

ALGINATE IMPRESSION VS ALGINATE IMPRESSION PLUS CASSAVA STARCH: ANALISIS GAMBARAN MIKROSKOPIK

Mirna Febriani
Staf Pengajar IMTKG, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prof. DR. Moestopo(B), Jakarta

ABSTRACT

Backgrounds. Alginate impression material is a material to make impression of teeth and oral cavity. The result will be reproduced by gypsum type III. Alginate impression material can modify with cassava starch with ratio 1:1. The major composition is algin or alginic acid and cassava starch composition are amylose 25 % and amylopectin 75 %. **Material and methods.** Alginate impression type normal setting, cassava starch, aquadestilata, light microscope and polarization microscope. **Result.** Microscopic structure alginate impression with light microscope showed that birefringence structure less than birefringence structure alginate impression with cassava starch. When the structure is changed, the crystallite of cassava starch will be changed. **Conclusions.** The added cassava starch to alginate impression microscopically will not form a new chemical compound, will not change the molecule structure of alginate impression, without any chemical reaction between alginate impression with cassava starch and only produce the physical bond.

Key word: Alginate impression material, cassava starch

Bahan cetak alginat merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Bahan cetak alginat berfungsi sebagai reproduksi negatif dari gigi dan jaringan rongga mulut. Hasil cetakan yang diperoleh dicor dengan gips sehingga diperoleh model kerja atau model studi yang merupakan replika dari gigi dan jaringan rongga mulut.^{1,2}

Bahan cetak alginat memiliki komposisi utama berupa algin yang dikenal dalam bentuk asam alginat atau alginat. Algin sudah banyak ditemukan di beberapa daerah di Indonesia tetapi pemanfaatannya hanya terbatas pada bidang industri terutama untuk pangan, obat-obatan, bahan kosmetika dan tekstil, sedangkan pada bidang kesehatan terutama bidang kedokteran gigi belum ada puskanya.

Pati ubi kayu memiliki komposisi sebagian besar terdiri dari polisakarida yang diekstraksi dari bahan-bahan nabati yang ada di dalam pati ubi kayu dengan kandungan terbesar berupa karbohidrat yang merupakan polisakarida.² Pemilihan kombinasi alginat dan bahan pengisi yang tepat akan menghasilkan permukaan dengan kualitas dan detil yang baik.

Febriani (2001), telah mengupayakan modifikasi bahan cetak alginat dengan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) terhadap hasil reproduksi detil cetakan gips tipe III dengan menggunakan alat uji reproduksi detil sesuai ISO 1563/78. Hasil uji yang didapat sampai dengan perbandingan bahan cetak alginat dengan pati ubi kayu 50 % : 50 % memberikan hasil cetakan yang akurat.

Bubuk Alginat

Alginat adalah suatu istilah umum untuk senyawa dalam bentuk garam dan turunan asam alginat. Menurut Merek

Indeks (1976), alginat merupakan polisakarida yang berbentuk gel yang diekstraksi dari alga coklat atau gulma rumput laut. Definisi diatas diperjelas oleh Glickman (1983), bahwa asam alginat digambarkan berupa karbohidrat yang membentuk koloid hidrofilik yang diekstraksi dengan garam alkali dari bermacam-macam jenis alga laut coklat.³

Alginat dan pati ubi kayu sama-sama mengandung polisakarida, sehingga sangat mungkin dilakukan modifikasi pada kedua bahan tersebut.

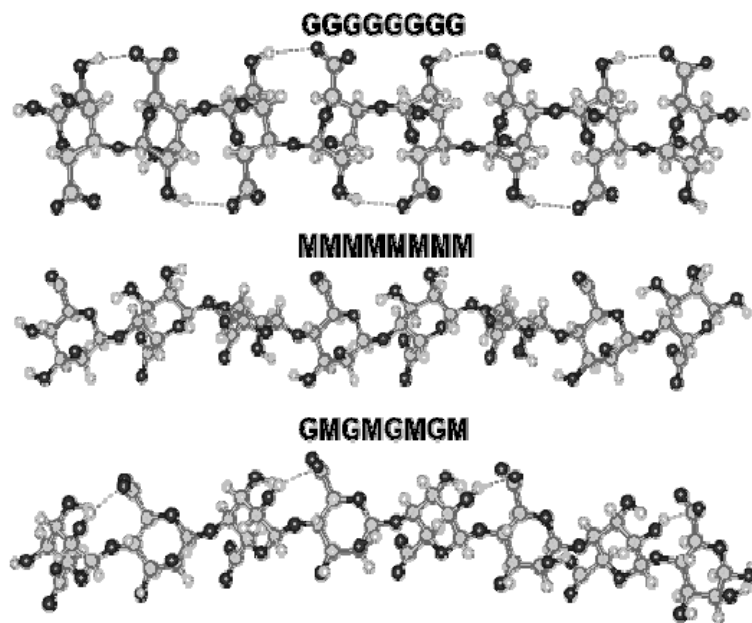
Jenis rumput laut atau alga coklat yang paling banyak tersebar di sepanjang perairan Indonesia adalah *Sargasum sp* dan *Turbinaria sp*. Jenis rumput laut atau alga coklat yang potensial sebagai penghasil alginat di Indonesia antara lain:

