

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 332/Ilmu kedokteran gigi dasar

Bidang Fokus : Kesehatan dan Obat

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DISERTASI DOKTOR



**UJI KEKUATAN FLEKSURAL, KEKUATAN TEKAN DAN
PERLEKATAN BAKTERI *S.MUTANS* PADA BAHAN TUMPATAN
(TAMBALAN GIGI) RESIN KOMPOSIT DENGAN NANOSISAL
SEBAGAI *FILLER* (BAHAN PENGISI)**

PENGUSUL

(Dwi Aji Nugroho, drg, MDSc., 0529108401)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

NOVEMBER 2018

HALAMAN PENGESAHAN


Judul : Uji Kekuatan Fleksural, kekuatan tekan dan Perlekatan Bakteri S.mutans pada Material Tumpatan (Tambalan Gigi) Resin Komposit dengan Nanosisal sebagai Bahan Pengisi

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : drg DWI AJI NUGROHO, S.K.G, MDSc
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
NIDN : 0529108401
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Kedokteran Gigi
Nomor HP : 081575587002
Alamat surel (e-mail) : dwiajinugrohodrg@gmail.com

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 60,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 60,000,000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
UMY

(Dr. dr. Wiwik Kusumawati, M.Kes.)
NIP/NIK 19660527199609173018

Kab. Sleman, 16 - 11 - 2018
Ketua,

(drg DWI AJI NUGROHO, S.K.G, MDSc)
NIP/NIK 19841029201210173187

Menyetujui,
Bli Kepala LP3M UMY

(Dr. dr. Gator Supangkat, M.P.)
NIP/NIK 196210231991031003

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Daftar Isi.....	iii
I. PENDAHULUAN.....	1
a. Latar belakang.....	3
b. Rumusan Masalah.....	3
c. Kebaruan Penelitian, Temuan, dan Kontribusi dalam Ilmu Pengetahuan.....	3
d. Tujuan Khusus.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
a. Serat Sisal.....	3
b. Serat Nanosisal.....	4
c. Resin Komposit Nanosisal.....	4
d. Uji Kekuatan Fleksural.....	5
e. Uji Kekuatan Tekan.....	6
f. Uji Perlekatan bakteri S.mutans.....	6
III. METODE PENELITIAN.....	7
Penelitian yang telah dilakukan	9
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	10
V. REFERENSI.....	17
LAMPIRAN.....	27
Lampran 1. Foto-foto penelitian	

I. PENDAHULUAN

a. Latar belakang

Resin komposit merupakan salah satu bahan tumpatan sewarna gigi yang banyak digunakan saat ini karena memiliki nilai estetis yang tinggi dibandingkan dengan bahan tumpatan warna gigi yang lain. Bahan tersebut merupakan salah satu polimer yang mengeras melalui polimerisasi. Komposisi resin komposit terdiri atas bahan pengisi anorganik, matriks resin dan *coupling agent*. Bahan pengisi anorganik berperan terhadap kekuatan resin komposit. Matriks resin digunakan untuk membentuk fisik resin komposit agar dapat diaplikasikan. *Coupling agent* berfungsi untuk menyatukan bahan pengisi dan matriks resin (Annusavice, 2003).

Penambahan komponen bahan pengisi ke dalam matriks resin secara signifikan dapat meningkatkan sifat mekanis resin komposit. Sifat mekanis resin komposit merupakan faktor penting terhadap kemampuan bahan ini bertahan di dalam gigi karena gigi sering mendapat tekanan pengunyahan. Volume bahan pengisi yang besar dapat meningkatkan kekuatan resin komposit (Raharjo dkk., 2002).

Bahan pengisi resin komposit yang sekarang digunakan, berasal dari bahan anorganik, seperti kwarsa, silikat, gelas dan zirkonia (Anusavice dkk., 2013). Bahan sintetis (anorganik) yang sering digunakan sebagai bahan pengisi pada material tumpatan resin komposit adalah gelas, karena memiliki sifat mekanik yang baik (Campbell, 2004). Namun, material gelas pada resin komposit komposit memiliki kelemahan yang sangat serius. Proses produksi gelas adalah proses energi, yang sangat tergantung pada bahan bakar fosil. Selain itu, gelas bersifat abrasif saat proses pengolahan, sehingga orang yang mengolah gelas akan memiliki risiko tidak sehat. Material gelas juga memiliki dampak lingkungan yang buruk dalam hal emisi polutan. Gelas juga bersifat non-biodegradable, tak terbarukan, dan non-daur ulang (Joshi dkk., 2004; Wambua dkk., 2003). Oleh karena itu, serat alam sebagai bahan penguat dalam komposit matriks polimer telah menjadi perhatian peneliti sebagai calon potensial untuk menggantikan sintetis bahan penguat (Ahmed, 2011).

