tanpa penambahan trinitrium fosfat memiliki porositas sebesar 6,48%, dengan penambahan 1%; 2%; 3%; 4% trinitrium fosfat erturut-turut memiliki porositas sebesar 6,42%; 6,37%; 6,62% 3,61%. Grafik data uji porositas disajikan pada Gambar 5.4



**Gambar 5.4 Grafik pengujian porositas dan densitas bahan cetak gigi natrium alginat**

Bila dibandingkan dengan kontrol (produk komersil), bahan cetak yang disintesis menunjukkan nilai porositas yang lebih besar. Hal tersebut tidak dipengaruhi oleh penambahan bahan pemerlambat trinitrium fosfat karena pada bahan cetak dengan 4% trinitrium fosfat (sampel E) nilai porositasnya mengalami penurunan. Pada proses pengujian porositas berat bahan cetak dan air sudah konstan (dibuat sama pada semua pengujian) sehingga nilai porositas juga tidak dipengaruhi oleh berat bahan cetak dan jumlah air. Bahan cetak setelah dicampur dengan air lebih rapuh dan tidak seperti karet bila dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dapat disebabkan pada proses pencampuran formula bahan cetak, bahan penyusun belum tercampur sempurna, masih kasar, dan rapuh. Porositas sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel benda. Semakin besar ukuran partikel suatu benda maka porositas benda tersebut juga semakin besar. Porositas yang semakin besar menimbulkan kekuatan mekanik benda menurun (Mour, 2010). Terlihat dari bahan cetak yang masih rapuh. Sehingga ketika bahan cetak natrium alginat dicampur dengan air masih terasa kasar tidak sehalus bahan cetak kontrol karena partikel penyusun bahan cetak masih belum tercampur sempurna dan masih berukuran besar.

Bahan cetak dengan 4% trinitrium fosfat (sampel E) menunjukkan nilai porositas yang lebih kecil dibanding sampel yang lain (data pengukuran porositas

dapat dilihat pada Lampiran). Hal tersebut dapat disebabkan bahan penyusun bahan cetak sudah tercampur lebih rata dan lebih halus. Hal tersebut bisa terjadi karena pada proses pencampuran formula bahan cetak yang menggunakan mortar dilakukan secara manual sehingga tekanan yang diberikan bisa berbeda meskipun waktu yang digunakan sama pada semua sampel.

Selain itu, teknik pencampuran bubuk bahan cetak dengan air juga mempengaruhi kualitas bahan cetak. Pada pengujian ini digunakan spatula dari plastik yang kurang lentur, sehingga pengadukan kurang maksimal dan mempengaruhi hasil cetakan. Pengadukan yang baik menghasilkan campuran yang halus (Sitinjak, 2001). Hasil cetakan seperti tidak rata dan mudah sekali retak. Mudahnya bahan mengalami retak menunjukkan porositas bahan yang besar. Hal tersebut menimbulkan poros yang terbentuk lebih besar bila dibandingkan dengan kontrol.

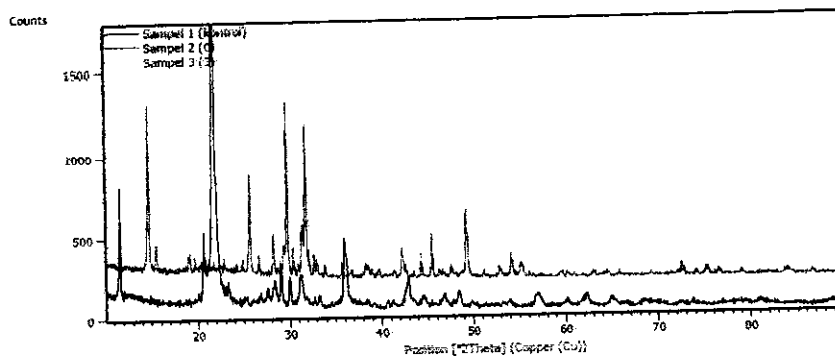
Sampel yang nilai porositasnya semakin kecil dan mendekati nilai porositas kontrol menunjukkan nilai uji porositas yang lebih baik. Bahan cetak dengan penambahan 4% trinitrium fosfat (sampel E) dengan persen porositas yang paling mendekati persen porositas kontrol yaitu 3,61 % merupakan sampel yang terbaik pada uji porositas.

Nilai densitas bahan cetak tanpa penambahan trinitrium fosfat adalah sebesar 3,27, dengan penambahan 1%; 2%; 3%; 4% trinitrium fosfat berturut-turut memiliki porositas sebesar 3,35 gr/cm<sup>3</sup>; 3,33 gr/cm<sup>3</sup>; 3,26 gr/cm<sup>3</sup>; 3,39 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas dari sampel masih jauh dari kontrolnya yaitu 6,75 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa sampel masih rapuh sehingga diperlukan optimasi dalam pembuatan komposisi bahan cetak berbahan dasar natrium alginat dari *Sargassum sp.*

## 5.7 XRD ( X-Ray Diffraction)

XRD merupakan instrument yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristal maupun non-kristal. Dari hasil pengujian sampel dapat diketahui bahwa bahan cetak yang disintesis dari natrium alginat *Sargassum sp.* merupakan material non-kristal (amorf). Natrium alginat termasuk jenis polimer. Polimer

sebagian menunjukkan bentukan non-kristal (amorf). Dapat diketahui dari gambaran grafik XRD yang masih kasar. Bentukan amorf dari grafik XRD sangat berkaitan dengan kerapuhan suatu material. Peak yang berbentuk gunung menunjukkan kristalisasi yang kurang baik. Bentukan kristalisasi yang kurang baik menunjukkan ikatan yang rapuh dan mudah rusak sehingga mudah bereaksi dengan lingkungannya. (Callister WD, 1990).