1. *Sargasum polycystum*, tumbuh pada substrat kayu atau benda keras lainnya, di daerah rata-rata terumbu. Terdapat dengan sebaran yang meluas di perairan Indonesia. Rumput laut ini ditemukan di pantai Pangandaran, Jawa Barat.
2. *Sargasum crassifolium*, tumbuh pada substrat dasar batu di daerah yang terkena ombak. Sebaran agak meluas di perairan Indonesia, pantai selatan Jawa dan selat Sunda.
3. *Turbinaria conoides*, terdapat di pantai berbatu dan paparan terumbu, menempel pada batu, tersebar luas di perairan Indonesia.
4. *Hormophysa triquetra*, hidup menempel pada batu dengan alat melekatnya berbentuk cakram kecil. Rumput laut coklat ini hidup bercampur dengan *Sargasum* dan *Turbinaria* di daratan terumbu yang tersebar luas di perairan Indonesia.

Struktur Alginat

Asam alginat merupakan komponen organik yang tersusun dari polimer asam D-mannuronat, yang ditemukan oleh Crether dan Nelson (1930). Pada tahun 1955 Fisher dan Dorfel menemukan asam L- guluronat dan asam D- manuronat pada asam alginat, dengan menggunakan metode hidrolisis asam parsial yang menguraikan asam alginat dan mengisolasi *crystalline mannosylgulose*. Asam alginat merupakan poliguluron yang mengandung asam D- manuronat dan l-

guluronat dengan ikatan β 1-4^{3,4,5} Asam alginat menurut Braden (1990) secara umum merupakan suatu kopolimer dari sisa – sisa dua macam “ *acid sugar* ” yang berhubungan erat, dan diberi label “ M ” dan “ G ” , yang membedakan keduanya hanya pada posisi rantai karbosilat. Dalam rantai polimer akan terjadi tiga macam regio yang dapat ditemukan dalam tiap rantai dan tergantung pada sumber rantainya yaitu - MMMMM- , - GGGGG- dan - MGMGMGM- .⁴



Gambar 1.: Struktur molekul asam alginat

Sifat Fisiko Kimia Alginat

Tseng (1947) menegaskan bahwa asam alginat tidak larut dalam air dingin dan sedikit larut dalam air panas, akan tetapi larut dalam alkohol, eter dan gliserol. ⁴ Garam-garam asam alginat seperti K,Na,H^+,NH_4,Ca,Na , dan propilen glikol alginat larut dalam air dingin dan air panas serta membentuk larutan yang stabil, yang disebabkan terlepasnya anion karbosilat.³ Faktor-faktor fisika yang mempengaruhi sifat-sifat kelarutan alginat adalah suhu, konsentrasi, ukuran polimer, dan adanya pelarut dari air destilasi. Sedangkan faktor kimia adalah pH, sequestran, garam monovalen dan kation polivalen.⁵

Polisakarida dari alga laut adalah alginat, agar-agar, karagenan dan fucelaran dapat membentuk gel dibawah kondisi khusus. Larutan alginat bereaksi dengan kation-kation divalen dan trivalen membentuk gel. Gel akan terbentuk pada suhu kamar sampai $100^{\circ}C$ dan gel tersebut tidak dapat mencair dengan pemanasan.