Salah satu jenis serat alam yang dapat dikembangkan adalah serat sisal (*Agave sisalana*), namun saat ini pemanfaatan utama sisal terbatas pada bidang kelautan dan pertanian. Sisal merupakan salah satu serat alam yang paling banyak digunakan dan paling mudah dibudidayakan (Kusumastuti, 2009). Penelitian Natarajan dkk. (2014) telah menggunakan serat

sisal sebagai penguat bahan resin komposit atau *fiber reinforced composite*. Sisal serat pada penelitian tersebut berukuran diameter 0,2-0,4 mm dialkalisasi serta dicampur dengan resin komposit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sisal serat resin komposit mempunyai kekuatan tekan dan kekuatan tarik lebih tinggi daripada *glass fiber reinforced composite*.

Berdasarkan besar bahan pengisi yang digunakan, resin komposit dapat diklasifikasikan atas resin komposit tradisional, resin komposit mikrofil, resin komposit hibrid dan resin komposit nanofil (Annusavice, 2003). Komposit nanofil memiliki estetis yang baik. Ukuran bahan pengisi resin komposit dapat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanis resin komposit. Bahan pengisi berukuran nano akan mudah dipolish dan menghasilkan tumpatan resin komposit yang mengkilat (Khaled, 2011). Penelitian ini akan menggunakan serat alam berupa sisal berukuran nano, yang akan digunakan sebagai bahan pengisi dalam resin komposit. Serat sisal yang diperoleh akan dilakukan proses kimiawi sehingga diperoleh nanosisal/sellulosa *whiskers* (Ahmed, 2011)

Pembuatan sellulosa *whisker* nanokomposit merupakan pencampuran matriks resin komposit dengan nanosisal/sellulosa *whiskers*. Matriks resin komposit dan nanosisal merupakan komponen organik. Kedua material tersebut dapat berikatan karena sesama material organik. Meskipun demikian, ikatan antara kedua material tersebut dapat ditingkatkan dengan adanya material *coupling*. Material *coupling* yang dapat digunakan untuk meningkatkan ikatan antara kedua material organik adalah *diglycidil eter bisphenol*. Souza dan Reis (2013) meneliti *diglycidil eter bisphenol* sebagai bahan adhesif epoksi resin untuk keperluan industri perminyakan.

Dalam rongga mulut seseorang mengandung berbagai macam spesies bakteri yang bersifat komensal. Bakteri tersebut adalah *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) yang bersifat kariogenik dan merupakan penyebab utama karies gigi. Salah satu ciri dari bakteri ini adalah mempunyai kemampuan menempel pada semua lokasi permukaan habitatnya dalam rongga mulut, sehingga tidak menutup kemungkinan adanya bakteri yang melekat pada permukaan restorasi resin komposit sinar tampak dalam rongga mulut (Tanzer, 1992). Penelitian Anggraeni dkk. (2005) menunjukkan bahwa jumlah koloni *S.mutans* yang menempel pada permukaan resin komposit jenis hybrid lebih banyak daripada jenis mikrofil. Resin komposit jenis hybrid mempunyai ukuran partikel bahan pengisi sebesar 0,04-15 μm , sedangkan bahan pengisi pada jenis mikrofil berukuran partikel 0,04-0,06 μm . Bahan pengisi resin komposit dengan ukuran kecil dan halus yaitu kurang dari 1 μm akan memperbaiki sifat fisik terutama daya tahan terhadap abrasi dan dapat mengurangi kekasaran permukaan resin komposit (Jacobsen, 1981).

Adanya kekasaran permukaan inilah yang merupakan faktor retensi bagi bakteri untuk melekat pada permukaan resin komposit.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan membuat bahan tumpatan baru yaitu, nanosisal komposit, yang akan dibandingkan kekuatan fleksural dan tekannya dengan resin komposit nanofiller sintetis yang sudah digunakan dokter gigi saat ini. Nanosisal komposit juga akan ditambahkan material *coupling diglycidil eter bisphenol*. Penelitian ini juga akan meneliti jumlah koloni *S.mutans* yang melekat pada nanosisal komposit maupun nanofiller sintetis.

b. Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan kekuatan tekan, kekuatan fleksural, perlekatan jumlah koloni (*S.mutans*) antara resin komposit nanofiller sintetis, nanosisal komposit dan nanosisal *diglycidil eter bisphenol*?

c. Kebaruan Penelitian, Temuan, dan Kontribusi dalam Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini membuat bahan tumpatan (tambalan) gigi yang baru, yang belum pernah ada sebelumnya, yaitu nanosisal komposit. Bahan tumpatan tersebut menggunakan bahan pengisi berupa bahan organik serat sisal yang berukuran nano, sedangkan bahan tumpatan resin komposit nanofiller yang sudah banyak digunakan oleh dokter gigi menggunakan bahan anorganik. Pembuatan bahan tumpatan nanosisal komposit merupakan suatu temuan yang baru yang dapat memberikan alternatif bahan tumpatan gigi yang lebih murah dan berkualitas.

d. Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekuatan tekan, kekuatan fleksural, perlekatan jumlah koloni (*S.mutans*) antara resin komposit nanofiller sintetis, nanosisal komposit dan nanosisal *diglycidil eter bisphenol*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Serat Sisal

Serat sisal merupakan jenis serat yang berasal dari daun tanaman sisal (*Agave sisalana*). Tanaman tersebut tersedia dalam jumlah yang banyak, mudah ditanam dan murah serta memiliki sifat fisik dan mekanis yang baik. Setiap tanaman sisal memproduksi 200-250 daun, setiap daun terdiri atas 1000-1200 serat *bundle* (Subiyakto dkk., 2009). Tiga komponen utama penyusun sisal serat adalah selulosa, *hemiselulosa* dan *lignin* (Li dkk., 2007). Menurut Jacob dkk., (2005) kekuatan serat alam tergantung pada kandungan selulosa.

b. Serat Nanosisal

Ekstraksi dan produksi serat selulosa sisal ukuran nano dari sumber selulosa yang berbeda (misalnya kayu, selulosa bakteri, berkulit, dll) telah memperoleh perhatian dari banyak peneliti karena kelimpahan, kekuatan mereka tinggi dan kekakuan, berat badan rendah, dan biodegradasi. Selulosa memiliki struktur hirarkis, yang membentuk rantai selulosa melalui agregasi selama biosintesis ke dalam struktur kristal yang berulang untuk membentuk mikrofibril. Cross dimensi dari mikrofibril berkisar dari 2 sampai 20 nm, tergantung pada sumber selulosa. Fenomena agregasi terjadi terutama melalui gaya van der Waals dan ikatan hidrogen intra dan inter-molekuler. (Kamel, 2007; Eichhorn dkk., 2010).

Prosedur yang khas untuk memproduksi selulosa dengan menghilangkan semua zat pengotor selulosa dengan zat kimia. Pertama-tama, selulosa murni mengalami hidrolisis asam yang kuat di bawah kondisi yang sangat terkendali, yang diikuti dengan pengenceran air dan dicuci dengan menggunakan sentrifugasi, sehingga menghasilkan suspensi. Suspensi yang dihasilkan didialisis untuk menghilangkan asam bebas dan dilanjutkan tahap sonifikasi untuk memisahkan agregat padat. Selanjutnya tahapan filtrasi diperlukan untuk menghilangkan mikroserat dan menghasilkan suspensi koloid stabil dari *whisker* selulosa (Kamel, 2007; Eichhorn dkk., 2010).

Whiskers selulosa memiliki potensi sebagai bahan penguat dalam matriks polime karena sifat mekanik yang baik, ketersediaan melimpah, ramah lingkungan, dapat didaur ulang, dan biodegradasi. Namun, ada beberapa kelemahan dari *whiskers* selulosa, seperti memerlukan waktu prosedur persiapan yang lama dengan hasil yang sangat rendah, permukaan yang sangat hidrofilik, kurangnya ketersediaan komersial, dan stabilitas termal rendah (Ahmed, 2011).

Sifat hidrofilik dari *whiskers* selulosa menjadi masalah penting dalam pembuatan nanosisal karena akan mengganggu proses pencampuran dengan polimer. Beberapa peneliti telah mampu untuk mendapatkan suspensi stabil dari *whisker* selulosa diubah dalam pelarut non-air (pelarut organik) melalui pengeringan beku dan re-dispersi dalam pelarut organik melalui sonikasi (Kvein dkk., 2005). Metode *freeze dried* dapat menghasilkan suspensi stabil *whisker* selulosa, sehingga memberikan sediaan yang baik untuk membentuk *nanokomposit* (Peterson dkk., 2007).

c. Resin Komposit Nanosisal

Sisal nanokomposit merupakan salah satu bionanokomposit. Bionanokomposit dapat didefinisikan sebagai bahan hibrida dengan bahan pengisi berupa nanopartikel *renewable* (selulosa *whiskers*) dan polimer yang berasal dari petroleum seperti PP, PE, dan epoksi resin

(Oksman dkk., 2006). Polimer yang sering digunakan untuk bahan tumpatan resin komposit adalah epoksi resin (Crawford, 1998).

