

**Perbandingan *Tensile Strength*, *Tear Strength*, dan *Reproduction Of Detail* Bahan Cetak Alginat Sintesis dengan Variasi Jumlah Nanoselulosa dan Metakaolin Terhadap *Jeltrate*<sup>®</sup>**

Amalina R<sup>1</sup>, Sutanto D<sup>1</sup>, Sunendar B<sup>1</sup>

1.Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 40164, Indonesia  
Email: rizkamln@rocketmail.com

**Abstrak**

Bahan cetak gigi terutama alginat digunakan hampir pada semua cabang kedokteran gigi yang berfungsi menghasilkan suatu bentuk cetakan dari hubungan gigi dan jaringan rongga mulut (jaringan keras dan jaringan lunak) untuk mendapat cetakan negatif atau model dari jaringan mulut. Bahan cetak alginat harus memenuhi sifat biologis dan mekanis yang ideal. Kelebihan yang dimiliki alginat yang ada sekarang telah mencakup hampir seluruh sifat idealnya, namun alginat memiliki beberapa kekurangan seperti *tensile strength*, *tear strength*, dan *reproduction of detail* yang kurang baik. Kekurangan sifat mekanis alginat diketahui dapat ditingkatkan dengan *filler* dengan jumlah yang tepat.

Mengetahui perbedaan antara hasil uji *tensile strength*, *tear strength*, dan *reproduction of detail* dari bahan cetak alginat sintesis dengan variasi jumlah *filler* nanoselulosa dan metakaolin terhadap *jeltrate*<sup>®</sup>.

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratoris murni dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling* dengan kelompok uji terbagi menjadi 4 kelompok. Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah ANOVA.

Ini adalah diperoleh p-value sebesar  $< 0,05$  yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara hasil uji *tensile strength*, *tear strength*, dan *reproduction of detail* dengan variasi jumlah *filler* nanoselulosa dan metakaolin terhadap *jeltrate*<sup>®</sup>.

Penelitian adalah terdapat perbedaan antara hasil uji *tensile strength*, *tear strength*, dan *reproduction of detail* dari bahan cetak alginat sintesis dengan variasi jumlah *filler* nanoselulosa dan metakaolin terhadap *jeltrate*<sup>®</sup>.

Kata kunci : bahan cetak, alginat, nanoselulosa, *filler*, *tensile strength*, *tear strength*, *reproduction of detail*.

***Comparison of Tensile Strength, Tear Strength, And Reproduction of Detail of Synthesis of Alginate Impression Material With The Amount Variation of Nanocellulose And Metakaolin To Jeltrate*<sup>®</sup>**

**Abstract**

*Dental impression material especially alginate impression is one of the most frequently used dental material in dentistry that produce a relation of teeth and oral tissue (soft tissue and hard tissue) impression to get a study model of mouth tissue. Alginate impression must meet the requirements of the ideal biological and mechanical properties. The advantages of an existing alginate have covered almost all ideal*

*properties, but it still have some drawbacks such as poor tensile strength, tear strength, and reproduction of detail. These deficiencies are known to be improved by using the proper amount of filler.*

*The objective of this study is to find a comparison of tensile strength, tear strength, and reproduction of detail of alginate synthesis with the amount variation of nanocellulose and metakaolin to jeltrate<sup>®</sup>.*

*The study design that be used in this study is laboratory experimental. The sampling method in this study is purposive sampling with sample divided into 4 groups. The statistic method for this study is ANOVA.*

*The p-value in this study was  $< 0,05$  which shows that is a differences between the result of tensile strength, tear strength, and reproduction of detail tests with the amount variation of nanocellulose and metakaolin to jeltrate<sup>®</sup>.*

*The conclusion of this study is there is a differences between the result of tensile strength, tear strength, and reproduction of detail tests with the amount variation of nanocellulose and metakaolin to jeltrate<sup>®</sup>.*

*Keywords : impression material, alginate, nanocellulose, filler, tensile strength, tear strength, reproduction of detail*

## **Pendahuluan**

Bahan cetak kedokteran gigi digunakan hampir pada semua cabang kedokteran gigi yang berfungsi menghasilkan suatu bentuk cetakan dari hubungan gigi dan jaringan rongga mulut (jaringan keras dan jaringan lunak) untuk mendapat model dari jaringan mulut. Bahan cetak terbagi atas dua jenis yaitu bahan cetak elastik (*hydrocolloids* (agar dan alginat) dan elastomer) dan non elastik (*impression plaster, impression compound, impression wax, dan zinc oxide eugenol (ZOE)*). Jenis bahan cetak yang umum digunakan adalah bahan cetak elastik tipe *irreversible hydrocolloid* yaitu alginat karena mudah penggunaannya, harganya terjangkau/ekonomis, dan dapat diterima dengan baik oleh pasien.

Bahan cetak alginat harus memenuhi sifat biologis dan mekanis yang ideal. Sifat biologis alginat meliputi aroma, rasa dan warna yang baik, tidak mengiritasi, dan masa penyimpanan yang adekuat sedangkan sifat mekanis alginat yang harus dipenuhi meliputi elastis dan stabilitas dimensional yang baik sehingga bahan memiliki kemampuan kembali ke bentuk semula setelah menerima gaya tarik, memiliki kekuatan yang baik, *tensile strength* yang memadai untuk menerima gaya tarik yang besar dan mencegah perubahan dimensi, *tear strength* yang tinggi, fleksibilitas yang tinggi, kompatibel dengan bahan cor (gips) serta keakuratan (*reproduction of detail*) yang tinggi sehingga tidak terjadi perubahan dimensi selama *setting*. Standarisasi untuk sifat-sifat bahan cetak alginat juga terdapat pada spesifikasi ANSI/ADA nomor 18 tahun 1992.

Kelebihan yang dimiliki bahan cetak alginat yang ada sekarang telah mencakup hampir seluruh sifat idealnya, namun alginat memiliki beberapa kekurangan seperti *tensile strength, tear strength* dan *reproduction of detail* yang kurang baik, tidak dapat dikoreksi, dapat terjadi distorsi, serta stabilitas dimensional yang buruk. Kekurangan-kekurangan tersebut menyebabkan alginat tidak dianjurkan untuk keperluan dengan

tingkat keakuratan yang tinggi seperti pada kasus gigi tiruan sebagian lepasan (GTSL) dan gigi tiruan cekat (GTC).