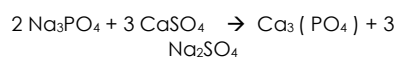
Alginat sebagai bahan cetak

Dalam bidang kedokteran gigi, alginat adalah suatu bahan cetak golongan *irreversible,hydrocolloid* yang bersifat elastis. Berbagai tulisan telah dipublikasikan mengenai bahan alginat baik mengenai komposisinya, indikasi pemakaiannya maupun faktor-faktor kegagalannya.

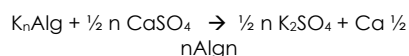
Komposisi bahan cetak alginat dan reaksi kimia

Bahan cetak alginat adalah garam dari asam alginat yang dapat larut seperti Na, K atau ammonium alginat. Bahan-bahan tersebut dijumpai pada lumut laut atau alga laut. Garam alginat bereaksi dengan ion Ca dari $CaSO_4$, sehingga terbentuk Ca alginat yang tidak larut.³ Sebagai bahan penghambat reaksi digunakan garam biasanya Na_3PO_4 . Pada pencampuran bubuk dan air terbentuklah sol, dan alginat, garam kalsium serta fosfat mulai larut. Hal tersebut sebenarnya tidak dikehendaki karena bahan seharusnya berubah menjadi plastis dan bukan elastis sewaktu hendak dimasukkan ke dalam mulut.^{6,7,8,9}

Penbentukan gel dihalangi oleh trisodium fosfat yang bereaksi dengan kalsium sulfat menghasilkan endapan kalsium fosfat, sebagai berikut : ^{1,2}



Setelah semua trisodium sulfat habis, maka ion kalsium akan bereaksi dengan potassium alginat menghasilkan potassium sulfat dan kalsium alginat yang bersifat elastis.



Pembentukan gel pada bahan cetak alginat sangat berhubungan dengan proporsi rantai L-Guluronat. Reaksi kimia yang terjadi pada saat pembentukan garam natrium sama dengan reaksi pembentukan garam potassium (gambar: 13). Dalam bahan cetak alginat, kalsium sulfat dihidrat, *soluble alginate*, dan sodium fosfat terdapat dalam bubuk alginat. Saat air ditambahkan pada bubuk alginat, ion kalsium dari kalsium sulfat bereaksi dengan ion fosfat dari sodium fosfat dan pirofosfat dari kalsium fosfat yang tidak larut.⁸

Selanjutnya kalsium fosfat akan terbentuk lebih dahulu dibandingkan kalsium alginat, hal ini disebabkan tingkat kelarutan kalsium fosfat yang lebih rendah dibandingkan kalsium alginat. Sodium fosfat yang ada pada bahan cetak alginat disebut sebagai retarder dan akan mempengaruhi proses *working time* saat pencampuran air dengan bahan alginat.⁸

Setelah ion fosfat habis, ion kalsium akan bereaksi dengan *soluble alginate* untuk membentuk kalsium alginat yang tidak larut, yang selanjutnya akan bersama-sama dengan air membentuk kalsium alginat gel yang *irreversible*, dan kalsium alginat tidak dapat berubah menjadi bentuk sol setelah terjadi pembentukannya gel.

Sifat fisik bahan cetak alginat

Working time, berdasarkan ANSI/ADA No.18/1992 waktu pengerasannya, ada dua tipe yaitu *fast set* tidak kurang dari 1,25 menit dan *regular set* tidak kurang dari 2 menit.^{1,2} *Setting time*, menurut ANSI/ADA No.18/1992, tipe *fast set* sekitar 1-2 menit sedangkan tipe *regular set* sekitar 4,5 menit.^{1,2} Deformasi permanen, menurut ANSI/ADA No.18/1992, kurang dari 3 % pada daerah undercut selama 30 detik.^{1,2,7} Fleksibilitas, menurut ANSI/ADA No.18/1992, umumnya 4 % - 15 %.⁷ Stabilitas dimensi, bila didiamkan selama 30 menit, bahan cetak alginat yang baik tidak berubah. *Compressive strength*, menurut ISO 1563/78, tidak boleh lebih dari 0,30 MPa.⁷ *Tear strength*, menurut ANSI/ADA No. 18/1992, 3,8 - 4,8 N / cm². Reproduksi detil, bahan cetak alginat harus dapat merekam detil dengan baik pada alat uji dengan kedalaman 0,075 mm.⁷