Polimer epoksi terdiri atas monomer resin komposit bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate (Bis-GMA). Bis-GMA mulai dikembangkan pada tahun 1962 untuk memperbaiki sifat fisik resin akrilik (Bowen, 1963). Monomer bis-GMA memiliki inti cincin fenil pusat yang kaku dan dua gugus *hydroxyl* yang sedikit hidrofilik dan memiliki sifat penyerapan air yang tinggi (Kalachandra dkk. 1991). Bis-GMA memiliki viskositas sangat tinggi karena ikatan hidrogen yang kuat (Masak 1992, Kalachandra dkk. 1997). Viskositas tinggi dari bis-GMA membutuhkan pengencer seperti TEGDMA untuk memperoleh kekuatan tinggi sehingga sifat fisik komposit menjadi lebih baik. Namun, monomer pengencer (misalnya TEGDMA) menyebabkan penyerapan air tinggi dan lebih tinggi terjadi polimerisasi *shrinkage* (Lee, 2014).

Polimer epoksi merupakan bahan organik. Selulosa *nanowhisker*/nanosisal juga merupakan bahan organik. Kedua material tersebut dapat berikatan karena keduanya merupakan material organik. Meskipun demikian, ikatan adhesi antara dua material organik dapat ditingkatkan dengan *diglycidyl ether bisphenol*. Ikatan antara material organik Bis-GMA dengan nanosisal dapat terjadi melalui material adhesi *diglycidyl ether bisphenol*. Ikatan ini dapat terjadi melalui gugus (OH) dan gugus amine (NH). Material organik bis-GMA dan nanosisal tidak memiliki gugus amine, maka reaksi pada ketiga molekul tersebut terbentuk melalui gugus (OH). Atom H yang terdapat pada bis-GMA dan nanosisal berikatan dengan atom O sehingga akan terbentuk gugus OH baru. Reaksi kimia yang terjadi pada ketiga molekul tersebut akan terjadi ikatan *crossed link* yang mempunyai kestabilan paling tinggi. Souza dan Reis (2013) meneliti *diglycidyl ether bisphenol A* sebagai bahan adhesif epoksi resin untuk keperluan industri perminyakan. Pencampuran epoksi resin dengan selulosa *whisker* ini dapat menghasilkan sisal nanokomposit.

d. Uji Kekuatan Fleksural

Kekuatan fleksural atau kekuatan transversal merupakan ketahanan suatu bahan sebelum bahan tersebut patah. Kekuatan bahan tersebut dipengaruhi oleh desain konstruksi, panjang bahan, bentuk geometri, kecepatan pemberian gaya, serta bentuk geometri dari alat pembebanan. Akibat dari pemberian beban/gaya, pada bagian atas sampel akan mengalami tekanan dan bagian bawah akan mengalami tarikan sedangkan tekanan geser dihasilkan di dekat ujung tumpuan batang (Anusavice, 2003).

Restorasi yang terdapat di rongga mulut akan menerima berbagai macam gaya dan arah pembebanan, oleh karena itu diperlukan material yang memadai agar restorasi tersebut dapat berfungsi. Uji kekuatan fleksural lebih banyak digunakan karena untuk menggambarkan distribusi tekanan pada beban pengunyahan (Anusavice, 2003). Kekuatan tersebut dapat diukur dengan metode *three point bending test* dengan standar ASTM D790. Dengan metode ini, spesimen akan ditempatkan melintang pada alat uji serupa, kemudian pada sumbu vertikal diberikan gaya secara terus menerus dengan kecepatan konstan.

e. Uji Tekan/Kompresif

Persyaratan utama untuk setiap bahan restorasi adalah mempunyai kekuatan yang cukup untuk melawan fraktur bahkan daerah yang kecil sekalipun, terutama pada bagian tepi, karies sekunder dan kegagalan klinis lebih lanjut (Juwono, 2004).

