

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Cetak

Bahan cetak merupakan bahan yang digunakan untuk membuat tiruan negatif dari rongga mulut, selanjutnya dapat dibuat model gigi darinya. Model gigi tersebut digunakan oleh dokter gigi sebagai model studi maupun model kerja. Untuk menghasilkan cetakan yang akurat, bahan yang digunakan untuk membuat tiruan dari jaringan intraoral dan ekstraoral harus memenuhi kriteria sebagai berikut. Pertama, bahan tersebut harus cukup air untuk beradaptasi dengan jaringan mulut serta cukup kental untuk tetap berada dalam sendok cetak. Kedua, selama di dalam rongga mulut bahan tersebut harus mengeras menyerupai karet dalam waktu tertentu, idealnya waktu pengerasan kurang dari tujuh menit. Cetakan yang mengeras tidak berubah atau sobek ketika dikeluarkan dari mulut, dan dimensi bahan harus tetap stabil sehingga bahan cor dapat dituang (Anusavice, 2004).

2.1.1 Klasifikasi Bahan Cetak

Menurut Gladwin (2009), klasifikasi bahan cetak adalah sebagai berikut:

a. Bahan cetak non elastis

1. Plaster

Plaster memiliki sifat-sifat yang sama sebagai produk gipsum yang digunakan untuk model dan gips kecuali rasa dan waktu *setting* yang lebih cepat. Ketika *setting*, plaster mempunyai struktur keras dan rapuh. Plaster digunakan untuk mencetak *edentulous ridge* dalam pembuatan gigi tiruan. Menurut

Tschinkel (2010), keuntungan dari bahan cetak ini adalah murah, mudah digunakan, tidak membutuhkan banyak alat, dan menghasilkan cetakan yang baik, namun kekurangannya adalah tidak efektif untuk daerah sempit sehingga cetakan sering pecah pada daerah tersebut.

2. *Wax and Impression compound*

a. *Wax*

Wax tersedia dalam berbagai bentuk (stik, strip, tabung, dll). Bahan cetak ini digunakan oleh beberapa dokter gigi untuk mengambil cetakan gigi tiruan penuh. Menurut McMillan (2000), *wax* memiliki koefisien ekspansi termal terburuk diantara semua jenis bahan cetak kedokteran gigi.

b. *Impression compound*

Menurut Rezaei (2004), bahan cetak ini adalah material termoplastik yang melunak jika dipanaskan dan membeku jika didinginkan. *Impression compound* mengandung resin, *wax*, *filler*, dan plastik. Tipe *low fusing* yang dapat melunak pada suhu rendah digunakan untuk *border molding* dan cetakan dengan *copper band*, tipe *medium fusing* yang melunak pada suhu sedang digunakan untuk cetakan primer pasien *edentulous*, dan tipe *high fusing* yang melunak pada suhu tinggi untuk membuat cetakan akhir.

3. *Zinc oxide eugenol (ZOE)*

Bahan cetak *ZOE* dibuat untuk materi yang keras dan rapuh yang membatasi kegunaannya yaitu untuk mencetak *edentulous ridge* dalam piranti lepasan. *ZOE* murah dan mudah digunakan dan pernah sangat populer. Bahan ini umumnya digunakan dalam *custom tray* untuk cetakan akhir dan gigi tiruan lengkap. Menurut Nawaz (2012), *ZOE* menjadi bahan cetak pilihan untuk

mencetak *edentulous ridge*, tetapi merupakan kontraindikasi untuk mencetak gigi yang tersisa karena rapuh dan non elastis ketika diaplikasikan.

b. Bahan cetak elastis dengan air

1. Alginat (*irreversible hydrocolloid*)

Alginat disebut bahan cetak *irreversible* karena setelah bereaksi dan berbentuk *gel*, alginat tidak dapat kembali menjadi sol. Alginat tidak seakurat bahan cetak *reversible hydrocolloid*. Menurut Mersky (2007), bahan cetak ini mudah digunakan, walaupun beberapa pasien tidak suka menggunakannya karena rasanya yang menurut mereka tidak enak.

2. Agar (*reversible hydrocolloid*)

Reversible hydrocolloid terbuat dari sebagian besar air dengan tambahan agar. Komponen lain dari bahan cetak ini adalah pewarna rasa, inhibitor cetakan, dan senyawa sulfat. Senyawa sulfat meningkatkan kekerasan model gipsium yang dituangkan ke dalam cetakan. Bahan ini sangat murah dan menghasilkan cetakan yang sangat akurat. Menurut Wassell (2002), bahan ini tidak umum lagi digunakan dalam kedokteran gigi karena kebutuhan sterilisasi yang mahal dan harus menggunakan sendok cetak *water cooled*.

c. Bahan cetak elastis tanpa air

1. *Polisulfida*

Bahan cetak *polisulfida* adalah bahan cetak karet elastomer tanpa air yang pertama kali dikembangkan untuk kedokteran gigi. Menurut Wassell (2002), polisulfida sudah tidak populer saat ini karena reaksi *setting* yang lama, sulit dalam penanganan, bau yang tidak enak, dan menghasilkan model yang umumnya lebih lebar atau lebih pendek dari gigi preparasi.