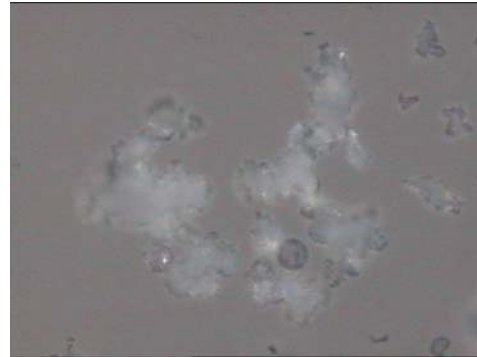
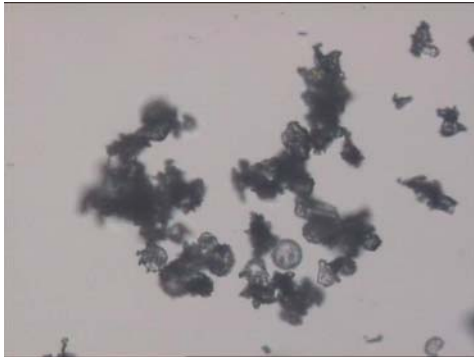
Pati Ubi Kayu (*Manihot utilisima*) sebagai bahan campuran Alginat

Ubi kayu (*Manihot utilisima*) termasuk *family Euphorbiaceae*. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0 - 1500 meter diatas permukaan laut dan pada daerah sekitar $30^{\circ}LU - 30^{\circ}LS$. Pati ubi kayu terdapat pada bagian tengah dari ubi kayu.¹⁰

Komponen pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) berupa granula yang berwarna putih dan ukuran diameter antara 5 - 35 mikron, rata-rata 17 mikron. Granula tersebut

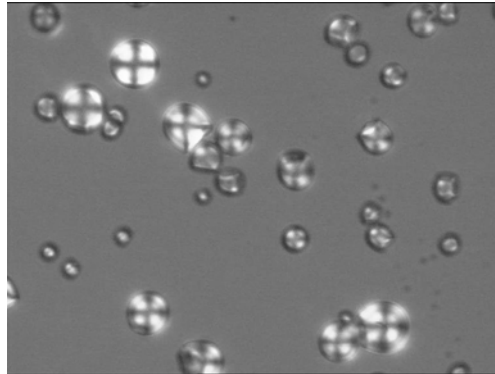
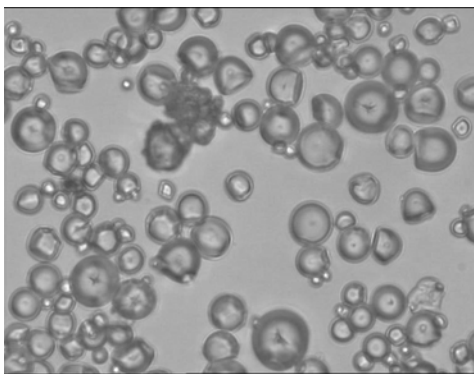
sering berbentuk mangkuk dan padat. Pati ubi kayu sebagian besar terdiri dari karbohidrat yaitu amilosa 25 % dan

amilopektin 75 %. Bila dipanaskan pati ubi kayu akan menjadi gel yang lunak.^{11,12,13}



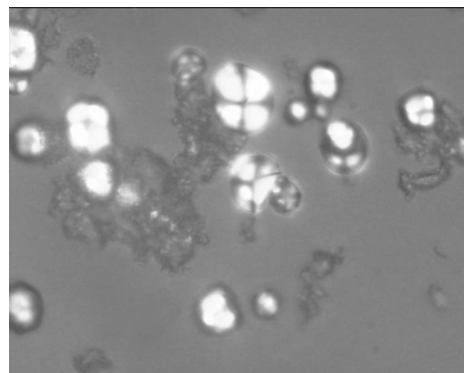
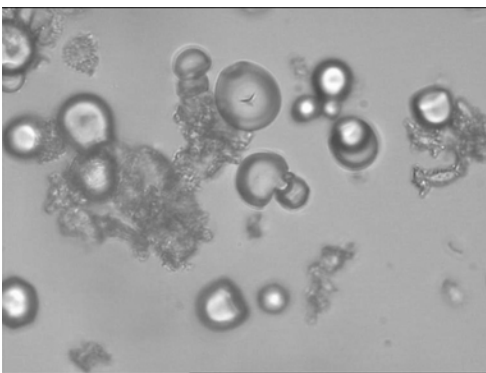
(a) b)