Beberapa studi material menyatakan bahwa bahan cetak alginat memiliki keakuratan yang hampir sama dengan bahan cetak elastomer sehingga diperkirakan dapat menggantikan elastomer untuk membuat model kerja untuk pembuatan gigi tiruan namun karena ketidakstabilannya, penggunaan alginat hanya terbatas untuk model studi. Selain pada bidang prostodontik, bahan cetak alginat juga digunakan pada bidang ortodontik untuk menghasilkan model studi dan model kerja. Pada bidang ortodontik, satu cetakan alginat sering digunakan atau dicor dua kali untuk model studi dan model kerja sehingga bahan harus memiliki elastisitas yang tinggi untuk mencegah terjadinya distorsi dan kerusakan pada coran saat dilepaskan dari cetakan yang dapat menyebabkan ketidakakuratan hasil cetakan. Model kerja digunakan dokter gigi atau laboran sebagai media pembuatan restorasi sehingga dibutuhkan keakuratan yang baik agar restorasi yang dibuat akan terpasang dengan pas pada gigi pasien.

Kekurangan sifat mekanis bahan cetak alginat seperti yang disebutkan di atas diketahui dapat ditingkatkan dengan *filler* dengan jumlah yang tepat karena akan menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik untuk berbagai penggunaan klinis. *Filler* pada alginat dapat menambah kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) serta berfungsi untuk mengontrol konsistensi bahan cetak alginat.

Berdasarkan pertimbangan di atas, peneliti tertarik memodifikasi *filler* dan jumlah *filler* bahan cetak alginat untuk meningkatkan sifat mekanis terutama *tensile strength* (kekuatan tarik), *tear strength* (kekuatan robek), dan *reproduction of detail* (keakuratan). *Filler* yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanoselulosa dan metakaolin.

Nanoselulosa atau selulosa nanokristalin diketahui memiliki banyak manfaat terutama jika digunakan sebagai *filler* suatu bahan dapat meningkatkan kekuatan tarik, sedangkan metakaolin adalah bentuk *dehydroxylated* dari kaolinit mineral tanah liat yang diketahui dapat meningkatkan kekuatan tekan dan kekerasan bahan.

Bahan nanoselulosa pada penelitian ini menggunakan *palm kernel cake* (PKC) melalui proses hidrolisis asam. *Palm kernel cake* atau bungkil sawit merupakan salah satu hasil sampingan dari industri kelapa sawit. Terdapat 2 (dua) juta ton PKC dari industri kelapa sawit tiap tahunnya yang tidak diolah untuk pemakaian lebih lanjut sehingga peneliti mempertimbangkan PKC untuk digunakan sebagai bahan baku selulosa. Selain itu, PKC mengandung selulosa lebih dari 30% sehingga peneliti dapat meningkatkan penggunaan PKC sebagai alternatif untuk produksi selulosa serta mengatasi masalah lingkungan dengan mengurangi limbah PKC untuk hal yang bermanfaat.

Peneliti berharap dengan memodifikasi *filler* pada bahan cetak alginat akan terdapat peningkatan sehingga bahan cetak alginat sintesis dengan memodifikasi komposisi *filler* memiliki sifat mekanis yang mendekati standar ANSI/ADA dan terdapat perbedaan karakteristik yang diuji antara bahan cetak alginat sintesis dengan alginat merk komersil (*jeltrate*<sup>®</sup>).

## Metode Penelitian

### 1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratorium murni. Penelitian eksperimental bertujuan untuk memperlihatkan suatu gejala yang

timbul akibat manipulasi tertentu. Pada penelitian ini terdapat beberapa variabel meliputi variabel bebas, variabel terikat, variabel terkontrol, dan kelompok kontrol.

## 2. Sampel dan Variabel Penelitian

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan jumlah kelompok sampel adalah 4 (empat) dan 4 (empat) replikasi tiap kelompok sehingga jumlah sampel pada penelitian ini adalah 16.

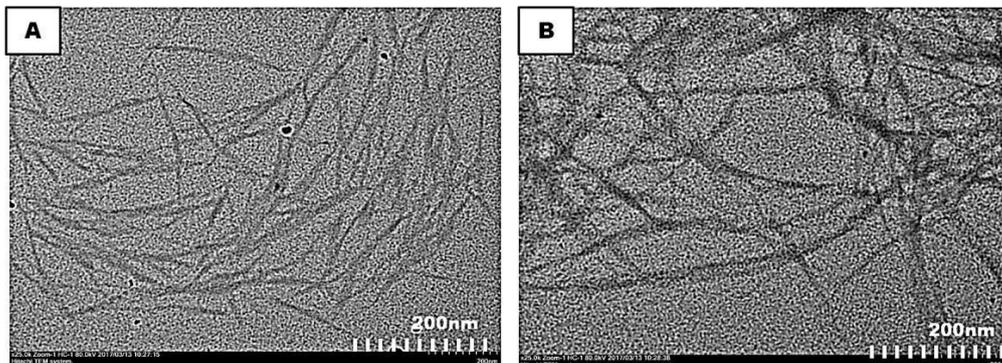
Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat, variabel terkontrol, dan kelompok kontrol. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu *filler* nanoseulosa yang divariasikan jumlahnya pada tiap kelompok sampel, variabel terikat meliputi *tensile strength*, *tear strength*, dan *reproduction of detail*. variabel terkontrol yaitu bahan utama pembuatan bubuk alginat dan manipulasi sampel (*mixing* dan *w:p ratio*), dan kelompok kontrol adalah kelompok yang tidak diberikan manipulasi. Kelompok kontrol yaitu bahan cetak alginat sintesis tanpa kandungan nanoseulosa.

## Hasil

### 1. Hasil Karakterisasi TEM Selulosa Nanokristalin

Hasil karakterisasi TEM menunjukkan partikel selulosa nanokristalin dengan morfologi

*whiskers* dengan sebaran homogen dengan ukuran diameter partikel sekitar 20 nm dan panjang sekitar 300 nm sehingga aspek rasio diameter terhadap panjangnya adalah 1:15. Selain bentuk *whiskers*, terdapat juga nanoseulosa dengan morfologi *fiber* (*nanofiber*) dengan diameter *fiber* berada pada rentang 20-50 nm. Selulosa *nanofiber* yang diperoleh tidak terdispersi dengan baik dikarenakan interaksi antar *fiber* yang cukup kuat.