2. Silikon kondensasi

Bahan ini dibuat dari karet silikon yang umum digunakan di industri lain, bersifat hidrofobik, dan proses *setting*-nya merupakan hasil dari reaksi kondensasi. Pada bahan cetak ini sulit untuk menuangkan gips tanpa rongga dan gelembung udara, kemudian gips harus segera dituangkan tanpa penundaan. Menurut Markovic (2012), silikon kondensasi menunjukkan perubahan dimensi setelah *setting* yang disebabkan oleh *setting* yang lambat atau hilangnya alkohol sebagai produk sampingan dari reaksi *setting*.

3. Silikon adisi

Silikon adisi adalah jenis yang paling populer dari bahan cetak elastomer, terutama penggunaannya untuk membuat mahkota dan *bridge*. Bahan cetak silikon adisi juga disebut *polisiloksana vinyl* dan *polyvinylsiloxanes*. Menurut Beier (2007), keuntungan utamanya adalah tingkat polimerisasi *shrinkage* yang rendah, stabilitas dimensi yang tahan lama, ketahanannya tinggi, serta tidak memiliki sifat toksik atau menimbulkan alergi. *Polyvinylsiloxanes* memiliki detail dan elastisitas yang paling baik dibanding bahan cetak lainnya.

4. Polieter

Polieter dikembangkan pada akhir 1960 untuk digunakan sebagai bahan cetak gigi, hingga kini pengembangan bahan cetak polieter telah menghasilkan polieter dengan penambahan silikon yaitu *impregum clones*. *Impregum* adalah produk polieter paling populer. Menurut Gasser (2006), keuntungan bahan cetak *impregum* adalah efektif pada kondisi lembab, menghasilkan detail halus untuk protesa, tidak menimbulkan distorsi, tidak mahal, dan akurat untuk cetakan awal.

2.2 Alginat

Dulu bahan cetak dinamakan algin, yaitu suatu ekstrak lendir yang aneh yang didapatkan dari rumput laut (*algae*). 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, hidrokoloid ireversibel, atau bahan cetak alginat. Penggunaan umum bahan hidrokoloid ireversibel 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 (Anusavice, 2004).

Alginat berasal dari alga coklat yang merupakan tumbuhan laut. Alginat ini didasarkan pada asam alginat, yang berasal dari tanaman laut. Struktur dari asam alginat cukup kompleks. Beberapa molekul hidrogen pada gugus karboksil diganti dengan natrium, sehingga membentuk suatu garam larut dalam air, dengan berat molekul dari 20000-200000 mcg/ml. Garam asam alginat (diperoleh dari rumput laut) jika dicampur dengan air dalam proporsi yang tepat akan membentuk hidrokoloid ireversibel, suatu *gel* yang dipergunakan dalam pencetakan gigi geligi. Cetakan alginat harus dibuang dalam waktu 15–30 menit, karena selama penyimpanan lebih lanjut cetakan pasti menyusut karena penguapan air dari *gel* alginat. Asam alginat tidak larut dalam air, karenanya yang biasa digunakan dalam industri adalah natrium alginat (Anusavice, 2004; Kaban J *et al.*, 2006; Wostmann B, 2008; Ferracane JL, 2001; Noort Richard, 2002).



Gambar 2.1 Alga coklat
<http://nurfahmiakhmad96.blogspot.com> Accessed July, 2nd 2014

Alginat merupakan polisakarida linier yang disusun oleh residu asam β -D-*manuronat* dan α -L-*guluronat* yang dihubungkan melalui ikatan 1,4. Alginat menampilkan afinitas terhadap kation multivalen seperti Ca^{2+} dan mampu mengikat ion selektif dan kooperatif, sebuah proses yang mengarah ke pembentukan secara ionik (fisik) *gel* alginat yang terkait secara silang (Kaban J *et al.*, 2006; Sumawinata N, 1993; Pinhas MD, 2009).

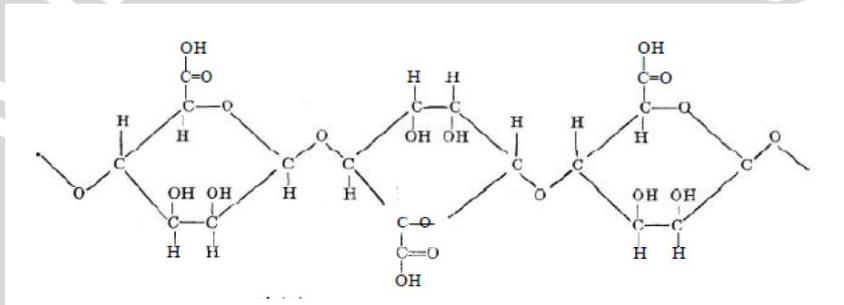
Bahan cetak alginat digunakan banyak oleh praktisi gigi dan mewakili bahan cetak yang paling umum digunakan dalam kedokteran gigi. Bahan cetak alginat banyak digunakan untuk membentuk model studi yang digunakan untuk merencanakan perawatan. Porositas dalam bahan cetak dapat mempengaruhi akurasi dari cetakan yang dihasilkan. Beberapa studi melaporkan bahwa bahan cetak porositas telah dikurangi dengan menggunakan perangkat pencampuran mekanis (Hamilton MJ, 2010; Powers JM, 2006).