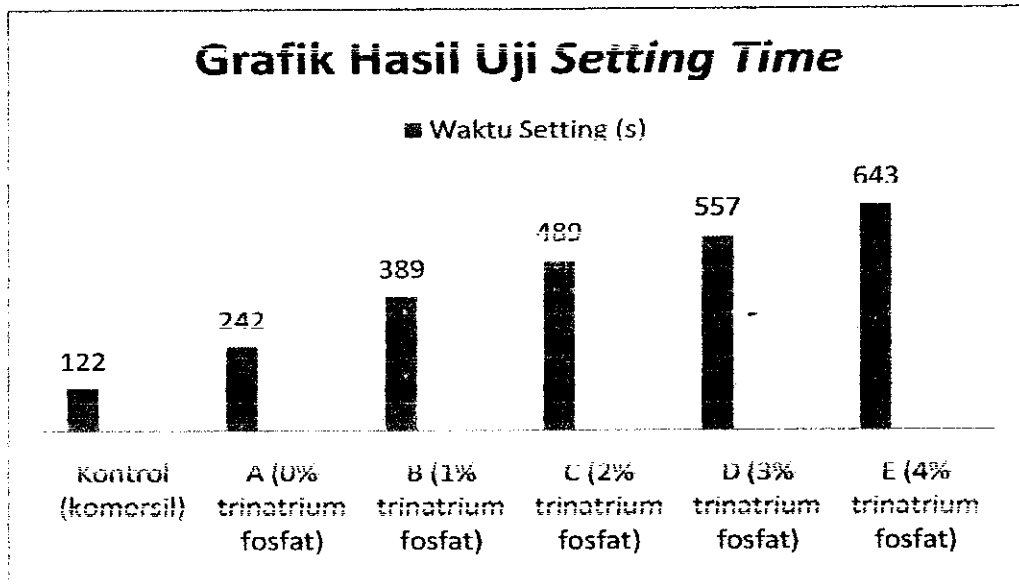


Gambar 5.5 Grafik XRD sampel bahan cetak

### 5.8. *Setting Time*

Pengujian *setting time* menggunakan jarum pentul dan *stopwatch*. Bahan cetak setelah dicampur dengan air dihitung waktu pengerasannya hingga jarum pentul dapat diangkat tanpa ada bahan cetak yang ikut terangkat. Pengujian *setting time* dilakukan dengan mengkondisikan berat bahan cetak dan jumlah air saat pencampuran yaitu 250  $\mu$ l menggunakan mikropipet *Eppendorf Reference* (Lampiran 3).

Gambar 5.7 menunjukkan hasil pengujian *setting time*. Kontrol mempunyai waktu pengerasan selama 2 menit 2 detik, sampel dengan penambahan 0%, 1%, 2%, 3%, 4% trisodium fosfat berturut-turut selama 4 menit 2 detik, 6 menit 29 detik, 8 menit 9 detik, 9 menit 17 detik, dan 10 menit 43 detik.



**Gambar 5.6 Grafik pengujian *setting time* bahan cetak natrium alginat**

Hasil pengujian *setting time* seperti tersaji pada Gambar 5.6 membuktikan bahwa dengan menambahkan bahan pemerlambat trisodium fosfat, waktu pengerasan semakin lama. Bahan pemerlambat trisodium fosfat bereaksi dengan ion kalium untuk mencegah reaksi antara kalium dan natrium alginat yang menyebabkan terjadinya pengerasan. Proses tersebut dihambat sehingga waktu pengerasan pun menjadi semakin lama seiring penambahan komposisi trisodium fosfat.

Bahan cetak kontrol mengeras dalam waktu 122 detik dan waktu tersebut sesuai dengan peraturan ADA No. 18 tahun 1969 yaitu tidak lebih dari 270 detik (4 menit 30 detik) untuk waktu normal. Pada bahan cetak natrium alginat dengan variasi bahan pemerlambat trisodium fosfat menghasilkan waktu pengerasan yang lebih lama dari ketentuan ADA No. 18 tahun 1969 yaitu antara 389 – 643 detik.

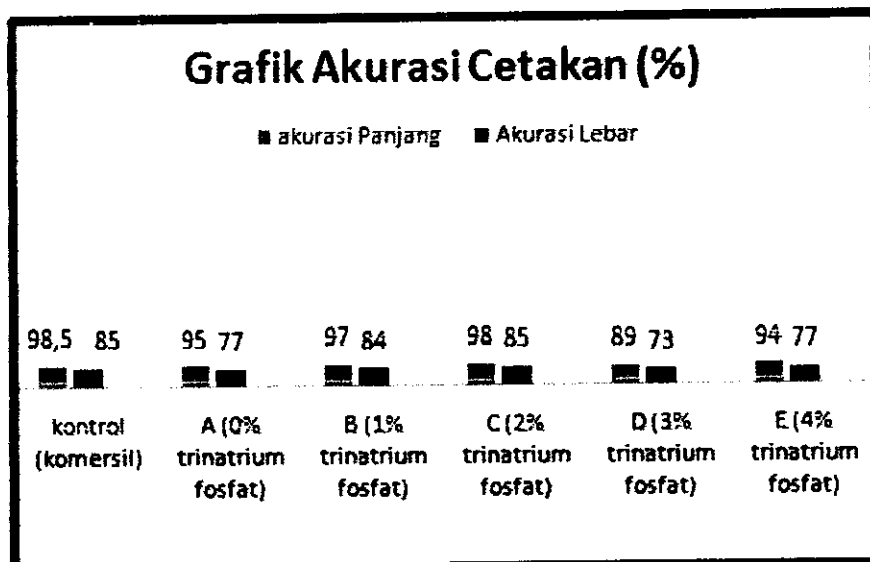
Waktu pengerasan berperan penting untuk membantu kinerja dokter gigi lebih efisien dan berperan pada faktor kenyamanan pasien. Dengan waktu 4 menit 30 detik terkadang dokter gigi harus bekerja ekstra agar bahan cetak mengeras tepat pada waktunya. Untuk memperlama waktu pengerasan biasanya digunakan air panas atau dengan menambah jumlah air saat pencampuran. Modifikasi tersebut mempengaruhi hasil cetakan. Sedangkan faktor kenyamanan pasien juga harus dipertimbangkan, agar pasien tidak membuka mulut terlalu lama. Oleh

karena itu, meskipun bahan cetak natrium alginat yang disintesis melebihi ketentuan ADA No. 18 tahun 1969 tetapi berdasarkan ketentuan ADA tahun 1974 (dalam Huzaini, 1996) waktu pengerasan sekurangnya atau sama dengan 20 menit maka bahan cetak natrium alginat dapat dikatakan sesuai dengan ketentuan.