Gambar 2: Molekul alginat dengan mikroskop cahaya biasa (a) dan molekul alginat dengan mikroskop cahaya terpolarisasi (b).¹⁴



(a) b)

Gambar 3: Molekul pati ubi kayu dengan mikroskop cahaya biasa (a) dan molekul Pati ubi kayu dengan mikroskop cahaya terpolarisasi (b).¹⁴



(a) b)

Gambar 4: Molekul bahan cetak alginat + pati ubi kayu dengan mikroskop cahaya biasa (a) dan molekul bahan cetak alginat + pati ubi kayu dengan mikroskop cahaya terpolarisasi (b).¹⁴

Pengaruh penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat

1. Stabilitas Dimensi

Menurut Craig (2006), perubahan dimensi bahan cetak alginat berhubungan dengan kontraksi yang terjadi selama proses pengerasan atau *setting time* dari bahan cetak alginat, ini berhubungan dengan *cross-linking* yang terjadi didalam rantai polimer atau diantara rantai polimer alginat. Selain kontraksi, faktor lain yang dapat mempengaruhi perubahan dimensi atau stabilitas dimensi adalah proses pengerutan atau *shrinkage* yang dapat menyebabkan hilangnya komponen air.³

Bahan cetak alginat dapat mengembang jika terjadi penyerapan air dan bahan cetak alginat dapat berubah jika bahan cetak alginat mengeras. Faktor lain yang juga mempengaruhi stabilitas dimensi bahan cetak alginat adalah *distortion* atau *creep* yang akan terjadi jika bahan cetak alginat tidak mengalami *recovery elastic* atau perubahan elastisitas saat bahan cetak alginat mengeras dan *undercut* dihilangkan.²

Menurut Phillips (1991), 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 alginat atau keluarnya air dari bahan cetak alginat. Bila proses sineresis dan imbibisi terjadi, maka mengakibatkan perubahan stabilitas dimensi dari bahan cetak alginat.^{1,2}

Sedangkan imbibisi adalah proses penyerapan air saat bahan cetak alginat ditambah dengan air. Pada proses penambahan pati ubi kayu dalam bahan cetak alginat yang 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, keadaan ini sesuai dengan teori menurut Tseng (1974) dan Glickman (1983).¹⁵

Pendapat lain dikemukakan oleh Balagopan (1998), pati ubi kayu memiliki viskositas yang tinggi, kecenderungan retrogradasi rendah dan stabilitas solnya bagus serta kandungan air yang rendah. Karena kandungan air pati ubi kayu yang rendah kemungkinan tidak mempengaruhi stabilitas dimensi bahan cetak alginat yang ditambah pati ubi kayu.¹⁰ Secara mikroskopik tidak terlihat perubahan struktur akibat penambahan pati ubi kayu pada bahan cetak alginat yang dapat mempengaruhi stabilitas dimensi bahan cetak alginat.

2. Fleksibilitas

Menurut Phillips (1991), *diatomaceous earth* yang terdapat dalam bahan cetak alginat berfungsi sebagai *filler* atau bahan pengisi, yang dapat menambah

strength atau kekuatan dan *stiffness* atau kekakuan dari alginat yang berbentuk gel.^{1,2} Tanpa filler, pembentuk gel menjadi keras dan bahan cetak alginat menjadi lengket.

Menurut Craig (2006), kekenyalan atau fleksibilitas bahan cetak alginat berhubungan erat dengan kandungan bubuk silika atau *diatomaceous earth*, bubuk silika atau *diatomaceous earth* sangat berguna untuk mengontrol konsistensi bahan cetak alginat, selain adanya peran bubuk silika atau *diatomaceous earth*, kemungkinan lain yang dapat terjadi, dimana bubuk silika yang secara teori memiliki rumus kimia $(OH)_4Si_6Al_4O_{20}.nH_2O$ bila bereaksi dengan air akan menempati suatu ruang interlamelar.^{3,4}

Menurut Darvell (2000), fleksibilitas alginat sangat dipengaruhi struktur interselular gel matrik alginat. Struktur interselular gel matrik akan berbeda untuk berbagai tipe algae yang menghasilkan alginat. Bila kandungan asam guluronat tinggi, akan memberikan tekstur yang lebih fleksibel.¹⁴ Secara mikroskopik tidak terlihat perubahan struktur akibat penambahan pati ubi kayu pada bahan cetak alginat yang dapat mempengaruhi kekenyalan bahan cetak alginat, kekenyalan bahan cetak alginat dipengaruhi komposisi *diatomaceous earth* atau bubuk silika.