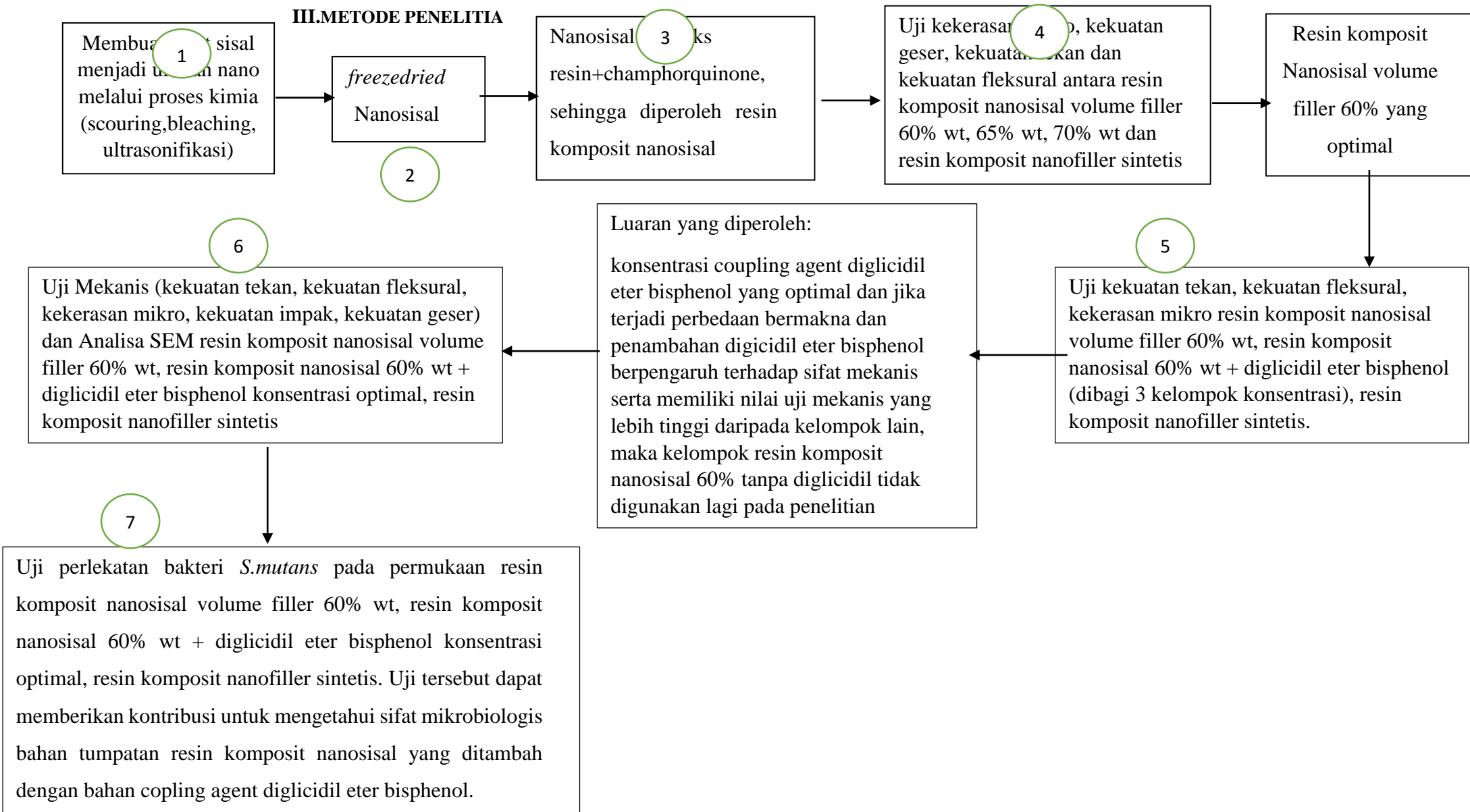
Kekuatan tekan adalah stress maksimum yang dapat diterima oleh suatu bahan dalam bentuk *compressive* sebelum terjadi fraktur. Stress adalah gaya internal perluas suatu bahan, gaya ini sama besarnya tetapi berlawanan arah dengan gaya yang diberi perluas permukaan (Combe, 1992). Menurut Phillips (1992), strength adalah stress maksimum yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu bahan.

f. Uji Perlekatan bakteri *S.mutans*

Dalam rongga mulut mengandung berbagai macam spesies bakteri yang bersifat komensal. Salah satu bakteri tersebut adalah *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) yang bersifat kariogenik dan merupakan penyebab utama karies gigi. Salah satu ciri dari bakteri ini adalah mempunyai kemampuan menempel pada semua lokasi permukaan habitatnya dalam rongga mulut, sehingga tidak menutup kemungkinan adanya bakteri yang melekat pada permukaan restorasi resin komposit sinar tampak dalam rongga mulut.

Habitat utama *S.mutans* berada dalam rongga mulut, faring serta usus (Forssten dkk., 2010). Kolonisasi *S.mutans* di daerah gigi biasanya ditemukan pada permukaan proksimal, pit dan fisur serta permukaan servikal selain itu juga ditemukan pada permukaan tumpatan resin komposit dan gigi tiruan (Marsh and Martin, 2009). Bakteri *S.mutans* yang sering digunakan untuk penelitian adalah *S.mutans* ATCC (American Type Culture Collection) yang menyerupai/mempresentasikan strain *streptococcus* di dalam rongga mulut (Dziedzic dkk., 2015). Penelitian ini menggunakan *S.mutans* ATCC 35668.