Akan tetapi, karena faktor kenyamanan pasien yang penting untuk dipertimbangkan maka formula terbaik dari hasil pengujian ini adalah sampel dengan waktu pengerasan yang optimum ( $\pm 4$  menit). Maka bahan cetak dengan penambahan 0% trinitrium fosfat (sampel A) merupakan sampel terbaik pada pengujian waktu pengerasan ini dengan waktu pengerasan paling cepat.

### 5.9. Akurasi Cetakan/ Reproduksi garis

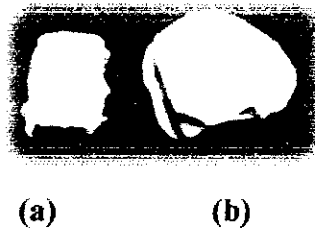
Pengujian akurasi cetakan menggunakan model berupa karet dengan panjang 0,705 cm dan lebar 0,5 cm. Hasil cetakan negatif diisi dengan gips hingga mengering. Cetakan positif yang diperoleh diukur panjang dan lebarnya menggunakan jangka sorong dengan skala terkecil 0,1 mm. Data pengukuran disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.7



**Gambar 5.7 Grafik akurasi cetakan bahan cetak natrium alginat**

Akurasi cetakan tidak dipengaruhi oleh penambahan bahan pemerlambat trinitrium fosfat dan porositas bahan. Hal tersebut dikarenakan model yang akurat dapat dihasilkan dari cetakan yang akurat, sedangkan reproduksi yang akurat bergantung pada kondisi permukaan cetakan dan model yang digunakan (Sitinjak,

2001). Pemilihan jenis bahan model cetakan mempengaruhi hasil cetakan. Bahan cetak natrium alginat yang sifatnya masih kasar dan mudah retak jika digunakan model cetakan yang terbuat dari logam seperti ketentuan ADA No. 18 Tahun 1969 maka terlalu banyak bahan cetak yang menempel pada model cetakan. Hal tersebut membuat permukaan hasil cetakan lebih kasar dan tidak akurat. Oleh karena itu digunakan model dari karet dengan permukaan halus dengan tujuan memperkecil kemungkinan bahan cetak menempel pada model saat pengujian keakuratan cetakan.



**Gambar 5.8 Perbedaan permukaan hasil cetakan. (a) bahan cetak natrium alginat (b) produk komersil**

Gambar 5.8 menunjukkan bahwa persen akurasi cetakan bervariasi pada setiap sampel. Sampel uji dikatakan baik apabila mendekati 100%. Berdasarkan data pengukuran akurasi cetakan pada Lampiran dapat diketahui sampel terbaik adalah yang mendekati 100% yaitu bahan cetak dengan penambahan 2% trisodium fosfat (sampel C) meniru panjang model dengan keakuratan mencapai 98% dan 85% keakuratan lebar.

#### **5.10. Sitotoksitas dengan MTT Assay**

Salah satu syarat bahan kedokteran gigi untuk dapat diaplikasikan pada rongga mulut adalah biokompatibel yaitu tidak merupakan bahan yang toksik. Untuk membuktikannya, maka dilakukan uji sitotoksitas secara *in vitro* pada kultur sel BHK-21 (Gambar 5.9) menggunakan MTT assay. Kultur *cell lines* digunakan karena mempunyai keuntungan, yaitu *passage* dapat dilakukan 50–70 kali, kecepatan pertumbuhan sel tinggi, integritas sel tetap terjaga dan sel mampu bermultiplikasi dalam suspensi. *Cell lines* telah banyak digunakan untuk menguji toksisitas bahan dan obat-obatan di bidang kedokteran gigi, antara lain sel BHK-

21 yang berasal dari fibroblast ginjal bayi hamster. Sel fibroblast merupakan sel terpenting pada komponen pulpa, ligamen periodontal dan gingiva.

MTT adalah molekul larut berwarna kuning, yang dapat digunakan untuk menilai aktifitas enzimatik selular, didasarkan pada kemampuan sel hidup untuk mereduksi garam MTT. Mekanismenya adalah garam tetrazolium berwarna kuning tersebut akan direduksi di dalam sel yang mempunyai aktifitas metabolik. Mitokondria dari sel hidup yang berperan penting dalam hal ini, adalah yang menghasilkan dehidrogenase. Bila dehidrogenase tidak aktif karena efek sitotoksik, maka formazan tidak akan terbentuk. Jumlah formazan yang terbentuk, proporsional dengan aktifitas ensimatik sel hidup.



**Gambar 5.9 Sel Fibroblast BHK-21**

Sampel yang diuji adalah bahan cetak gigi natrium alginat dengan variasi trinitratium fosfat 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%. Kontrol media dibuat dari campuran *eagle* dan *bovine serum*. Kontrol sel dibuat dari campuran sel BHK-21 dengan *eagle* (Gambar 4.9). Sampel terlebih dahulu disterilkan menggunakan autoklaf. Sampel yang telah steril kemudian dilarutkan dalam 0,5 cc etanol. Setelah larut, sampel dialirkan pada permukaan sel BHK-21 dan dinkubasi selama 24 jam. Kemudian ditambahkan pereaksi *MTT* agar dapat dilihat reaksi selnya terhadap sampel yang diamati dengan *Elisa Reader Thermo Scientific-Multiskan EX*.