2.2.1 Komposisi Alginat.

Komponen aktif utama dari bahan cetak hidrokoloid ireversibel adalah alginat yang larut air, seperti natrium, kalium, atau alginat trietanolamin. Proporsi yang tepat dari masing-masing bahan kimia yang digunakan bervariasi sesuai

dengan jenis bahan mentah yang digunakan. Bila bahan pengisi ditambahkan dengan jumlah yang tepat, akan dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan alginat, menghasilkan tekstur yang halus, dan dapat membuat permukaan *gel* padat dan tidak bergelombang (Anusavice, 2004).

Kalsium sulfat apapun dapat digunakan sebagai reaktor. Bentuk dihidrat umumnya digunakan, tetapi untuk keadaan tertentu hemihidrat menghasilkan waktu penyimpanan bubuk yang lebih lama serta kestabilan *gel* yang lebih memuaskan



Gambar 2.2 Struktur kimia alginat (Philips, 2003)

2.2.2 Sifat-Sifat Alginat Menurut Tarigan (1992)

- Sifat *rheology*: Alginat cukup encer untuk sanggup mencatat detil halus dalam mulut. Kurva viskositas-waktu menunjukkan waktu kerja yang cukup jelas, selama mana tidak terjadi perubahan kekentalan.
- Selama proses pengerasan bahan perlu diperhatikan agar cetakan jangan dibuka. Reaksi berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi sehingga bahan yang berkontak dengan jaringan mengeras lebih dahulu. Adanya tekanan yang diberikan pada *gel* oleh karena Bergeraknya sendok cetak akan menimbulkan tegangan pada bahan yang akan menyebabkan perubahan pada alginat setelah dikeluarkan dari dalam mulut.

- c. Bahan ini cukup elastis untuk dapat ditarik melewati *undercut*, walaupun demikian kadang-kadang bagian cetakan dapat patah bila melalui *undercut* yang dalam.
- d. Dimensi cetakan alginat tidak stabil pada penyimpanan, ini disebabkan oleh karena adanya *syneresis*.
- e. Dapat kompatibel dengan model *plaster* dan *stone*, beberapa alginat memberi permukaan yang berbukuk bila diisi dengan bahan model *dental stone* tertentu.
- f. Bahan tidak toksis dan tidak mengiritasi; rasa dan bau biasanya dapat ditoleransi.
- g. Waktu *setting* tergantung pada komposisi (misal kandungan trisodium fosfat) dan pada suhu pencampuran.
- h. Bubuk alginat tidak stabil disimpan pada ruangan yang lembab atau kondisi yang lebih hangat dari suhu kamar.

2.2.3 Sifat Fisika Alginat

Natrium alginat berwarna putih sampai kekuningan berbentuk tepung atau serat, hampir tak berbau dan berasa dengan kadar abu yang tinggi yang disebabkan karena adanya unsur natrium. Kandungan air yang tinggi disebabkan oleh pengaruh garam yang bersifat higroskopis. Kandungan air dalam alginat bervariasi bergantung pada kelembapan relatif dari lingkungannya (Yunizal, 2004).

a. Kelarutan

Natrium alginat larut dalam air dan mengental (larutan koloid), tidak larut dalam alkohol dan larutan hidroalkoloid dengan kandungan alkohol lebih dari

30% dan tidak larut dalam khloroform, eter dan asam dengan pH kurang dari 3 (Food Chemical Codex, 1981)

b. Pembentukan Gel

Alginate yang larut dalam air membentuk *gel* pada larutan asam karena adanya ion kalsium atau kation logam polivalen lainnya. Penggantian kation Na^+ lebih dari 35% dengan kation Ca^{2+} akan menghentikan pergeseran molekul dan terbentuk struktur *gel* yang stabil. Secara kasar penambahan Ca^{2+} pada konsentrasi rendah tidak menimbulkan perubahan *shear* dan membentuk *gel*, sedangkan jumlah Ca^{2+} yang tinggi menyebabkan perubahan *shear* dan membentuk *gel* kalsium alginate (Glicksman, 1983).

c. Viskositas

Viskositas dari larutan alginate dipengaruhi oleh konsentrasi, pH, bobot molekul, suhu dan adanya kation logam polivalen. Semakin tinggi konsentrasi atau bobot molekul maka semakin tinggi viskositasnya (Chapman, 1970). Viskositas larutan alginate akan menurun dengan pemanasan, meningkat lagi bila didinginkan kembali, kecuali dengan pemanasan pada suhu tinggi dan waktu relatif lama akan mengakibatkan degradasi molekul dan menyebabkan penurunan viskositas (Klose dan Glicksman, 1972). Larutan garam alginate menunjukkan sedikit perubahan viskositas pada kisaran pH 4-10, oleh karena itu alginate dengan kisaran pH tersebut biasa digunakan untuk industri makanan (Glicksman, 1983).

2.2.4 Kekuatan Bahan Cetak Alginate

Kekuatan maksimum dari *gel* dibutuhkan untuk mencegah fraktur atau memastikan cetakan tidak rusak saat dikeluarkan dari dalam mulut. Faktor-faktor saat manipulasi alginate sangat berpengaruh terhadap kekuatan *gel*. Jika air yang

digunakan terlalu banyak atau terlalu sedikit saat memanipulasi alginat, maka hasil cetakan menjadi kurang elastis. Begitu pula dengan cara pengadukan yang salah, akan menghambat waktu settingnya.