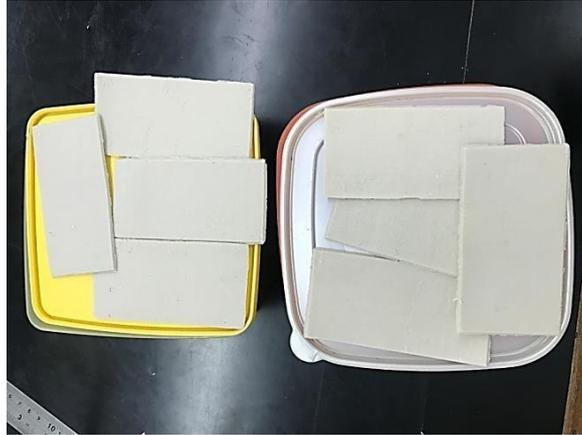
Gambar 3 Hasil Karakterisasi TEM Selulosa Nanokristalin, (A) berbentuk *whiskers*, (B) berbentuk *fiber*

### 2. Hasil Uji *Tensile Strength*

Uji *tensile strength* dilakukan terhadap 4 kelompok sampel yang mengandung total *filler* sebanyak 42,8 %. *Filler* terdiri dari nanoseulosa dan metakaolin dengan komposisi sebagai berikut:

1. Kelompok 1 : nanoseulosa 0% dan metakaolin 42,8%.

2. Kelompok 2 : nanoselulosa 5% dan metakaolin 37,8%.
3. Kelompok 3 : nanoselulosa 10% dan metakaolin 32,8%.
4. Kelompok 4 : nanoselulosa 15% dan metakaolin 27,8%.



Gambar 4 Sampel Uji *Tensile Strength*

Spesimen uji untuk pengukuran *tensile strength* dibuat dalam bentuk lembaran persegi panjang dengan ukuran 10 x 5 x 0,2 cm seperti terlihat pada Gambar 4 sedangkan sampel pembanding yaitu bahan cetak *jeltrate*<sup>®</sup> tidak dapat dicetak dalam bentuk lembaran sehingga tidak dilakukan pengukuran untuk *jeltrate*<sup>®</sup>.

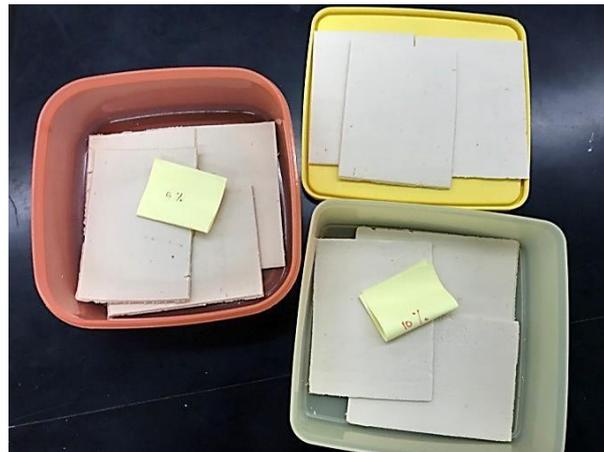
Tabel 2 Hasil Uji *Tensile Strength* (N/cm<sup>2</sup>)

Sampel	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
1	8,82	15,69	19,61	5,88
2	10,78	14,71	25,49	2,94
3	11,76	18,63	23,53	6,86
4	13,70	17,65	21,57	8,82
<b>Rata-rata</b>	<b>11,26 ±20,15</b>	<b>16,67±29,82</b>	<b>22,55±32,93</b>	<b>6,12±10,95</b>

Tabel 2 menunjukkan hasil rata-rata uji *tensile strength* setiap kelompok perlakuan yang menunjukkan pengaruh penambahan *filler* nanoselulosa dan metakaolin pada bahan cetak alginat sintesis terhadap *tensile strength*. Hasil *tensile strength* optimum adalah sebesar 22,55 N/cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan oleh kelompok 3 dengan komposisi *filler* nanoselulosa 10% dan metakaolin 32,8%, sedangkan pada kelompok 4 dengan komposisi *filler* nanoselulosa 15%, nilai *tensile strength* menurun drastis dan menghasilkan nilai rata-rata terendah dari seluruh kelompok.

### 3. Hasil Uji *Tear Strength*

Pengujian *tear strength* dilakukan pada sampel kelompok 1 sampai dengan 4.



Gambar 5 Sampel Uji *Tear Strength*

Spesimen uji untuk pengukuran *tear strength* dibuat dalam bentuk lembaran persegi panjang dengan ukuran 10 x 7,5 x 0,2 cm seperti terlihat pada Gambar 5, sedangkan untuk sampel pembanding yaitu bahan cetak *jeltrate*<sup>®</sup> tidak dapat dicetak dalam bentuk lembaran sehingga tidak dilakukan pengukuran untuk *jeltrate*<sup>®</sup>.

Tabel 3 Hasil Uji *Tear Strength* (gr)

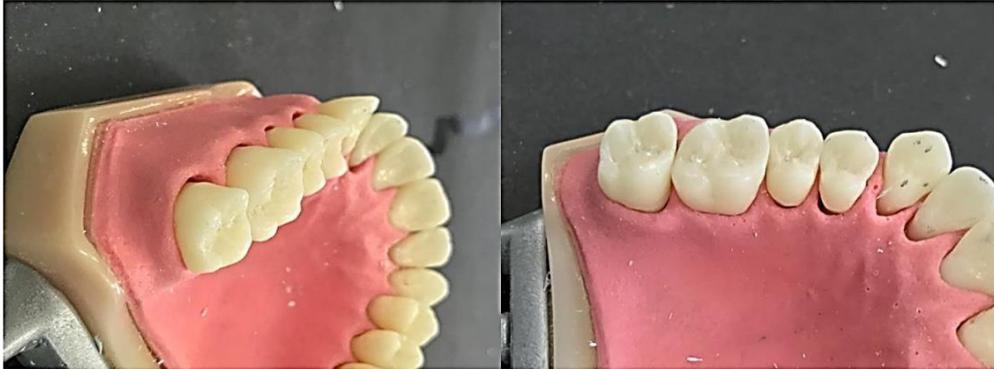
Sampel	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
1	128	320	160	80
2	136	208	240	112
3	80	160	160	128
4	96	208	192	128
<b>Rata-rata</b>	<b>110±26,4</b>	<b>224±67,8</b>	<b>188±37,8</b>	<b>112±22,6</b>

Tabel 3 menunjukkan rata-rata hasil uji *tear strength* dari bahan cetak alginat sintesis dan berdasarkan data yang dihasilkan, penambahan *filler* nanoselulosa dan metakaolin berhubungan dengan *tear strength* bahan cetak alginat sintesis. Hasil dengan nilai optimum terdapat pada kelompok 2 dengan nilai rerata mencapai 224±67,8 gr, yaitu bahan cetak alginat sintesis dengan komposisi *filler* nanoselulosa sebanyak 5% dan metakaolin 3,78%. Rata-rata *tear strength* terendah terdapat pada kelompok kontrol yaitu bahan cetak alginat sintesis tanpa penambahan nanoselulosa.