III. METODE PENELITIAN



Penelitian yang telah dilaksanakan

1. Februari 2018:
 - a. Pembelian serat sisal lagi, karena serat sisal dan nanosisal telah habis akibat digunakan untuk pre-penelitian
 - b. Pemotongan serat sisal dan serat tersebut diberi perlakuan scouring pertama
2. Maret 2018:
 - a. Perlakuan lanjutan scouring kedua dan ketiga terhadap serat sisal
 - b. Perlakuan dua kali bleaching terhadap serat sisal
3. April 2018:
 - a. Perlakuan bleaching ketiga terhadap serat sisal
 - b. Pengamatan SEM terhadap serat sisal yang telah diberi perlakuan
 - c. Isolasi bakteri s.mutans
 - d. Pengeringan serat microsisal dengan freeze dry selama 36 jam
 - e. Identifikasi isolat bakteri s.mutans
4. Mei 2018:
 - a. Pembuatan cetakan sampel uji fleksural uji kekuatan tekan yang terbuat dari bahan alumunium uji perlekatan bakteri
 - b. Perawatan Reagen/matriks resin dari luar negeri yang dipesan sejak february tetapi bulan Mei baru datang, karena reagen tersebut akan rusak jika diletakkan di suhu ruang.
5. Juni 2018:
 - a. Uji coba pencampuran serat microsisal dengan matriks resin, karena pada saat pre penelitian peneliti telah membuat serat sisal menjadi serat nanosisal, tetapi hasil pencampuran kurang homogen sehingga nilai uji kekerasan sangat kecil, sehingga kami mencoba teknik pencampuran yang berbeda dengan teknik pada saat pre-penelitian dengan menggunakan serat microsisal terlebih dahulu.
 - b. Uji kekerasan campuran serat microsisal dengan matriks resin. Hasil uji kekerasan tersebut sesuai dengan syarat bahan tambal gigi
 - c. Perlakuan bleaching terhadap serat microsisal agar mendapat serat nanosisal
 - d. Pengamatan SEM terhadap serat microsisal, ternyata belum berukuran nano, sehingga perlu dilakukan proses ultrasonifikasi terhadap serat microsisal
6. Juli 2018:
 - a. Proses ultrasonifikasi terhadap serat microsisal

- b. Pengamatan SEM terhadap serat microsisal. Hasil pengamatan menunjukkan serat sudah berukuran nano
 - c. Serat nanosisal dilakukan freeze dry
 - d. Pembuatan sampel penelitian untuk uji fleksural
 - e. Uji fleksural
7. Agustus 2018:
- a. Pembuatan sampel penelitian untuk uji kekuatan tekan
 - b. Uji kekuatan tekan
 - c. Submit jurnal internasional terindeks scopus.
8. September 2018
- a. Pembuatan sampel untuk uji perlekatan bakteri S.Mutans
 - b. Perendaman sampel dalam saliva
 - c. Uji perlekatan bakteri S.Mutans
 - d. Perhitungan jumlah koloni bakteri S.Mutans

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini terdiri atas tiga kelompok material resin komposit, yaitu: nanosisal komposit 60%; nanosisal komposit 60% dengan coupling agent; nanofiller komposit (Z350 XT, 3M ESPE). Rerata kekuatan fleksural tiga kelompok tersebut tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata kekuatan fleksural nanosisal komposit

Kelompok penelitian	Rerata Kekuatan fleksural (MPa)
Nanosisal komposit 60%	25,53
Nanosisal komposit 60%+coupling agent	28,61
Nanofiller komposit (Z350XT, 3M ESPE)	14,98

Tabel 1 menunjukkan bahwa rerata kekuatan fleksural tertinggi pada kelompok nanosisal komposit 60% yang ditambah *coupling agent*. Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal (lampiran). Selanjutnya, data dianalisis dengan Anova satu jalur. Ringkasan hasil analisis data kekuatan fleksural Anova satu jalur (tabel 2).

Tabel 2. Ringkasan analisis data kekuatan fleksural Anova satu jalur.

	df	F	Sig
Antar kelompok	2	2,879	0,076
Dalam kelompok	24		
Jumlah	26		

Tabel 2 menunjukkan bahwa $p > 0,05$ ($p = 0,076$). Hal tersebut berarti tidak ada perbedaan bermakna antara kelompok penelitian, sehingga tidak terdapat perbedaan kekuatan fleksural antara kelompok penelitian. Selanjutnya, data dianalisis dengan LSD (tabel 3).

Tabel 3. Ringkasan Uji LSD nilai kekuatan fleksural

	Nanosisal komposit 60%	Nanosisal komposit 60% +coupling	Nanofiller (Z350XT)
Nanosisal komposit 60%	-	0,467	0,121
Nanosisal komposit 60%+coupling		-	0,028*
Nanofiller komposit (Z350XT)			-

* = perbedaan signifikan

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan fleksural yang bermakna ($p < 0,05$; $p = 0,028$) antara kelompok nanosisal komposit 60%, ditambah *coupling agent* dengan kelompok nanofiller (Z350XT). Selain itu, tidak terdapat perbedaan kekuatan fleksural yang bermakna ($p > 0,05$; $p = 0,467$; $0,121$) antara kelompok nanosisal komposit 60% dengan nanofiller Z350 XT dan kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent*. Penelitian ini juga melakukan uji kekuatan tekan. Rerata nilai uji kekuatan tekan nanosisal komposit (tabel 4).