Hasil pengamatan *Elisa Reader* berupa tabel yang kemudian diolah dengan persamaan 2.3. Data hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 6. Berdasarkan pengujian MTT yang dilakukan, dapat diketahui bahwa sampel yang diuji tergolong tidak toksik, karena persen sel hidup > 60% (Gambar 4.10). Dari hasil perhitungan jumlah sel hidup dapat diketahui bahwa sampel bahan cetak tergolong bahan yang tidak toksik karena menunjukkan persen sel hidup lebih besar dari 60% (Wijayanti,2010). Bahan cetak gigi natrium alginat dari alga coklat *Sargassum sp.* yang berpotensi untuk aplikasi klinis tentunya selain



didukung dengan hasil pengujian sampel, juga perlu mempertimbangkan faktor kenyamanan pasien. Penelitian ini menambahkan bahan pemerlambat trinitrium fosfat pada formula bahan cetak yang ditemukan dengan tujuan mendapatkan waktu pengerasan yang optimum ( $\pm 4$  menit).

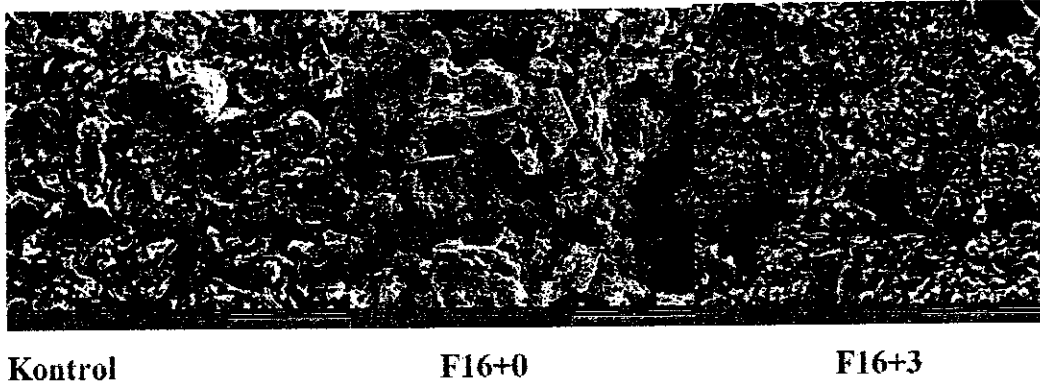
Hasil pengujian yang paling utama adalah uji *setting time* dengan sampel terbaik yaitu bahan cetak dengan penambahan 0% trinitrium fosfat (sampel A) yaitu 4 menit 2 detik. Didukung dengan hasil pengujian akurasi cetakan yang yaitu sebesar 98% akurasi panjang dan 85% akurasi lebar. Meskipun pada pengujian porositas, sampel terbaik adalah yang paling kecil nilai porositasnya yaitu bahan cetak dengan penambahan 4% trinitrium fosfat (sampel E). Tetapi waktu pengerasan sampel E terlalu lama dan karena pertimbangan dari dua pengujian sebelumnya, maka dipilih bahan cetak dengan penambahan 0% trinitrium fosfat (sampel A) yang terbaik meskipun dengan porositas 6,48%. Porositas tersebut dapat diminimalisir dengan teknik pencampuran yang lebih baik, sehingga bisa diperoleh bahan cetak yang lebih halus. Hasil pengujian sitotoksitas menunjukkan bahwa sampel bahan cetak tidak tergolong toksik, sehingga pemilihan sampel terbaiknya disesuaikan dengan pengujian sebelumnya.

Bahan cetak yang dibutuhkan harus akurat, tidak toksik, dan mempunyai waktu pengerasan yang optimum ( $\pm 4$  menit). Syarat tersebut merujuk pada satu formula bahan cetak natrium alginat yaitu sampel A dengan penambahan 0% trinitrium fosfat. Dari hasil pengujian, sampel A mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dalam meniru model cetakan, meskipun menghasilkan cetakan positif dengan permukaan sedikit kasar bila dibandingkan dengan kontrol, waktu pengerasan yang sesuai dengan ketentuan ADA 1974 yaitu 4 menit 2 detik, dan merupakan bahan yang tidak toksik.

### **5.11. SEM (Scanning Electron Microscopy)**

SEM merupakan alat uji material yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai permukaan suatu material uji. Dari hasil pengujian SEM pada sampel bahan cetak gigi yang disintesis dari alga coklat dapat diketahui bahwa sampel bahan cetak masih tergolong rapuh. Hal tersebut karena sampel

tersusun dengan rapi. Namun gambaran struktur bahan cetak dengan natrium alginat dari *Sargassum* sp dengan penambahan bahan pemerlambat trinitrium fosfat 3% menunjukkan gambaran morfologi yang hampir serupa dengan gambaran SEM kontrol jika dibandingkan dengan gambaran SEM sampel tanpa penambahan trinitrium fosfat. Gambaran SEM bahan cetak sampel uji dapat dilihat pada gambar 5.10



**Gambar 5.10 Hasil Uji SEM**

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Membuktikan keberhasilan ekstraksi natrium alginat dari *Sargassum sp* melalui hasil uji FTIR dengan munculnya puncak-puncak serapan natrium pada bilangan gelombang 1614  $\text{cm}^{-1}$  dan 1431  $\text{cm}^{-1}$ , puncak serapan 3.500  $\text{cm}^{-1}$  - 3200  $\text{cm}^{-1}$  adalah spesifik untuk kelompok hidroksil (O-H), puncak serapan 1600  $\text{cm}^{-1}$  - 1680  $\text{cm}^{-1}$  untuk kelompok karbonil (C=O) dan puncak serapan antara 1000 - 1300  $\text{cm}^{-1}$  untuk kelompok karboksil (C-O).
2. Hasil pengujian yang mendekati kesesuaian dengan standard karakterisasi material untuk aplikasi klinis yaitu bahan cetak berbasis natrium alginate dari *Sargassum sp* dengan penambahan trisodium fosfat sebesar 0% dengan nilai kadar air 21, 64%, viskositas 0,7 cPs, porositas sebesar 6,48% densitas 3,27  $\text{gr/cm}^3$ , kekuatan tekan 45,8 kPa, *setting time* 4 menit 2 detik, 98 % akurasi panjang, dan 85 % akurasi lebar. Bahan cetak gigi natrium alginat dari alga coklat *Sargassum sp*. tidak tergolong toksik.