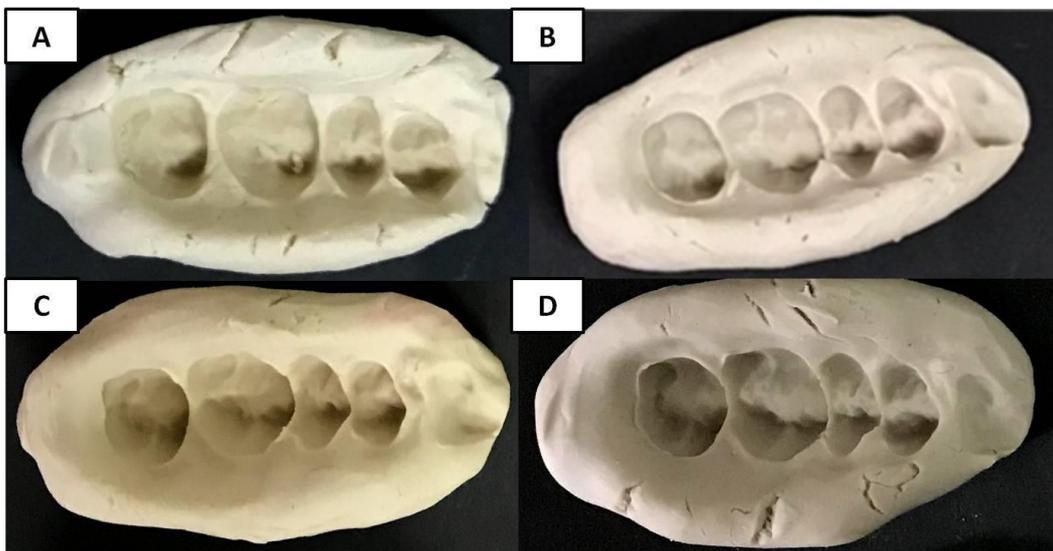
#### 4. Hasil Uji *Reproduction of Detail*

Uji *reproduction of detail* bertujuan untuk melihat kemampuan bahan cetak dalam mencetak struktur anatomi rongga mulut secara detil sesuai dengan anatomi aslinya dilakukan dengan penilaian secara kualitatif. Penilaian tersebut dilakukan dengan mencetak beberapa gigi dari studi model kemudian melihat bagian anatomi gigi yang tercetak pada hasil coran gips plaster dari cetakan alginat sintesis. Perbedaan perlakuan setiap kelompok sama seperti kedua uji sebelumnya. Gambar 6 menunjukkan model studi yang digunakan dalam uji *reproduction of detail*. Analisis dilakukan terhadap bagian anatomi gigi dan gingiva pada model seperti bagian permukaan gigi (mesial,

distal, bukal, dan palatal), *cusps*, *pit*, *fissure*, *groove*, *interdental*, dan *mc call feston*. Selain itu juga dilakukan analisis kualitatif terhadap retakan yang terjadi pada bahan.

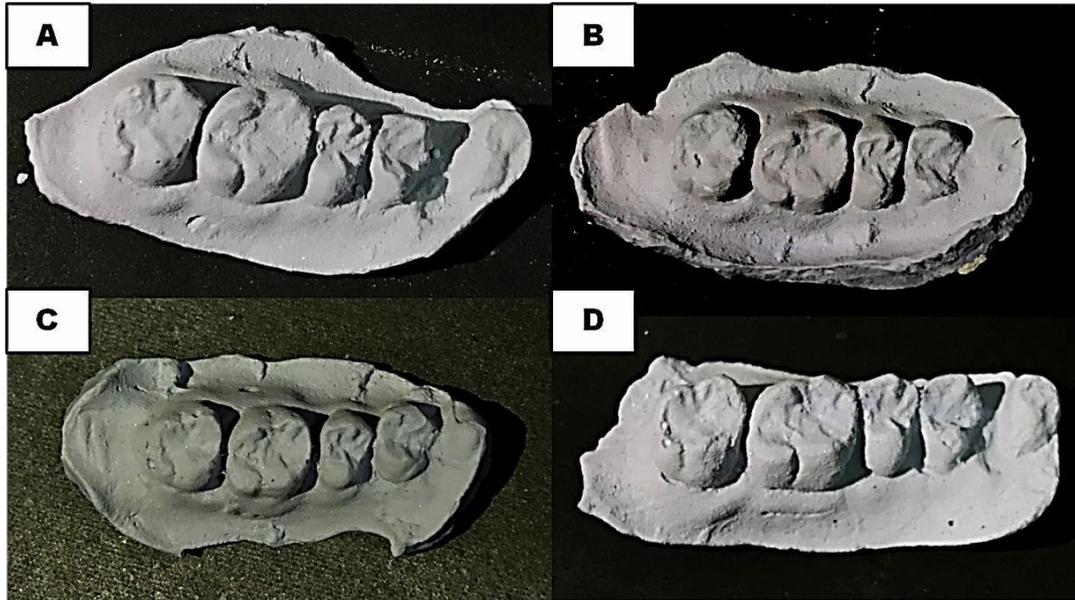


Gambar 6 Model Studi Uji *Reproduction of Detail*



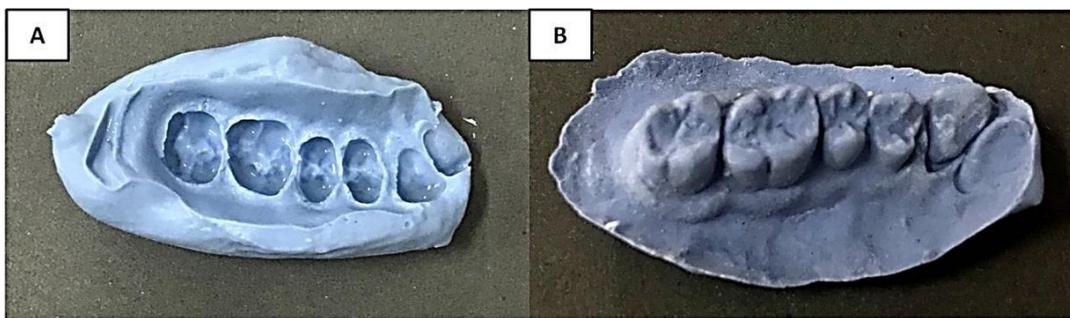
Gambar 7 Hasil Cetakan Uji *Reproduction of Detail*, (A) Kelompok 1, (B) kelompok 2, (C) kelompok 3, (D) kelompok 4