Tabel 4. Rerata nilai uji kekuatan tekan nanosisal komposit

Kelompok penelitian	Rerata Kekuatan Tekan (MPa)
Nanosisal komposit 60%	92,92
Nanosisal komposit 60%+coupling agent	71,07
Nanofiller komposit (Z350XT, 3M ESPE)	85,11

Tabel 4 menunjukkan bahwa rerata kekuatan tekan tertinggi pada kelompok nanosisal komposit 60%. Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal (lampiran). Selanjutnya, data dianalisis dengan Anova satu jalur. Ringkasan hasil analisis data kekuatan tekan Anova satu jalur tertera pada tabel 17.

Tabel 5. Ringkasan Uji Anova satu jalur kekuatan tekan

	df	F	Sig	
Antar kelompok	2	2,290	0,124	Dalam
kelompok	23			
Jumlah	25			

Tabel 5 menunjukkan bahwa $p > 0,05$ ($p = 0,124$). Hal tersebut berarti tidak ada perbedaan bermakna antara kelompok penelitian, sehingga tidak terdapat perbedaan kekuatan tekan antara kelompok penelitian. Selanjutnya, data dianalisis dengan LSD (tabel 6).

Tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan tekan yang bermakna ($p < 0,05$; $p = 0,047$) antara kelompok nanosisal komposit 60% dengan kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent*. Selain itu, tidak terdapat perbedaan kekuatan tekan yang bermakna ($p > 0,05$; $p = 0,52$; $0,18$) antara kelompok nanofiller Z350 XT dengan nanosisal komposit 60% dan kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent*.

Tabel 6. Ringkasan Uji LSD nilai kekuatan tekan

	Nanosisal komposit 60%	Nanosisal komposit 60% +coupling	Nanofiller (Z350XT)
Nanosisal komposit 60%	-	0,047*	0,520
Nanosisal komposit 60%+coupling		-	0,180
Nanofiller komposit (Z350XT)			-

* = perbedaan signifikan

Penelitian ini juga melakukan uji perlekatan bakteri *S.mutans*. Rerata jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* pada nanosisal komposit tertera pada tabel 7. Tabel 7 menunjukkan bahwa rerata jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* tertinggi pada kelompok nanofiller komposit (Z350 XT). Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov.

Tabel 7. Rerata jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* pada nanosisal komposit

Kelompok penelitian	Rerata jumlah perlekatan bakteri <i>S.mutans</i> ($\times 10^3$ CFU/ml)
Nanosisal komposit 60%	0,55± 0,88
Nanosisal komposit 60%+coupling	0,00± 0,00
Nanofiller komposit (Z350XT)	2,00± 2,17

Tabel 8. Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov perlekatan bakteri *S.mutans* nanosisal komposit

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov	Sign
Nanosisal komposit 60%	1,207	0,109
Nanosisal komposit 60%+coupling agent	0,000	0,000
Nanofiller komposit Z350XT	0,697	0,716

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal (tabel 8). Selanjutnya, data dianalisis dengan Anova satu jalur. Ringkasan hasil analisis Anova satu jalur tertera pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan bahwa $p < 0,05$ ($p = 0,013$). Hal tersebut berarti

terdapat perbedaan bermakna antara kelompok penelitian, sehingga terdapat perbedaan yang bermakna jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* pada nanosisal komposit antara kelompok penelitian. Selanjutnya, data dianalisis dengan LSD (tabel 10).

Tabel 9. Ringkasan analisis Anova satu jalur data perlekatan bakteri *s.mutans*.

	df	F	Sig
Antar kelompok	2	5,206	0,013
Dalam kelompok	24		
Jumlah	26		

Tabel 10. Ringkasan uji LSD jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* nanosisal komposit.

	Nanosisal komposit 60%	Nanosisal komposit 60% + <i>coupling</i>	Nanofiller (Z350XT)
Nanosisal komposit 60%	-	0,555	1,444*
Nanosisal komposit 60%+ <i>coupling</i>		-	2,000*
Nanofiller komposit (Z350XT)			-

* = $p < 0,05$

Tabel 10 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* pada nanosisal komposit yang bermakna ($p < 0,05$; $p = 0,005$; $0,033$) antara kelompok nanofiller (Z350 XT) dengan kelompok nanosisal komposit 60% dan kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent*. Selain itu, tidak terdapat perbedaan jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* yang bermakna ($p > 0,05$; $p = 0,394$) antara kelompok nanosisal komposit 60% dengan kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent*.