#### 5.2. Saran

Untuk menghasilkan bahan cetak gigi natrium alginat berbahan baku lokal dengan kualitas yang baik, dapat disarankan :

1. Melakukan uji *in vivo* untuk mengetahui respon biologi yang lebih detail, sehingga bahan cetak natrium alginat dapat digunakan sebagai salah satu bahan cetak gigi di Indonesia.
2. Perlu dilakukan uji mekanik seperti uji *tear strength* pada bahan cetak gigi natrium alginat, sehingga dapat diketahui apakah bahan cetak gigi natrium alginat yang diekstraksi dari *Sargassum sp* memiliki ketahanan terhadap robekan dan memenuhi standard bahan cetak di bidang Kedokteran Gigi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, Jana T. dkk. 2010. Rumput Laut. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Anusavice, J.K., 2004. Philips : Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi, alih bahasa : Johan Arif Budiman dan Susi Purwoko. Penerbit Buku Kedokteran (EGC), Jakarta.
- AOAC 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington DC. p 185-189.
- Callister WD, 1990. Material Science and Engineering, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Chapman, V.J. and Chapman, D.J. 1980. *Seaweed and their uses*. 3<sup>rd</sup> edition Chapman and Hall. London, New York: 194 –225.
- Chou, H.N. and Y.M. Chiang 1977. Studies on algin from brown algae of Taiwan. Estimation of yield and quality of algin. *Acta Oceanographica Taiwanica*. 6: 135 – 139.
- Cottrell I.W. and P. Kovacs 1977. Algin. In : H.R. Graham (ed.) *Food colloids*. Avi Publ. Co., Connect : 438-463.
- Food Chemical Codex, 1981. *Food chemical codex*. 3<sup>rd</sup> edition, National Academic of Science, Washington D.C. : 135-195.
- Franco EB, Da Cunha LF, Banneth AR, 2007. Effect of storage period on the accuracy of elastomeric impression. *J. Appl Oral Sci* : 15 (3) : 195 -8
- Huzaini, Muchammad Luthfi. dkk. 1996. Getah Pelepah Pohon Salak Sebagai Alternatif Substansi Dasar Bahan Cetak di Bidang Kedokteran Gigi. *Buletin Penalaran Mahasiswa UGM*. Vol. 2 No. 3. Halaman 76-81.
- Juniarto. 2006. Rendemen dan Kualitas Algin Hasil Ekstraksi Alga (*Sargassum* sp.) dari Pantai Selatan daerah Cidaun Barat. *Jurnal Bionatura*, Vol.8, No.2, Juli 2006 : 152-160.
- Lutviyah. 2008. Pembuatan Semen Gigi Zinc Polikarboksilat Dari Bahan Baku Zinc Oksida Dan Asam Poliakrilat. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

Meizarini, Asti. 2005. Sitotoksisitas Bahan Restorasi *Cyanoacrylate* Pada Variasi Perbandingan *Powder* Dan *Liquid* Menggunakan *MTT Assay*. Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.), Vol. 38. No. 1 Januari 2005: 20–24.

Mour, Meenakshi. 2010. *Advances in Porous Biomaterials for Dental and Orthopaedic Applications*. *Materials* 2010, 3, 2947-2974. ISSN 1996-1944.

Noerdin, Ali, Bambang Irawan, Mirna Febriani, 2003. Pemanfaatan Pati Ubi Kayu (Manihot Utilisma) Sebagai Campuran Bahan Cetak Gigi Alginat. *Makara, Kesehatan*, Vol. 7, No. 2.

Okazaki, A. 1971. *Seaweeds and their use in Japan*. Tokai University Press. Tokyo: 165 pp.

Powers JM, Sakaguchi RL, 2006. *Craig's Restorative dental Material*, 12<sup>th</sup> ed., Elsevier, Missouri, 270 -311

Rasyid, Abdullah. 2001. Potensi *Sargassum* Asal Kepulauan Spermonde Sebagai Bahan Baku Alginat. *Widyariset*, Vol. 2.

Rasyid, Abdullah. 2010. Ekstraksi Natrium Alginat Dari Alga Coklat *Sargassum echinocarphum*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.

S.H.S. Saniour, dkk. 2011. *Effect of composition of alginate impression material on "recovery from deformation"*. *Journal of American Science*, 2011;7(9).

Sitinjak, Lisbet Masniati. 2001. Keakuratan Hasil Cetakan Alginat Dalam Pembuatan Gigi Tiruan. Skripsi Universitas Sumatera Utara.

Situngkir, Janner. 2008. Pembuatan dan Karakterisasi Fisikokimia Bahan Cetak Gigi Palsu Kalsium Alginat. Tesis Universitas Sumatera Utara.

Syahrul. 2005. Penggunaan Fikokoloid Ekstraksi Rumput Laut Sebagai Substansi Gelatin Pada Es Krim. Tesis Institut Pertanian Bogor.

Tomitro, F.X., dkk. 1997. Pemanfaatan Daun *Cyclea Barbata* Sebagai Alternatif Substansi Dasar Bahan Cetak Di Bidang Kedokteran Gigi. *Buletin Penalaran Mahasiswa UGM*, Vol. 3 No. 1. Halaman 19-22.