Pencetakan pada penelitian ini dilakukan pada gigi posterior dari studi model. Gambar 7 menunjukkan hasil cetakan dari bahan cetak alginat sintesis pada tiap kelompok dapat mencetak dengan cukup baik, namun terdapat perbedaan kualitas dari tiap hasil cetakan. Hasil cetakan paling optimum terdapat pada kelompok 3 dengan permukaan yang lebih halus dan memiliki retakan yang sedikit (Gambar 7 (C)). Retakan pada setiap kelompok terdapat pada bagian luar dari anatomi gigi sehingga tidak mengganggu keakuratan struktur anatomis dari cetakan. Cetakan kelompok A memiliki retakan paling banyak, sedangkan kelompok B dan D memiliki retakan yang lebih sedikit dibanding di kelompok A. Selain retakan, kelompok A, B, dan D memiliki permukaan lebih kasar.

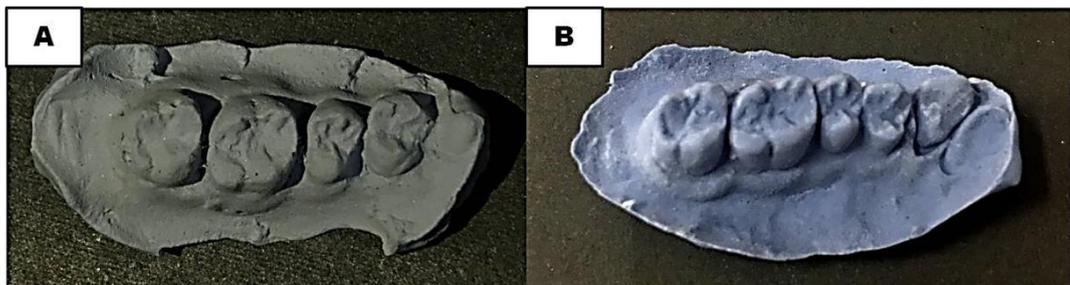


Gambar 8 Coran Gips Hasil Uji *Reproduction of Detail*, (A) kelompok 1, (B) kelompok 2, (C) kelompok 3, (D) kelompok 4

Pencetakan dilanjutkan dengan pengecoran untuk melihat kualitas dan keakuratan struktur anatomi. Tiap kelompok dapat mencetak dengan baik dan memiliki hasil coran yang cukup akurat, namun hasil coran paling optimum terdapat pada kelompok 3. Bagian anatomi gigi dari kelompok 3 tercetak lebih baik dibanding kelompok lain.



Gambar 9 Uji *Reproduction of Detail*, (A) Hasil cetakan *jeltrate*<sup>®</sup>, (B) Coran gips *jeltrate*<sup>®</sup>



Gambar 10 Uji *Reproduction of Detail*, (A) Kelompok 3, (B) Pemanding (*jeltrate*<sup>®</sup>)

Kelompok 3 kemudian dibandingkan dengan *jeltrate*<sup>®</sup> (Gambar 10). Keakuratan kelompok 3 dapat dikatakan hampir sama dengan *jeltrate*<sup>®</sup>, namun terdapat beberapa kelemahan dari karakteristik alginat sintesis seperti pada *flow*, *setting time*, dan kompatibilitasnya terhadap gips sehingga *jeltrate*<sup>®</sup> tetap lebih unggul dibanding alginat sintesis.

## Diskusi

### 1. Karakterisasi TEM Selulosa Nanokristalin

Selulosa nanokristalin didapat melalui proses hidrolisis asam dengan sumber *palm kernel cake* (PKC). PKC terlebih dahulu direndam atau dicuci dengan NaOH lalu dinetralkan kemudian disaring atau disentrifugasi untuk menghilangkan hemiselulosa. Perlakuan dengan NaOH juga dilakukan untuk membuka struktur dari selulosa yang mengikat hemiselulosa dan lignin. Tahapan selanjutnya adalah *bleaching* untuk menghilangkan lignin. Proses *bleaching* dilakukan dengan menggunakan NaOCl dengan temperatur 100°C selama 30 menit. Penghilangan lignin ditandai dengan perubahan warna sampel dari kuning kecoklatan menjadi putih. Selulosa yang diperoleh kemudian dihidrolisis dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk memecah struktur selulosa dan menghilangkan bagian amorf selulosa untuk menghasilkan selulosa nanokristalin. Pada tahap ini diperoleh sampel berupa gel berwarna putih dan agak bening.

Gambar TEM sampel nanoselulosa menunjukkan partikel yang terbentuk telah berukuran nanometer. Partikel selulosa berubah menjadi nanoselulosa akibat dari adanya pemecahan ikatan hidrogen pada saat proses hidrolisis asam. Asam kuat dapat menghilangkan bagian amorf dari suatu rantai selulosa sehingga isolasi pada bagian kristalin selulosa dapat dilakukan. Bentuk partikel pada hasil TEM dengan perbesaran 25000x adalah *whiskers* dengan rata-rata diameter partikel sekitar 20 nm dan panjang sekitar 300 nm sehingga aspek rasio diameter terhadap panjangnya adalah 1:15. Penyebaran partikel *whiskers* cukup homogen, namun terdapat sebagian partikel berbentuk *fiber* dengan sebaran partikel yang kurang homogen. Pada penelitian ini hal tersebut dapat terjadi karena PKC yang digunakan sebagai sumber sintesis nanoselulosa memiliki ukuran partikel yang tidak seragam sehingga pada saat proses hidrolisis, hasil pemecahan partikel menjadi tidak seragam.

### 2. Komposisi Bahan Cetak Alginat Sintesis

Komposisi dan jumlah komposisi bahan cetak alginat sintesis mengacu pada komposisi bahan cetak alginat menurut Craig dkk dengan mengganti kandungan *filler diatomaceous earth* (SiO<sub>2</sub>) dengan metakaolin dan nanoselulosa.