3. Deformasi Permanen

Teori menurut Craig (2006) deformasi permanen dipengaruhi ketepatan proses melepaskan bahan cetak alginat dari cetakan yang digunakan.³ Pada bahan cetak alginat kemasan yang ditambah pati ubi kayu (*Manihot utilisima*), penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) dalam bahan cetak alginat tidak menimbulkan perubahan nilai deformasi permanen, kemungkinan disebabkan proses penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) dalam bahan cetak alginat yang ditambahkan dengan air, menyebabkan gugus kation atau garam monovalen pada bahan cetak alginat tetap mengalami pengendapan sehingga viskositas larutan alginat dapat tetap dipertahankan.

Selain itu kemungkinan rantai cabang amilopektin pada pati ubi kayu tidak menghambat gugus kation atau garam monovalen untuk melakukan proses pengendapan dan tidak terjadi ikatan antara garam monovalen maupun gugus kation dengan rantai cabang amilopektin pati ubi kayu^{14,17,18} walaupun telah terjadi penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat. Bila viskositas bahan cetak alginat dapat dipertahankan berarti kemungkinan terjadinya deformasi permanen yang kurang dari standar ANSI/ADA no.18/1972 atau kurang dari 95 % tidak akan terjadi.

Penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat tidak menyebabkan perubahan reaksi garam monovalen atau kation pada struktur molekul asam manuronat dan asam guluronat yang

dapat mempengaruhi deformasi permanen pada bahan cetak alginat. Secara mikroskopik tidak terlihat perubahan struktur akibat penambahan pati ubi kayu pada bahan cetak alginat yang dapat mempengaruhi deformasi permanen bahan cetak alginat dan tidak terjadi perubahan viskositas pada bahan cetak alginat.

4. Compressive strength dan tear strength.

Penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat kemasam dapat mempengaruhi adanya perbedaan yang bermakna pada nilai *compressive strength*, hal ini disebabkan adanya perbedaan kekenyalan pada bahan cetak alginat kemasam dan bahan cetak alginat yang ditambah pati ubi kayu yang mempengaruhi kekuatan atau *strength* bahan cetak alginat.

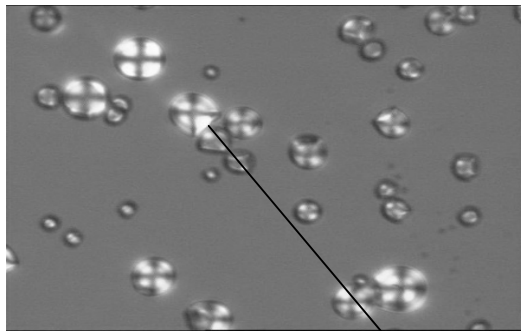
Selain hal tersebut, penambahan pati ubi kayu pada bahan cetak alginat mempengaruhi peran kalsium klorida sebagai reaktor dan *diatomaceous earth* sebagai bahan filler, keberadaan pati ubi kayu dapat memperlemah kekuatan atau *strength* bahan cetak alginat kemasam, disebabkan terhambatnya aktivitas kalsium klorida sebagai reaktor dan *diatomaceous earth* sebagai bahan filler.

Menurut Darvell (2000), struktur dan *strength* atau kekuatan bahan cetak alginat tergantung pada konsentrasi relatif dari molekul polisakarida dan adanya ion-ion *cross-linking*.¹⁴ Struktur dan *strength* atau

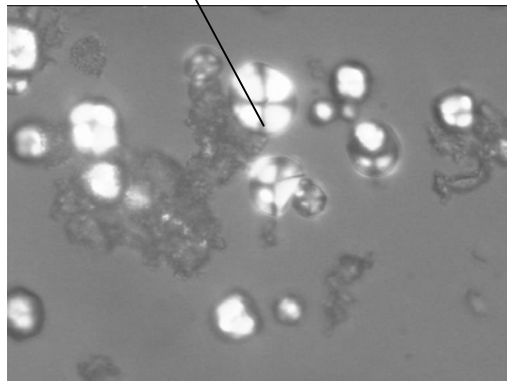
kekuatan bahan cetak alginat diperlukan untuk filtrasi alginat dengan kalsium. Hal ini juga dapat dihubungkan dengan nilai *compressive strength* dan *tear strength* pada bahan cetak alginat yang ditambah pati ubi kayu, penambahan pati ubi kayu juga dapat mempengaruhi konsentrasi relatif molekul polisakarida sehingga ion-ionnya tidak dapat berikatan *cross-linking* dengan baik.