Menurut Combe (1992), untuk dapat memperoleh hasil cetakan yang baik, perlu memperhatikan cara manipulasi alginat yang benar. Bubuk alginat dikocok dahulu sebelum kemasan dibuka dan dipakai agar diperoleh distribusi yang merata. Pertama adalah perbandingan antara bubuk dan air. Karena setiap merek memiliki takaran pabrik yang berbeda, sehingga rasio bubuk dan air harus mengikuti petunjuk pabrik. Kemudian pastikan air yang digunakan adalah air dengan suhu kamar. Pencampuran dilakukan sampai homogen dengan cara menyebar bahan ke sekeliling dinding mangkuk karet. Setelah *setting*, alginat dikeluarkan dengan cepat untuk menjamin keadaan elastik yang paling baik kemudian disiram dengan air untuk menghilangkan saliva dan debris.

Selain itu, pemilihan sendok cetak juga dapat mempengaruhi hasil cetakan. Retensi pada sendok cetak diperoleh dengan memakai sendok yang berlubang-lubang atau memakai bahan adesif seperti *sticky wax* yang dicairkan atau *methyl cellulose*.

2.2.5 Stabilitas Dimensional Bahan Cetak Alginat

Bahan cetak harus akurat dan stabil dimensinya sampai proses pengecoran gipsu. Akurasi adalah kemampuan untuk mereproduksi ukuran yang benar dari cetakan, sedangkan stabilitas dimensi adalah kemampuan untuk mempertahankan keakuratan melewati waktu (Imbery, 2010). Ketika cetakan dikeluarkan dari dalam mulut dan terpapar udara suhu ruangan, alginat akan mengalami penyusutan dimana kandungan air didalamnya menguap yang disebut dengan sineresis. Perubahan suhu mempengaruhi perubahan dimensi

cetakan alginat. Alginat dapat mengalami sineresis karena perubahan suhu mulut (37°C) dan suhu ruangan (23°C). Sebaliknya, jika hasil cetakan direndam dalam air, alginat dapat menyerap air sehingga merubah dimensi ukuran alginat. Proses ini disebut dengan imbibisi.

Untuk mencegah terjadinya proses sineresis, maka hasil cetakan alginat segera diisi dengan gipsium atau bahan pengisi. Apabila pengisian ditunda, sebaiknya hasil cetakan dikemas dalam kemasan hampa udara atau disimpan di udara terbuka dengan kelembaban relatif 100% tetapi tidak boleh lebih dari satu jam. Sedangkan imbibisi dapat dicegah dengan cara merendam cetakan tidak lebih dari sepuluh menit (Lestari, 2008).

2.2.6 Lama Penyimpanan Alginat.

Temperatur penyimpanan dan kontaminasi kelembaban udara adalah dua faktor utama yang mempengaruhi lama penyimpanan bahan cetak alginat. Bahan yang sudah disimpan selama 1 bulan pada 65°C tidak dapat digunakan, karena bahan tersebut tidak dapat mengeras sama sekali atau mengeras terlalu cepat. Bahkan pada temperatur 54°C ada bukti kerusakan, karena alginat mengalami depolarisasi (Anusavice, 2004).

Bahan cetak alginat dikemas dalam kantong tertutup secara individual dengan berat bubuk yang sudah ditakar untuk membuat satu cetakan, atau dalam jumlah besar di kaleng. Bubuk yang dibungkus per kantong lebih diminati karena mengurangi kemungkinan kontaminasi selama penyimpanan. Sebagai tambahan, perbandingan air dengan bubuk yang tepat bisa dijamin, karena dilengkapi pula dengan takaran plastik untuk mengukur banyaknya air. Meskipun demikian, bubuk dalam kaleng lebih murah. Bila digunakan bubuk dalam kaleng,

penutup harus dipasang kembali dengan kencang begitu selesai digunakan sehingga meminimalkan kontaminasi kelembaban yang mungkin terjadi (Anusavice, 2004).

Tanggal kadaluarsa yang menyatakan kondisi penyimpanan harus dengan jelas dicantumkan oleh pabrik pembuat pada masing-masing kemasan. Pada keadaan apapun, lebih baik tidak menyimpan persediaan alginat lebih dari setahun dalam praktik dokter gigi dan simpan bahan tersebut pada lingkungan yang dingin kering (Anusavice, 2004).

2.2.7 Manfaat Alginat.

Ada tiga bentuk utama dari alginat yang sangat bermanfaat, yaitu natrium alginat, potasium alginat dan kalsium alginat. Natrium alginat adalah garam natrium dari asam alginat. Sementara kalium alginat adalah garam kalium dari asam alginat (Anusavice, 2004).

Umumnya kalsium alginat digunakan di rumah sakit karena memiliki daya serap yang kuat, menyerap banyak eksudat dengan cepat, menyediakan fasilitas kunci pada mikroorganisme untuk luka yang terinfeksi, bentuk gel yang menciptakan lingkungan yang lembab yang ideal untuk merangsang penyembuhan luka, tidak menempel pada luka, mengurangi rasa sakit, dan dapat dengan mudah terkelupas dari kulit (Anusavice, 2004).

Alginat merupakan bahan cetak yang penggunaannya paling luas dalam kedokteran gigi. Hal ini dikarenakan kemudahan penggunaannya, harga yang relatif murah, proses pengerasan yang cepat, serta keakuratan yang memuaskan (Jeddy, 2001).