Tabel 4 Komposisi Bahan Cetak Alginat Sintesis (gr)

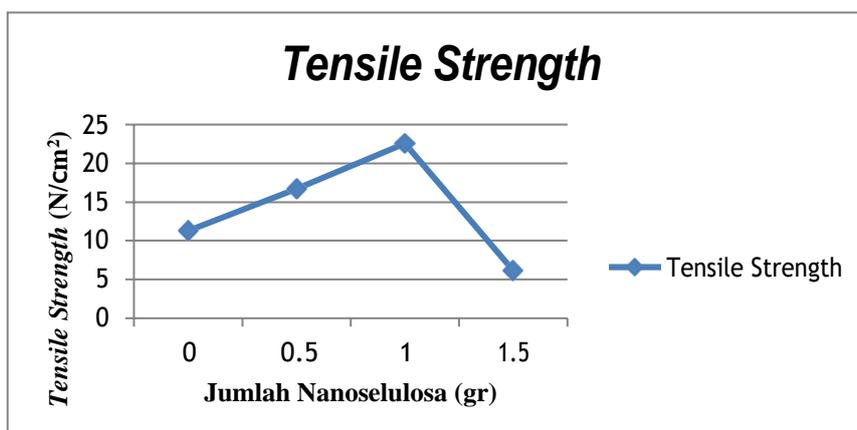
Bahan	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
Natrium alginat	1,55	1,55	1,55	1,55
Kalsium sulfat (CaSO4)	1,30	1,30	1,30	1,30
Potassium sulfat (K2SO4)	1,02	1,02	1,02	1,02
Metakaolin	4,28	3,73	3,28	2,78
Nanoselulosa	0	0,5	1,0	1,5

Jumlah komposisi tersebut didapat melalui penelitian pendahuluan yang dilakukan untuk memastikan jumlah komposisi bahan yang tepat sehingga terbentuk *setting* dari bahan cetak alginat sintesis, namun *setting* langsung terjadi setelah pencampuran/*mixing* sehingga adonan sebelum dan setelah pencetakan memiliki sifat yang sama.

### 3. Pengujian *Tensile Strength*

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Tabel 3 terdapat beberapa variasi komposisi dan variasi hasil pengujian. Kelompok 1 mempunyai rata-rata *tensile strength* yang lebih rendah yaitu 11,26 N/cm<sup>2</sup> dibandingkan kelompok 2 yaitu 16,67 N/cm<sup>2</sup>.

Kelompok 2 yang lebih unggul dibanding kelompok 1 dibandingkan dengan kelompok 3. Hasil rata-rata *tensile strength* kelompok 3 lebih tinggi dibanding kelompok 2 dan kelompok 4 dengan rata-rata *tensile strength* kelompok 3 adalah 22,55 N/cm<sup>2</sup>. Hasil rata-rata *tensile strength* kelompok 3 lebih optimum dibanding kelompok lain. Data ini membuktikan bahwa penambahan jumlah nanoselulosa berpengaruh pada peningkatan/ penurunan *tensile strength*.



Grafik 1 Grafik *Tensile Strength*

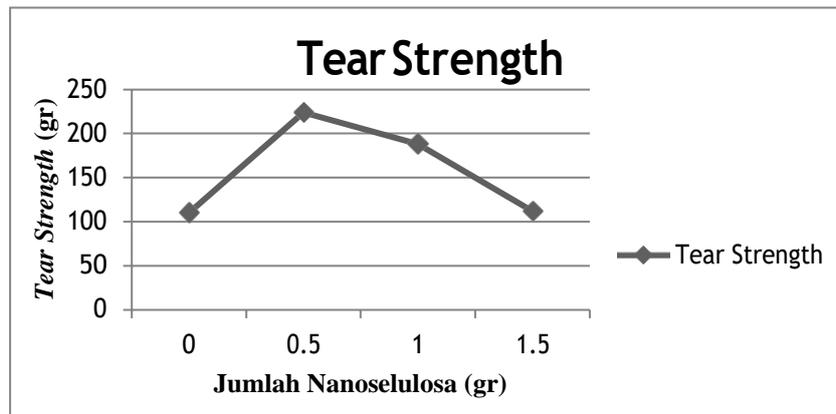
Grafik 1 menunjukkan hasil rata-rata *tensile strength* pada bahan cetak alginat sintesis meningkat dari kelompok 1 yaitu bahan tanpa nanoselulosa sampai dengan hasil optimum yang diperoleh kelompok 3 dengan nanoselulosa 10%, namun ketika kandungan nanoselulosa ditingkatkan menjadi 15% yaitu pada kelompok 4, rata-rata *tensile strength* menurun drastis, bahkan jauh lebih rendah dibanding kelompok kontrol atau kelompok 1. Penurunan tersebut dapat terjadi karena berbagai hal, salah satu kemungkinan yang dapat terjadi adalah peningkatan kandungan nanoselulosa menyebabkan ikatan antar nanoselulosa lebih kuat dibandingkan dengan ikatan nanoselulosa dengan *filler* metakaolin dan komposisi lain sehingga *tensile strength* yang dihasilkannya pun berkurang.

Hasil dengan nilai optimum yaitu kelompok 3 kemudian dibandingkan dengan *jeltrate*<sup>®</sup>. Peneliti tidak melakukan pengujian *tensile strength* dari kelompok pembanding *jeltrate*<sup>®</sup> dikarenakan keterbatasan alat pada laboratorium dan keterbatasan dalam pembuatan sampel. Rata-rata *tensile strength jeltrate*<sup>®</sup> tidak diperoleh sehingga sulit ditemukan korelasi antara hasil *tensile strength* bahan cetak alginat sintesis dengan *jeltrate*<sup>®</sup>.

#### 4. Pengujian Tear Strength

Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian *tear strength* pada Tabel 4.5, terdapat beberapa variasi komposisi dan variasi hasil pengujian. Variasi komposisi yang dilakukan sama seperti pada uji *tensile strength*. Kelompok 1 dengan rata-rata *tear strength* 110 gr dibandingkan dengan kelompok 2 dengan rata-rata *tear strength* 224 gr sehingga didapat *tear strength* kelompok 2 lebih tinggi dibandingkan kelompok 1. Kelompok 2 yang lebih unggul kemudian dibandingkan dengan kelompok 3 dan 4. Rata-rata *tear strength* kelompok 3 adalah 186 gr dan kelompok 4 adalah 112 gr, sehingga didapat kelompok 2 memiliki hasil *tear strength* yang paling optimum.