Menurut Darvell (2000), kekuatan mekanik alginat sangat dipengaruhi struktur intersellular gel matrik alginat, struktur intersellular gel matrik alginat mengandung ion sodium, ion kalsium, ion magnesium, ion stronsium dan ion barium.¹⁴ Bila pati ubi mempengaruhi struktur intersellular 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.^{17,18}



birefringence



Kesimpulan

1. Penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat secara mikroskopik tidak menyebabkan terbentuknya senyawa kimia yang baru dan tidak menimbulkan perubahan pada struktur molekul bahan cetak alginat.
2. Penambahan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) pada bahan cetak alginat secara mikroskopik tidak mengakibatkan terjadinya reaksi kimia antara bahan cetak alginat dengan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) melainkan hanya terjadi ikatan secara fisik dan pati ubi kayu (*Manihot utilisima*) hanya berfungsi sebagai *filler* (bahan pengisi).

DAFTAR PUSTAKA

1. Philips, RW. *Science of Dental Material*. 11th ed. St. Louis, Missouri, WB. Saunder's Company, 2003 : 239 – 44.
2. Craig, RGMJ. *Restorative Dental Materials*. 12th ed, St. Louis, Missouri, 2006: 333 – 44.
3. Craig, RGMJ. *Restorative Dental Materials*. 11th ed, Mosby, Toronto, 2003: 330 – 46.
4. Callister WD. *Material science and engineering: An Introduction*. 11th ed, John Wiley & Son , Asia, 2007: 144 – 154.
5. Febriani, M. Pengaruh penambahan pati ubi kayu (*Manihot Utilima*) pada bahan cetak alginat terhadap ketepatan hasil reproduksi detail. *Tesis Pasca Sarjana FKG UI, Jakarta, Indonesia 2001*: 37-44.
6. Balagopalan, C. *Cassava in Food, Feed, and Industry*, Florida, CRC Press, 1988: 113 – 30.
7. Frey G. Effect of Mixing Methods on Mechanical Properties of Alginate Impression Material. *J. Prost.* 2003; 14 (3): 221-23.
8. Siddaramaiah. Sodium Alginate and its blends with Starch: Thermal and morphological properties. *J. of Applied Polymer Science*. 2008; 109 (6): 4072 (abstrak).
9. Susiyawan, H. Evaluasi proses ekstraksi Natrium Alginat dari alga laut jenis *Sargasum Polycystum*. *Tesis*. IPB, Bogor, Indonesia, 1995: 4 – 12.
10. Hondrum, OS. Changes in Properties of Nonaqueous Elastometric Impressions Materials After Storage of Components. *The journal of prosthetic dentistry*. 2001; 85: 73 - 74.
11. Schieier, PE. The Effect of Storage Time on Accuracy and Dimensional Stability of Reversible *The journal of prosthetic dentistry*. 2001; 86: 244 - 45.
12. Colledo LS. *Starch Properties & Functionalities*, Phillippines, 2003:16-17.
13. Murata, H. Physical Properties and Compatibility with Dental Stones Current Alginate Impression Material. *J of Rehabilition*. 2004; 31:1115-17.
14. Febriani, M. Pengaruh penambahan pati ubi kayu (*Manihot Utilima*) pada bahan cetak alginat terhadap sifat fisik dan sifat mekanik. *Disertasi Pasca Sarjana FKG UI, Jakarta, Indonesia 2009*: 21-35.
15. M Darvell, BW. *Materials Science for Dentistry*. 6th ed. Hong Kong, 2000 :158-161.
16. Artin, N. The Dimensional Stability of Dental Impression Materials Following Immersion in Disinfecting Solutions. *Dental materials*. 2007; 23: 760 - 762.
17. Brautlecht, CA. *Starch. Its Sources, Production and Uses*, New York. Reinhold Publishing, 1953: 209-225.
18. Pomeranz.Y. *Functional Properties of Food Component 2 nd ed* ,San Diego. Academic Press, Inc, 1991: 30-41.