Alginat dipakai menurut viskositasnya. Pada pembuatan geligi tiruan lengkap, jenis kekentalan tinggi dianjurkan untuk pembuatan cetakan

pendahuluan karena derajat kecermatan model yang dihasilkan tidak dituntut tinggi seperti yang diperlukan bagi model kerja yang akan digunakan untuk membuat geligi tiruan atau sewaktu membuat cetakan akhir yang bertujuan untuk mencatat seakurat mungkin bentuk mukosa sekaligus sulkus secara fungsional. Selain itu alginat juga dipakai untuk pencetakan pada pembuatan geligi tiruan sebagian lepasan, alat ortodontik, dan model studi. Akan tetapi, alginat tidak cukup akurat untuk pembuatan mahkota dan jembatan (Mitchell DA, 2005; Basker RM, 1994; Joseph WO, 2002).

2.2.8 Manipulasi Alginat Menurut Anusavice (2004)

- a. Mengukur perbandingan *powder* (bahan cetak alginat) dengan *liquid* (air) sesuai dengan takaran pabrik dan ukuran rahang yang akan dicetak menggunakan sendok takar.
- b. Perubahan suhu akan memberikan kontribusi pada stabilitas dimensional, agar cetakan alginat tidak mengalami penyusutan maka suhu ruangan yang dipakai adalah sekitar 23°C.
- c. Menuangkan air ke dalam mangkuk karet terlebih dahulu lalu campur dengan bahan cetak alginat untuk menghindari terjebaknya gelembung-gelembung udara dalam adonan bahan cetak.
- d. Mengaduk bahan cetak dan air dengan gerakan seperti angka 8 sambil adonan ditekan ke tepian mangkuk karet hingga adonan terlihat homogen (adonan berwarna, konsistensi lunak, dan permukaan halus).
- e. Mengaplikasikan adonan ke dalam sendok cetak RA/RB. Bila mencetak rahang atas, aplikasikan adonan ke dalam sendok cetak melalui bagian palatal (*posterior*) kemudian menyusuri bagian oklusal gigi ke arah *anterior* sendok cetak. Bila mencetak rahang bawah, aplikasikan adonan ke dalam

sendok cetak melalui bagian lingual lengkung gigi *anterior* kemudian menyusuri bagian oklusal gigi ke arah *posterior* sendok cetak.

2.3 Working Time

Alginat tipe *fast setting* memiliki *working time* selama 1,25 sampai dengan 2,00 menit, dimana waktu *setting* reguler bahan cetak alginat biasanya 3 menit, tetapi dapat juga sampai 4,5 menit dengan waktu pencampuran 45 detik tergantung merk bahan cetak alginat tersebut. Untuk tipe *fast setting*, waktu kerja yang tersisa selama 30 sampai dengan 75 detik sebelum cetak ditempatkan pada posisi mencetak. Untuk bahan reguler *setting*, waktu pencampuran selama 60 detik menyisakan 2 sampai 3,5 menit untuk bahan mengalami *setting* pada waktu 3,5 sampai dengan 5 menit (Christensen GJ, 2011; O'Brien, 2002).

Praktisi kedokteran gigi harus teliti memperhitungkan mengenai *working time* sebuah bahan cetak alginat, sehingga dapat melakukan manipulasi bahan dengan baik, dan menghasilkan cetakan dengan kualitas yang bagus (Gladwin M, 2009).

2.4 Setting Time

Setting time adalah waktu yang diukur dari mulai pencampuran bahan sampai bahan mengeras. Cara memodifikasi *setting time* alginat bisa ditentukan oleh beberapa faktor yaitu temperatur air, *W/P ratio* (rasio *Water to Powder*) dan bahan pengisi yang dipakai. Namun cara modifikasi tersebut banyak memberikan efek pada sifat *gel* seperti elastisitas, dan mempengaruhi kekuatan terhadap robekan. *Setting time* diperpanjang dengan menggunakan air dingin atau diperpendek dengan menggunakan air hangat. Penyesuaian bubuk dengan rasio

air dapat mempengaruhi pengerasan tetapi juga merugikan karena mempengaruhi sifat fisik oleh karena itu tidak dianjurkan (Sumawinata N, 1993; Hatrick CD, 2002).

Setting time alginat terbagi menjadi dua tergantung dari tipe alginat itu sendiri. Tipe yang pertama adalah *fast-setting alginate*, *setting time* alginat tipe *fast* berlangsung 1-3 menit setelah pencampuran bahan dengan air. Tipe yang umumnya digunakan adalah *normal-setting alginate* yang berlangsung 3-4,5 menit setelah pencampuran bahan. Dalam praktek dokter gigi, diperlukan kecenderungan untuk mengatur pengerasan dari bahan cetak alginat. Bahan cetak alginat merupakan bahan cetak yang mempunyai *setting time* yang dapat dimanipulasi. Salah satu alasan untuk memanipulasi *setting time* bahan cetak alginat adalah karena seringkali ada pasien tertentu yang mudah merasa mual saat alginat dimasukkan ke dalam mulut, sehingga dokter gigi harus mengetahui cara untuk mempercepat *setting time* dari alginat tersebut (Anusavice, 2004).