Kelompok 2 dengan nilai *tear strength* paling optimum kemudian dibandingkan dengan *jeltrate*<sup>®</sup> dengan hasil *tear strength jeltrate*<sup>®</sup> sebesar 259 gr/cm<sup>2</sup> yang diperoleh dari jurnal Cohen dkk. Alat pengukuran yang digunakan peneliti berbeda dengan yang digunakan Cohen dkk dikarenakan keterbatasan dari karakteristik bahan dan ketersediaan alat di laboratorium sehingga satuan hasil yang didapat pun berbeda. Uji yang dilakukan peneliti hanya mendapatkan hasil beban yang menyebabkan bahan robek sehingga sulit ditemukan korelasi antara bahan cetak alginat sintesis dengan *jeltrate*<sup>®</sup>. Namun, pada saat dilakukan uji selanjutnya yaitu *reproduction of detail*, bahan cetak alginat sintesis mampu menahan gaya robek saat dilakukan pencetakan dan pelepasan cetakan.

Grafik 2 Grafik *Tear Strength*

Grafik 2 menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa pada bahan cetak alginat sintesis berpengaruh pada peningkatan dan penurunan *tear strength*. Grafik tersebut menunjukkan hasil *tear strength* meningkat dari kelompok 1 sampai kelompok 2, sehingga kelompok 2 dengan komposisi nanoselulosa 10% memiliki hasil paling optimum. *Tear strength* pada kelompok 3 dan 4 mengalami penurunan, namun nilai rata-rata *tear strength* kelompok 3 dan 4 tetap lebih tinggi dibanding kelompok kontrol atau kelompok 1, sehingga diketahui bahwa bahan cetak alginat sintesis dengan penambahan nanoselulosa memiliki *tear strength* yang lebih baik dibanding tanpa nanoselulosa.

#### 5. Pengujian *Reproduction of Detail*

Berdasarkan penilaian secara kualitatif dengan menilai keakuratan dari hasil coran, dapat dikatakan keakuratan alginat sintesis hampir sama dengan keakuratan *jeltrate*<sup>®</sup>. Penilaian tersebut dilihat dari struktur-struktur anatomi gigi yang tercetak pada hasil cetakan dan coran gips. Keakuratan cetakan pada tiap sampel terlihat hampir sama dan mampu mencetak dengan baik, namun setelah cetakan dicor, kualitas cetakan dan coran gips yang paling optimum terlihat pada kelompok 3 yaitu bahan cetak alginat sintesis dengan kandungan nanoselulosa 10%. Hasil cetakan pada kelompok 3 lebih halus, memiliki retakan yang sedikit, dan lebih mudah saat pelepasan cetakan dari studi model, sedangkan dilihat dari coran gips, kelompok 3 memiliki struktur-struktur anatomi seperti permukaan gigi (mesial, distal, bukal, dan palatal), *cusps*, *pit*, *fissure*, *groove*, *interdental*, serta *mc call feston* pada *gingiva* yang lebih tercetak dan mirip seperti hasil coran kelompok pembandingan atau *jeltrate*<sup>®</sup>.

Keakuratan yang dimiliki bahan cetak alginat sintesis cukup baik, namun bahan cetak alginat sintesis memiliki beberapa kekurangan yang menghambat saat proses pengujian *reproduction of detail*. Sintesis bahan cetak alginat yang dilakukan pada penelitian ini kurang

ideal karena beberapa kelemahan seperti pada *setting time* dan kompatibilitas terhadap gips sehingga mengakibatkan kualitas bahan cetak alginat sintesis kurang baik dibanding *jeltrate*<sup>®</sup>. Penelitian pendahuluan dilakukan oleh peneliti untuk memastikan komposisi yang tepat sehingga *setting* bahan cetak alginat sintesis terbentuk. *Setting* alginat sintesis terbentuk pada komposisi akhir yang digunakan, namun *setting* pada alginat sintesis terjadi langsung setelah pencampuran/*mixing* sehingga adonan alginat sintesis sebelum dan setelah pencetakan

dengan model studi memiliki sifat yang sama.

Sifat *setting* tersebut menyebabkan bahan cetak alginat sintesis memiliki *flow* yang rendah sehingga kurang mampu mencetak detil yang lebih dalam seperti pada *jeltrate*<sup>®</sup>. Kompatibilitas bahan cetak alginat sintesis terhadap gips juga kurang baik terlihat dari waktu yang cukup lama untuk proses *setting* gips plaster saat pengecoran dan saat dilakukan pelepasan coran gips tidak terangkat sempurna sehingga permukaan coran bahan cetak alginat sintesis tidak sehalus hasil coran *jeltrate*<sup>®</sup>. Kompatibilitas yang kurang baik tersebut mungkin terjadi karena sifat permukaan alginat sintesis yang lebih lengket dibanding *jeltrate*<sup>®</sup> atau sifat alginat sintesis memiliki kemiripan dengan gips plaster sehingga terjadi penempelan yang lebih kuat saat dilakukan pengecoran dan hasil coran yang didapat tidak sebaik *jeltrate*<sup>®</sup>.

Selain itu, uji *reproduction of detail* tidak dilakukan pada satu rahang melainkan hanya pada regio posterior sehingga tidak dapat dianalisa lebih dalam keakuratan dan ketahanan terhadap robek dari bahan cetak tersebut untuk pencetakan regio anterior. Oleh karena itu, hal tersebut dapat dikatakan sebagai kekurangan dari pengujian ini.

## Kesimpulan

1. Kombinasi *filler* nanoselulosa dan metakaolin dengan jumlah tertentu meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan sehingga memiliki pengaruh terhadap sifat mekanis yang diuji pada penelitian ini.
2. Hasil uji *tensile strength*, *tear strength*, dan *reproduction of detail* yang didapat diketahui cukup memenuhi syarat untuk dapat dijadikan bahan cetak namun tidak sepenuhnya dapat dibandingkan dengan *jeltrate*<sup>®</sup> dikarenakan keterbatasan alat di laboratorium tempat peneliti melakukan penelitian.
3. Hasil *tensile strength* paling optimum terdapat pada kelompok 3 dengan hasil 22,55 N/cm<sup>2</sup> dan hasil terendah terdapat pada kelompok 4
4. Hasil *tear strength* paling optimum adalah kelompok 2 dengan hasil 224 gr dan hasil terendah terdapat pada kelompok 1
5. Hasil *reproduction of detail* paling optimum adalah kelompok 3 dengan dilihat dari struktur anatomi yang tercetak lebih baik.