Winarno, F.G. 1990. *Teknologi pengolahan rumput laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 112

Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Wijayanti, Fitriah. 2010. Variasi Komposisi Cobalt Chromium Pada Komposit Co-Cr-HAP Sebagai Bahan Implan. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

Yapanoglu T, Demirel A, Adanur S, Yuksel H, Polat O, 2010. X-ray diffraction analysis of urinaru tract stones. Turk J Med Sci (20)3 : 415- 420

## Lampiran 2

## Hasil Uji Porositas dan Densitas

Tabel densitas sampel bahan cetak

Sampel	Densitas	Porositas
Kontrol	6,75	1,82
F16-0	3,27	6,48
F16-1	3,55	6,42
F16-2	3,33	6,37
F16-3	3,26	6,62
F16-4	3,39	3,61

## Hasil MTT Assays

No.	Kontrol Sel	Kontrol Media	S0	S1	S2	S3	S4
1	0,143	0,094	0,112	0,12	0,103	0,113	0,102
2	0,146	0,083	0,107	0,105	0,104	0,116	0,113
3	0,167	0,113	0,131	0,129	0,138	0,131	0,129
4	0,162	0,111	0,134	0,123	0,133	0,125	0,126
5	0,119	0,067	0,09	0,082	0,087	0,084	0,096
6	0,157	0,106	0,12	0,119	0,131	0,125	0,129
7	0,13	0,07	0,09	0,09	0,092	0,094	0,1
8	0,133	0,085	0,092	0,103	0,105	0,113	0,103
Rata-rata	0,1446	0,0773	0,1095	0,1089	0,1116	0,1126	0,1123

$$\%Sel\ Hidup = \frac{Perlakuan + Kontrol\ Media}{Kontrol\ Sel + Kontrol\ Media} \times 100\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S0 = \frac{0.1095 + 0.0773}{0.1446 + 0.0773} \times 100\% = 84.2\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S1 = \frac{0.1089 + 0.0773}{0.1446 + 0.0773} \times 100\% = 83.9\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S2 = \frac{0.1116 + 0.0773}{0.1446 + 0.0773} \times 100\% = 85\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S3 = \frac{0.1126 + 0.0773}{0.1446 + 0.0773} \times 100\% = 85.7\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S4 = \frac{0.1123 + 0.0773}{0.1446 + 0.0773} \times 100\% = 85\%$$

## LAMPIRAN

## Lampiran 1 Bahan dan Instrument Penelitian beserta Prosedur kerja

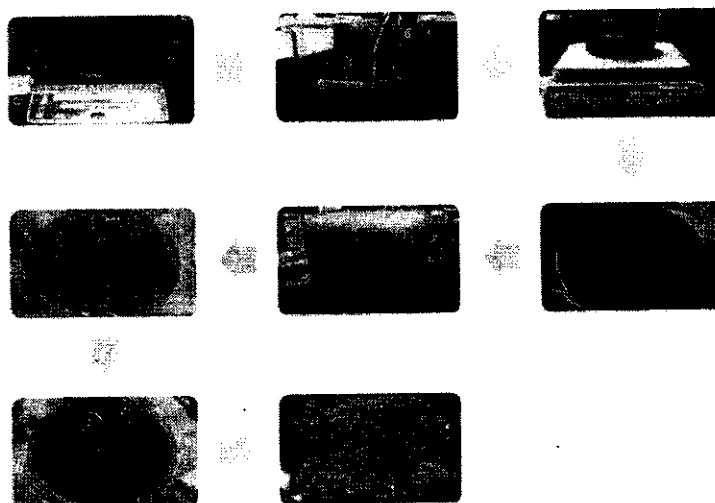
I. Ekstraksi natrium alginat dari alga coklat *Sargassum* sp. :

Alat yang digunakan diantaranya peralatan gelas, timbangan digital, *magnetic stirrer*, saringan, kertas saring, cetakan stenlis, deep freezer, dan lypolizer.

Bahan yang digunakan yaitu alga coklat sargassum sp., aquades, natrium karbonat, asam klorida, hipoklorit, NaOH, dan IPA.

## Langkah kerja :

1. *Sargassum* sp. Kering 25 gram
2. Direndam 200 ml HCl 5% selama 1 jam.
3. Dicuci bersih dengan aquades.
4. Ditambah 250 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 4 %, di water bath 60°C selama ±2 jam.
5. Diencerkan dengan aquades, dibiarkan ± 30 menit.
6. Disaring dan diambil airnya.
7. Diputihkan dengan 12% NaOCl 12 ml.
8. Ditambahkan HCl 5% 100 ml
9. Disaring gumpalannya dan dicuci dengan aquades.
10. Ditambahkan NaOH 10% sampai 100 ml.
11. Ditambah IPA 99% sampai alginat naik
12. Diambil alginatnya, disaring, dan di keringkan.

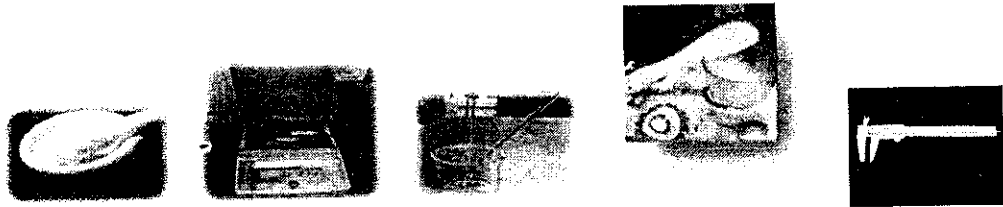


Gambar 1. Proses Ekstraksi Natrium alginat dari *Sargassum* sp.



## II. Proses Pembuatan Bahan Cetak Gigi

Alat yang digunakan :



Mortar Timb. Digital Peralatan gelas Bowl dan spatula Jangka Sorong

**Gambar 2. Alat dan Bahan Sintesis bahan cetak gigi natrium alginat**

### Sintesis bahan cetak gigi natrium alginat :

1. Menyiapkan bahan yang akan digunakan, yaitu natrium alginat, kalsium sulfat, kalium sulfat, tanah diatom, silika gel, Polyetilen glikol, dan trinatrium fosfat.
2. Penambahan trinatrium fosfat sebagai modifikasi bahan pemerlambat.
3. Semua bahan ditimbang sesuai komposisi yang ditentukan lalu dicampur menggunakan blender sampai halus dan rata.
4. Bahan cetak berupa bubuk kembali di haluskan dengan mortar.