Reaksi *setting* merupakan sebuah reaksi kimia tipikal dan kisarannya dapat diperkirakan menjadi dua kali lipat dengan peningkatan suhu sebesar 10 °C. Namun demikian, penggunaan air yang lebih rendah dari suhu 18 °C atau lebih tinggi dari suhu 24 °C tidak disarankan untuk digunakan (Gambardella *et al.*, 2010).

Jumlah bahan memperlambat atau natrium fosfat harus disesuaikan dengan hati-hati untuk mendapat *setting time* yang tepat. Umumnya, bila kira-kira 15 g bubuk dicampur dengan 40 ml air, gelasi akan terjadi dalam waktu sekitar 3-4 menit pada temperatur ruangan (Anusavice, 2004).

2.4.1 Waktu Gelasi

Gelasi adalah perubahan dari *sol* menjadi *gel*. Reaksi khas *sol-gel* dapat digambarkan sebagai reaksi alginat larut air dengan kalsium sulfat dan pembentukan *gel* kalsium alginat yang tidak larut. Kalsium sulfat bereaksi dengan cepat untuk membentuk kalsium alginat tidak larut dari kalium atau natrium alginat dalam suatu larutan cair. Produksi kalsium alginat ini begitu cepat sehingga tidak menyediakan cukup waktu kerja. Jadi, suatu garam larut air ketiga, seperti trinitrium fosfat ditambahkan pada larutan untuk memperpanjang waktu kerja. Strateginya adalah kalsium sulfat akan lebih suka bereaksi dengan garam lain dibanding alginat larut air. Jadi, reaksi antara kalsium sulfat dan alginat larut air dapat dicegah asalkan ada trinitrium fosfat yang tidak bereaksi (Anusavice, 2004).

Waktu gelasi diukur dari mulai pengadukan sampai terjadi gelasi, harus menyediakan cukup waktu untuk mengaduk bahan, mengisi sendok cetak, dan meletakkannya di dalam mulut pasien. Sekali gelasi terjadi, bahan cetak tidak boleh diganggu karena fibril yang sedang terbentuk akan patah dan cetakan akan menjadi lebih lemah. Gelasi akan terjadi dalam waktu sekitar 3-4 menit pada temperatur ruangan. Gelasi adalah perubahan dari wujud *sol* menjadi *gel* (Rianti, 1998; Anusavice, 2004).

Kekuatan *gel* alginat meningkat beberapa menit setelah gelasi awal terjadi. Kebanyakan bahan alginat meningkat elastisitasnya dengan berlalunya waktu, yang meminimalkan distorsi bahan selama cetakan dibuka, sehingga dapat mencetak sempurna daerah *undercut*. Data tersebut secara jelas menunjukkan bahwa cetakan alginat tidak boleh dikeluarkan dari mulut

setidaknya 2-3 menit setelah terjadi proses gelasi, yang merupakan perkiraan waktu dimana bahan kehilangan sifat kelengketannya (Srivastava *et al.*, 2010).

Menentukan waktu gelasi adalah dengan mengamati waktu dari mulai pengadukan sampai bahan tersebut tidak lagi kasar atau lengket bila disentuh dengan ujung jari yang bersih, kering dan bersarung tangan. Dalam keadaan klinis, seringkali ada kecenderungan untuk mengubah waktu gelasi dengan mengganti rasio air terhadap bubuk atau waktu pengadukan. Modifikasi kecil ini dapat mempunyai efek yang nyata pada sifat gel, mempengaruhi kekuatan terhadap robekan dan elastisitas (Anusavice, 2004).

Cara lain yang dapat dilakukan secara aman adalah dengan mengubah temperatur air. Semakin tinggi temperatur, semakin pendek waktu gelasi. Pada cuaca panas, tindakan khusus harus dilakukan yaitu dengan mengaduk menggunakan air dingin sehingga gelasi prematur tidak terjadi. Bahkan ada kemungkinan mangkok pengaduk beserta spatula harus didinginkan lebih dulu, khususnya bila bahan cetak yang akan digunakan hanya sedikit. Pada keadaan apapun, lebih baik melakukan kesalahan dengan mengaduk terlalu dingin dibandingkan terlalu panas (Gambardella *et al.*, 2010).

2.5 Ubi Kayu (*Manihot utilisima*)

Tanaman ubi kayu termasuk ke dalam famili *Euphorbiaceae*. Tanaman ubi kayu merupakan tanaman *Monoecious* yang mempunyai tinggi beragam tergantung varietas dan ekologiannya. Macam varietas dicirikan terutama oleh sifat morfologi seperti tinggi tanaman, warna batang, warna daun, ukuran daun, warna umbi, dan lain-lain. Ubi kayu mempunyai kandungan pati yang tinggi di dalam

umbinya (Zuraida, 2010). Dengan berkembangnya teknologi, ubi kayu dijadikan sumber utama pembuatan pati (Susilawati *et al.*, 2008).

Berdasarkan sifat fisik dan kimia, ubi kayu merupakan umbi atau akar pohon yang panjang dengan rata-rata memiliki diameter 2-3 cm dan panjang 50-80 cm tergantung pada jenis ubi masing-masing. Ubi kayu memiliki kandungan karbohidrat sekitar 32-35% dan kadar pati sekitar 83,8% setelah diproses menjadi tepung (Susilawati *et al.*, 2008).