## Referensi

1. Manappallil JJ. Basic dental materials. 2<sup>th</sup> ed. India: Jaypee Brothers Medical; 2003. p. 32,46,55-64.
2. Guirardo RD, Berger SB, Consani RLX, Consani S, Carvalho RV, Lopes MB, et al. Characterization of morphology and composition of inorganic fillers in dental alginates. Biomed Research International 2014;1-6.

3. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 13<sup>th</sup> ed. Missouri: Mosby Elsevier; 2011. p. 277-82, 314-5, 318-23.
4. Dreesen K, Kellens A, Wevers M, Thilakarathne PJ, Willems G. The influence of mixing methods and disinfectant on the physical properties of alginate impression materials. *European Journal of Orthodontics* 2013;35:381-7.
5. American National Standard/American Dental Association Specification No. 18. Alginate Impression Materials, 1992.
6. Carlo HL, Fonseca RB, Goncalves LS, Correr-Sobrinho L, Soares CJ, Sinhoreti MAC. Analysis of filler particle levels and sizes in dental alginates. *Materials Research* 2010;13(2):261-4.
7. Faria ACL, Rodrigues RCS, Macedo AP, Mattos MGC, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Brazilian Oral Research* 2008;22.
8. Ravichandra KS, Vijayaprasad KE, Vasa AAK, Suzan S. A new technique of impression making for an obturator in cleft lip and palate patient. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2010;28:311-4.
9. Chen SY, Liang WM, Chen FN. Factors affecting the accuracy of elastomeric impression materials. *Journal of Dentistry* 2004;32:603-9.
10. Frey G, Lu H and Powers J. Effect of mixing methods on mechanical properties of alginate impression materials. *Journal of Prosthodontics* 2005;14(4):221-5.
11. Lawson N, Burgess J, Litaker M. Tear strength of five elastomeric impression materials at two setting times and two tearing rates. *Esthetic Restorative Dentistry* 2008;20:186-94.
12. Lin N, Dufresne A. Nanocellulose in biomedicine: current status and future prospect. *European Polymer Journal* 2014;59:302-25.
13. Devi Bentia Effendi, Nurul Huda Rosyid, Asep Bayu Dani Nandiyanto, Ahmad Mudzakir. Review: sintesis nanoselulosa. *Jurnal Integrasi Proses* 2015;5(2):61-74.
14. Claudio F, Francesco C, Giuseppina R. Application-oriented chemical optimization of a metakaolin based geopolymer. *Materials* 2013;6:1920-9.
15. Sukaryana Y, Atmomarsonoo U, Yunianto VD, Supriyatna E. Bioconversions of palm kernel cake and rice bran mixtures by *trichoderma viride* toward nutritional contents. *International Journal of Science and Engineer* 2010 Dec;1(2):27-32.
16. Murata H, Kawamura M, Chimori H, Nikawa H. Physical properties and compatibility with dental stones of current alginate impression materials. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004;31:1115-22.
17. Kurtzman, Strassler DMD. Identification and correction of common impression problems. *Practical Procedure Aesthetic Dentistry* 2004 Jun;16(5):377-82.
18. Shannon A. Expanded clinical uses of a novel tissue-retraction material. *Compend Contin Educ Dent* 2002 Jan;23:3-6.
19. Anusavice K. Phillip's science of dental materials. 11<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders; 2003. p. 41-43, 73-100, 231-248. 255-280.
20. Iolovich M. Optimal conditions for isolation of nanocrystalline cellulose particles. *Nanoscience and Nanotechnology* 2012;2(2):9-13.
21. McCabe JF, Walls AWG. Applied dental materials. 9<sup>th</sup> ed. Oxford: Blackwell; 2008. p. 7-8, 147-59, 158-61.
22. Powers JM, Wataha JC. Dental materials properties and manipulation. 9<sup>th</sup> ed. Washington: Mosby; 2008. p. 157-60

23. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 3<sup>rd</sup> ed. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc; 2002. p. 90-104.
24. Noort R. Introduction to dental materials. 2<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby; 2002. p. 72, 188-91.
25. Gladwin M, Bagby M. Clinical aspects of dental materials. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkin; 2013. p. 109-17.
26. Phillips RW, Moore BK. Elements of dental materials for dental hygienists and dental assistants. USA: Saunders Company; 1994. p. 68-73.
27. Combe EC, Grand AA. Notes on dental materials. 6<sup>th</sup> ed. Singapore: Longman Singapore Publisher Pte Ltd; 1992. p. 123-4, 187-92.
28. Ferracane JL. Materials in dentistry principles and applications. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 204-5, 213-5.
29. Yue Y. A comparative study of cellulose I and II fibers and nanocrystals. Heilongjiang Institute of Science and Technology 2007.
30. Sinurat AP. Teknologi pemanfaatan hasil samping industri sawit untuk meningkatkan ketersediaan bahan pakan unggas nasional. Pengembangan Inovasi Pertanian 2012;5(2):65-78.
31. Yan FY, Krishniah D, Rajin M, Bono A. Cellulose extraction from palm kernel cake using liquid phase oxidation. Journal of Engineering Science and Technology 2009;4(1):57-68.
32. Siddique R, Khan MI, Supplementary cementing materials. Berlin: Springer; 2011 : 175- 6
33. Narmatha N, Felixkala T. Analyze the mechanical properties of metakaolin using as a partial replacement of cement in concrete. International Journal of Advance Research, Ideas, and Innovation in Technology. 2017;310-5.
34. Stadtlander CTKH. Scanning electron microscopy and transmission electron microscopy of mollicutes: challenges and opportunities. Modern Research and Educational Topics in Microscopy. 2007.
35. [cited 3 November 2017 at 11:00] Available from URL: <http://www.nano.pitt.edu/node/413>
36. Wang ZL. Transmission electron microscopy of shape-controlled nanocrystals and their assemblies. The Journal of Physical Chemistry B 2000 January;104(6):1153-75.
37. Budiharto. Metodologi penelitian kesehatan dengan contoh bidang ilmu kesehatan gigi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2006. p. 46-53.
38. Kedzio SA, Graham, L, Moorlag, C, Dooley, B.M., Cranston, E.D. Poly(methylmethacrylate)-grafted cellulose nanocrystals: one-step synthesis, nanocomposite preparation, and characterization. Can. J. Chem. Eng. 2016;94:811-22
39. Dongping S, Lingli Z, Qinghang W, Shulin Y. Preliminary research on structure and properties on nano-cellulose. Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed 2007:677-8.