Bahan yang digunakan :



Natrium Alginat Diatom Earth Ca Sulfat Trinatrium Fosfat Silica Gel PEG 1000



Bahan Cetak Alginat Kontrol



Gips

**Gambar 3. Alat dan Bahan Sintesis Bahan cetak Alginat**

**Langkah Kerja :**

1. Siapkan bowl dan spatula plastik yang kering
2. Masukkan powder/ bubuk alginate ke dalam bowl sesuai takaran yang dibutuhkan
3. Masukkan air secukupnya disesuaikan dengan ukuran powder/ bubuk yang dimasukkan ke
4. bowl.
5. Aduk dengan spatula plastik dengan kecepatan dan kekuatan yang cukup dengan menekan adonan ke dinding bowl plastik, dan segera dimasukkan sendok cetak dan digunakan untuk mencetak gigi dan jaringan di rongga mulut (dalam penelitian ini, karena bersifat in vitro, maka digunakan cetakan berbentuk balok/kotak yang kemudian diukur akurasi cetaknya).
6. Tunggu hingga bahan cetak setting / mengeras.



**Gambar 4. Proses Pembuatan bahan cetak gigi**

**III. Pengujian bahan cetak :****1. Langkah kerja FTIR :**

1. Menyiapkan sampel berupa serbuk.
2. Preparasi sampel 1:20 (sampel : garam KBr).
3. Sediaan di mortar hingga tercampur.
4. Sediaan di amati dengan Jasco FTIR 4200.
5. Data berupa grafik serapan FTIR.

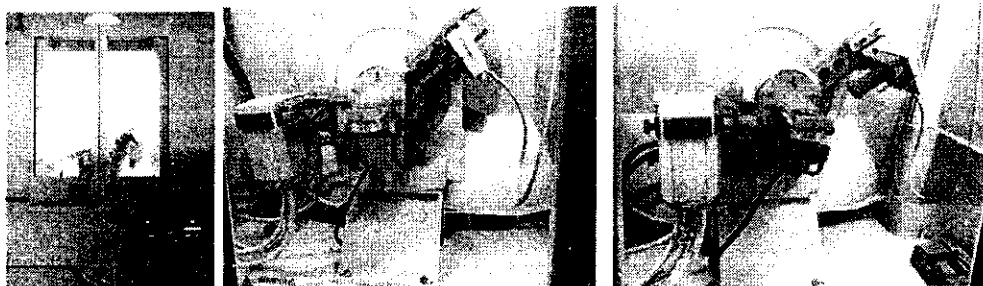


**Gambar 5. Gambar Alat FTIR**

## 2. Uji XRD

### Langkah Kerja :

1. Menyiapkan sampel yang akan diuji 1/10 gram (atau lebih).
2. Menggiling sampel menjadi bubuk halus.
3. Menempatkan di sampel holder.
4. Harus diperhatikan agar mendapatkan permukaan yang datar.
5. Sampel dianalisis dengan PANlithycal X'Pert Pro MPD.
6. Data yang diperoleh berupa grafik XRD.

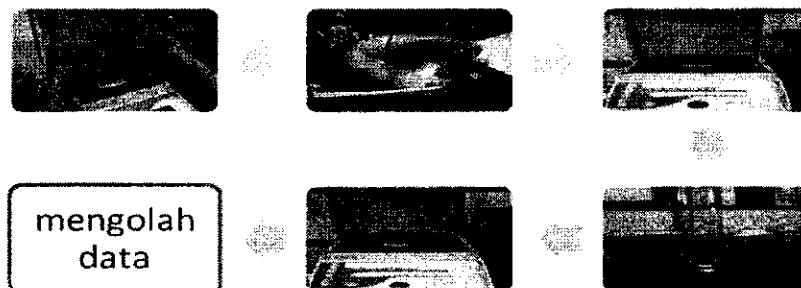


Gambar 6 Alat XRD PANlithycal X'Pert Pro MPD

## 3. Porositas dan densitas

### Langkah kerja :

1. Menimbang bahan seberat 0,3 gram
2. Mencampur dengan air 150  $\mu$ L
3. Menunggu hingga setting
4. Menimbang berat kering (Wk)
5. Mencilupkan dalam 6 ml air
6. Melihat selisih air ( $\Delta V$ )
7. Menimbang sampel basah (Wb)
8. Memasukkan data

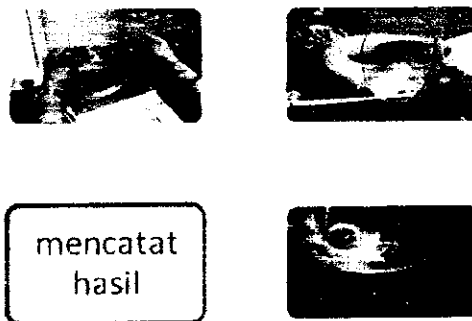


Gambar 7. Uji Porositas dan densitas

#### 4. *Setting time*

##### Langkah kerja :

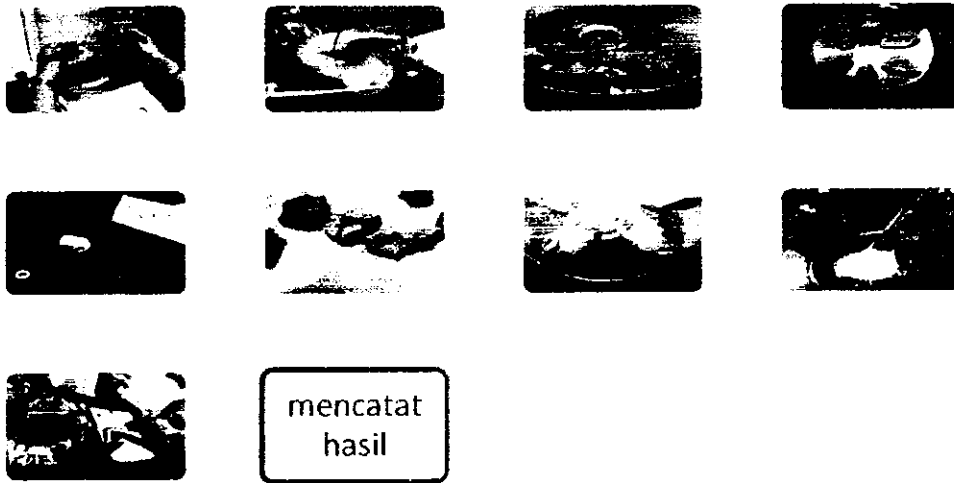
1. Menimbang bahan seberat 0,3 gram
2. Mencampur dengan air 150  $\mu$ L
3. Indikator setting dilihat dari ketika jarum pentul di ambil dari sampel, tidak merubah bentuk sampel (tidak menempel pada jarum pentul).