Ubi kayu atau singkong berasal dari Brazilia. Dalam sistematika tumbuhan, ubi kayu termasuk ke dalam kelas *Dicotyledoneae*. Ubi kayu berada dalam famili *Euphorbiaceae* yang mempunyai sekitar 7.200 spesies, beberapa diantaranya adalah tanaman yang mempunyai nilai komersial, seperti karet (*Hevea brasiliensis*), jarak (*Ricinus comunis* dan *Jatropha curcas*), umbi-umbian (*Manihot* spp), dan tanaman hias (*Euphorbia* spp) (Ekanayake *et al*, 1997).

Klasifikasi tanaman ubi kayu adalah sebagai berikut:

Kelas: *Dicotyledoneae*

Sub Kelas: *Arhichlamydeae*

Ordo: *Euphorbiales*

Famili: *Euphorbiaceae*

Sub Famili: *Manihotae*

Genus: *Manihot*

Spesies: *Manihot esculenta* Crantz



Gambar 2.3 Ubi Kayu
<http://ubikayuraksasa.blogspot.com/> Accessed May, 19th 2015

2.5.1 Komposisi Kimia Ubi Kayu

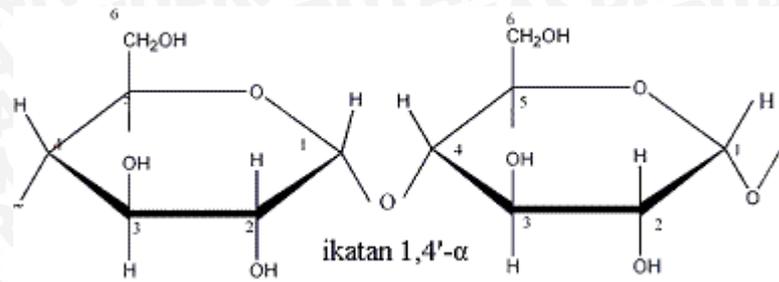
Nilai utama ubi kayu adalah karena nilai kalorinya yang tinggi. Ubi kayu segar mengandung 35-40% bahan kering dan 90% adalah karbohidrat. Jika kondisiedapoklimatik (iklim yang berkaitan dengan kondisi tanah) merupakan pembata seperti sekitar gurun Sahara di Afrika dan bagian timur laut Brasil. Ubi kayu biasanya merupakan sumber utama karbohidrat. Berdasarkan bobot segar, ubi kayu dapat menghasilkan 150 kkal/100gr bobot segar, dan berdasarkan hasil persatuan luas, ubi kayu dapat bersaing dengan tanaman bijian dalam hal kalori dan efisiensi tenaga kerja, ubi kayu merupakan sumber vitamin C yang baik, mengandung 30-35 mg/100 gr bobot segar dan biasanya rendah kandungan serat (1,4%) dan lemaknya (0,3%). Di samping varietas, umur panen, lingkungan agronomijuga dapat mempengaruhi komposisi kimia umbi ubi kayu (Wijandi, 1996).

2.5.2 Pati Ubi Kayu

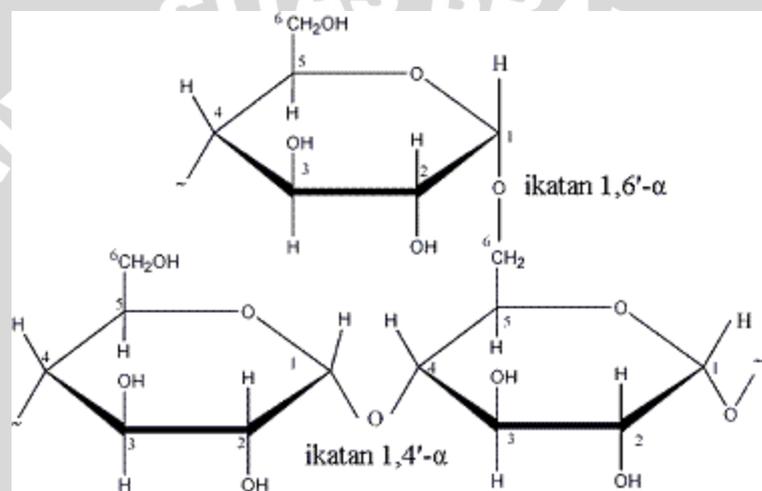
Starch atau pati merupakan polisakarida hasil sintesis dari tanaman hijau melalui proses fotosintesis. Komposisi utama pada pati umumnya terdiri dari amilosa dan amilopektin dan sisanya komponen minor seperti air, abu, protein dan lemak. Perbedaan rasio amilosa dan amilopektin dalam pati berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia pati (Murtiningrum *et al.* 2012).

Pati dengan kandungan amilosa tinggi, memiliki kemampuan menyerap air dan mengembang lebih besar karena amilosa memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen yang lebih besar daripada amilopektin. Selain itu pati dengan kandungan amilosa tinggi bersifat kurang rekat dan kering, sedangkan pati yang memiliki kandungan amilopektin tinggi bersifat rekat dan basah (Murtiningrum *et al.* 2012).

Tinggi rendahnya rasio amilosa dan amilopektin di dalam pati sangat berpengaruh penting dalam aplikasi produk yang dihasilkan. Pati dengan kadar amilosa tinggi banyak digunakan untuk berbagai produk seperti pada *biodegradable* film yang berfungsi sebagai substrat enzim maupun sebagai pengikat dalam pembuatan tablet, sedangkan pati *free amylose* sangat diperlukan untuk bahan makanan bayi dan kertas film. Pati dengan kandungan amilopektin tinggi sangat sesuai untuk bahan roti dan kue karena sifat amilopektin yang sangat berpengaruh terhadap *swelling properties* (sifat mengembang pada pati) (Murtiningrum *et al.* 2012).