Gambar 8. Uji setting time

#### 5. Uji akurasi cetakan/reproduksi detail garis

1. Menimbang bahan seberat 0,3 gram
2. Mencampur dengan air 150  $\mu$ L
3. Indikator setting dilihat dari ketika jarum pentul di ambil dari sampel, tidak merubah bentuk sampel (tidak menempel pada jarum pentul).
4. Mengukur panjang, lebar dan tinggi balok antara benda yang dicetak dengan hasil cetakan dengan bahan cetak alginate dengan menggunakan jangka sorong



Gambar 9. Akurasi cetakan/reproduksi detail garis

### 6. Uji kekuatan Tekan

Langkah kerja uji tekan :

1. Mengukur panjang dan lebar sampel sebagai data luas permukaan (A).
2. Uji tekan dilakukan menggunakan alat autograph AG-10TE Shimadzu.
3. Uji tekan dilakukan hingga sampel retak.
4. Data yang diperoleh berupa gaya (F) dengan satuan kN.
5. Data diolah dengan rumus :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



Alat uji tekan



sampel yang sudah retak

Gambar 10. Proses uji tekan

### 7. Langkah kerja uji SEM :

1. Menyiapkan sampel berupa bahan cetak yang sudah *setting*.
2. Preparasi sampel dengan memotong sampel dan meletakkan pada sampel holder.

3. Sampel di lapisi dengan emas paladium.
4. Diamati dengan SEM Inspect S50.
5. Data berupa gambar SEM.



Gambar 11. Proses uji SEM

### 8. Uji Viskositas

Alat yg digunakan kinematic viskometer.

Satuan yang didapat cSt perlu dikonversi dengan rumus :

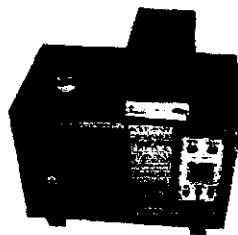
$$cPs = cSt \times \rho$$

Nama Sampel	cSt	cP
Sampel 1	36,7915	0,74
Sampel 2	27,7932	0,56

Keterangan :

Sampel 1 = alginat sintesis

Sampel 2 = alginat komersil



Gambar 12. Alat Viskometer kinematik

### 9. Uji Kadar Air

Alat: Shimadzu Libror EB-280 MOC

Electronic Moisture Balance

$$W \text{ Sigma} = \frac{W_{\text{awal}} - W_{\text{akhir}}}{W_{\text{akhir}}} = \frac{0,202 - 0,192}{0,192} \times 100\% = 5,208333\%$$

$$W \text{ sintesis} = \frac{W_{\text{awal}} - W_{\text{akhir}}}{W_{\text{akhir}}} = \frac{0,208 - 0,171}{0,171} \times 100\% = 21,637427\%$$

**Prosedur:**

1. Menimbang berat awal alginat



**Gambar 13. Penimbangan alginat**

2. Dimasukkan ke dalam alat bersuhu 300°C selama 3 menit



**Gambar 14. Alat Shimadzu Libror EB-280 MOC  
Electronic Moisture Balance**

3. Menimbang berat akhir
4. Menghitung berdasarkan rumus diatas
5. Alginat setelah diuji



**Gambar 15. Alginat setelah diuji**

## Lampiran 2

## Hasil Uji Porositas dan Densitas

Tabel densitas sampel bahan cetak

Sampel	Densitas	Porositas
Kontrol	6,75	1,82
F16+0	3,27	6,48
F16+1	3,35	6,42
F16+2	3,33	6,37
F16+3	3,26	6,62
F16+4	3,39	3,61

## Hasil MTT Assays

No.	Kontrol Sel	Kontrol Media	S0	S1	S2	S3	S4
1	0,143	0,094	0,112	0,12	0,103	0,113	0,102
2	0,146	0,083	0,107	0,105	0,104	0,116	0,113
3	0,167	0,113	0,131	0,129	0,138	0,131	0,129
4	0,162	0,111	0,134	0,123	0,133	0,125	0,126
5	0,119	0,067	0,09	0,082	0,087	0,084	0,096
6	0,157	0,106	0,12	0,119	0,131	0,125	0,129
7	0,13	0,07	0,09	0,09	0,092	0,094	0,1
8	0,133	0,085	0,092	0,103	0,105	0,113	0,103
<b>Rata-rata</b>	<b>0,1446</b>	<b>0,0773</b>	<b>0,1095</b>	<b>0,1089</b>	<b>0,1116</b>	<b>0,1126</b>	<b>0,1123</b>

$$\%Sel\ Hidup = \frac{Perlakuan + Kontrol\ Media}{Kontrol\ Sel + Kontrol\ Media} \times 100\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S0 = \frac{0,1095 + 0,0773}{0,1446 + 0,0773} \times 100\% = 84,2\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S1 = \frac{0,1089 + 0,0773}{0,1446 + 0,0773} \times 100\% = 83,9\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S2 = \frac{0,1116 + 0,0773}{0,1446 + 0,0773} \times 100\% = 85\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S3 = \frac{0,1126 + 0,0773}{0,1446 + 0,0773} \times 100\% = 85,7\%$$

$$\%Sel\ Hidup\ S4 = \frac{0,1123 + 0,0773}{0,1446 + 0,0773} \times 100\% = 85\%$$