Gambar 2.4 Struktur kimia amilosa
 Sumber: kimia.upi.edu Accessed July, 2nd 2014



Gambar 2.5 Struktur kimia amilopektin
 Sumber: kimia.upi.edu Accessed July, 2nd 2014

2.5.3 Bahan Cetak Alginat Campuran Pati Ubi Kayu

Alginat dan pati ubi kayu sama-sama mengandung polisakarida sehingga dapat dilakukan modifikasi pada kedua bahan tersebut. Polimer amilosa dan amilopektin yang dimiliki pati ubi kayu dapat ditambahkan pada bahan cetak alginat. Selain itu menurut ANSI/ADA No.18/1992 dan ISO 1563/1978, alginat sudah memenuhi persyaratan biokompatibilitas sehingga tidak berbahaya bila digunakan di dalam mulut pasien, begitu pula dengan pati ubi kayu yang sudah memenuhi syarat FAO (*Food Agricultural Organization*) sebagai bahan yang dapat dikonsumsi oleh manusia (Febriani, 2012).

Penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat standar mendapatkan hasil pengujian stabilitas dimensi yang masih memenuhi standar ANSI/ADA no.18/1992. Stabilitas dimensi bahan cetak alginat yang ditambah pati ubi kayu memiliki nilai stabilitas dimensi yang lebih lama dari pada bahan cetak alginat standar (Febriani, 2012).

2.5.4 Pengaruh Penambahan Pati Ubi Kayu Pada Bahan Cetak Alginat

Secara Mikroskopis

a. Stabilitas dimensi

Stabilitas dimensi bahan cetak alginat dipengaruhi oleh peristiwa sineresis dan imbibisi. Sineresis adalah suatu keadaan dimana bahan cetak alginat, saat berbentuk gel akan mengalami kehilangan air karena proses penguapan dari permukaan bahan cetak atau keluarnya air dari alginat. Bila proses sineresis dan imbibisi terjadi maka mengakibatkan perubahan stabilitas dimensi dari bahan cetak alginat (Phillips, 2003). Sedangkan imbibisi adalah proses penyerapan air saat bahan cetak alginat ditambah dengan air. Pada proses penambahan pati ubi kayu dengan alginat kemudian ditambahkan dengan air, mengakibatkan terjadinya pelepasan gugus karboksil dari bahan cetak alginat dan akan berikatan secara *cross-link* dengan gugus radikal bebas dari cabang struktur amilopektin pati ubi kayu melalui media air (M Darvell, 2000).

b. Fleksibilitas

Menurut Craig (2006), kekenalan bahan cetak alginat berhubungan erat dengan kandungan bubuk silika, bubuk silika sangat berguna untuk mengontrol konsistensi bahan cetak alginat, selain adanya peran bubuk silika, kemungkinan lain yang dapat terjadi dimana bubuk silika bila bereaksi dengan air akan menempati suatu ruang interlamelar. Secara mikroskopik tidak terlihat perubahan

struktur akibat penambahan pati ubi kayu pada bahan cetak alginat yang dapat mempengaruhi kekenyalan algina, kekenyalan bahan cetak alginat dipengaruhi oleh bubuk silika.

c. Deformasi permanen

Deformasi permanen dipengaruhi ketepatan proses melepaskan bahan cetak alginat dari cetaka yang digunakan. Pada bahan cetak alginat kemasan yang ditambah dengan pati ubi kayu tidak menimbulkan perubahan nilai deformitas permanen, kemungkinan disebabkan proses penambahan pati ubi kayu dalam alginat yang ditambahkan dengan air menyebabkan gugus kation atau garam monovalen pada alginat tetap mengalami pengendapan sehingga viskositas larutan alginat dapat tetap dipertahankan (Craig, 2006).

d. *Compressive strength* dan *tear strength*

Menurut Darvel (2000), kekuatan mekanik alginat sangat dipengaruhi struktur interseluler *gel* matrik alginat, struktur interseluler *gel* matrik alginat mengandung ion sodium, ion kalsium, ion magnesium, ion stronsium, dan ion barium. Bila pati ubi mempengaruhi struktur interseluler matrik *gel* alginat berarti dapat memperlemah kekuatan *gel* bahan cetak alginat, tentunya hal ini juga memperlemah *compressive strength* dan *tear strength*. Secara mikroskopik tidak terlihat perubahan struktur akibat penambahan pati ubi kayu pada bahan cetak alginat yang dapat mempengaruhi bahan cetak alginat, secara mikroskopik hanya terjadi ikatan secara fisik bukan terjadi ikatan secara kimia, hal ini terlihat dengan tidak adanya perubahan pada struktur *birefringence* yang ada pada struktur pati ubi kayu.

Struktur *birefringence* menunjukkan orientasi dari elemen struktur kristalin di dalam granula pati ubi kayu. Bila terjadi perubahan pola *birefringence* maka

akan terjadi perubahan sifat kristalinitas pati ubi kayu, terutama pada struktur bagian luar amilopektin (Pomeranz,1991).