B. Pembahasan

Tabel 1 menunjukkan bahwa rerata kekuatan fleksural tertinggi pada kelompok nanosisal komposit 60% yang ditambah *coupling agent* dengan nilai 28,61 MPa. Hal tersebut

disebabkan oleh adhesi yang baik antara matriks resin, coupling agent dan nanosisal. Coupling agent yang digunakan dalam penelitian ini adalah *diglycidyl eter bisphenol*. Ikatan antara matriks resin Bis-GMA dengan nanosisal dapat terjadi melalui material adhesi *diglycidyl eter bisphenol*. Ikatan ini dapat terjadi melalui gugus (OH) dan gugus amine (NH). Material organik bis-GMA dan nanosisal tidak memiliki gugus amine, maka reaksi pada ketiga molekul tersebut terbentuk melalui gugus (OH). Atom H yang terdapat pada bis-GMA dan nanosisal berikatan dengan atom O sehingga akan terbentuk gugus OH baru dan mampu berikatan secara kimia dengan baik. Material yang memiliki ikatan kimia yang baik dapat menahan gaya fleksural yang tinggi, tetapi belum tentu dapat menahan gaya tekan tinggi. Hal tersebut disebabkan kekuatan fleksural dipengaruhi oleh adhesi antara filler dengan matriks, sedangkan kekuatan tekan dipengaruhi oleh orientasi serat dalam matriks (Barnes, 2007).

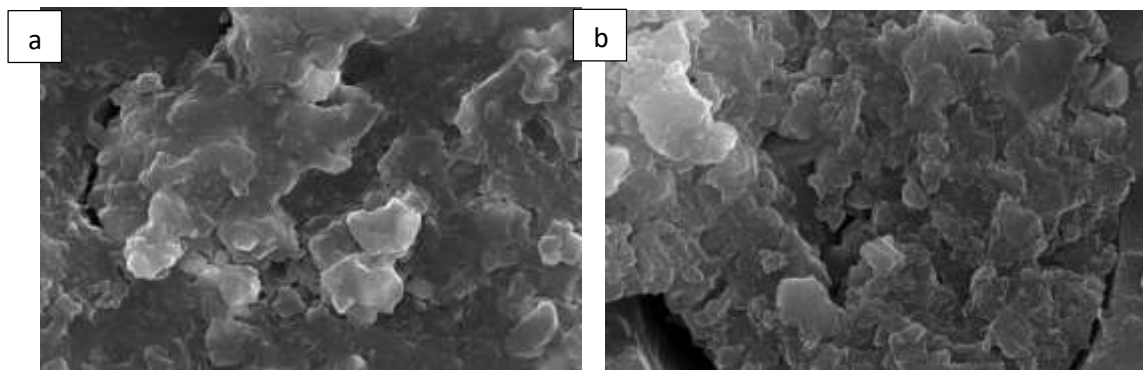
Nilai kekuatan fleksural semakin rendah pada kelompok nanosisal komposit 60% dengan nilai 25,53 MPa. Penurunan kekuatan fleksural disebabkan oleh tidak adanya coupling agent yang membuat ikatan kimia antara matriks resin dengan nanosisal, meskipun matriks resin dan nanosisal adalah material organik yang dapat larut dan berikatan jika dicampur. Ketiadaan coupling agent juga dapat menyebabkan aglomerasi dan dispersi serat yang buruk pada matriks polimer, sehingga tidak memadainya adhesi matriks serat dan transmisi nonuniform dari tekanan fleksural yang diterapkan (Sudhakara dkk., 2013).

Kelompok nanofiller Z350 XT memiliki nilai *flexural* terendah (14,98 MPa) karena jenis komposit tersebut memiliki filler anorganik, sehingga ikatannya dengan matriks resin sangat tergantung kepada *coupling agent* (silane). Jumlah silane yang terkandung dalam resin komposit *nanofiller* tidak seimbang, maka penyaluran tekanan dari matriks ke *filler* tidak akan berjalan dengan baik sehingga resin komposit menjadi mudah pecah (Eng dkk., 2014). Selain itu, monomer Bis-GMA (material organik) memiliki konversi ikatan rangkap yang tidak sempurna dengan material anorganik pada saat setelah polimerisasi ketika komposit dikeraskan

(Dickens dkk., 2005) (Lovell dkk., 1999). Selanjutnya, mobilitas molekul monomer dan oligometrik menurun saat material terbentuk. Hal ini menyebabkan terperangkapnya monomer dan kelompok metakrilat tambahan yang tidak bereaksi dalam bahan. Oleh karena itu, bahan telah mengurangi kekuatan akibat rendahnya tingkat konversi (Ferracane dkk., 2010).

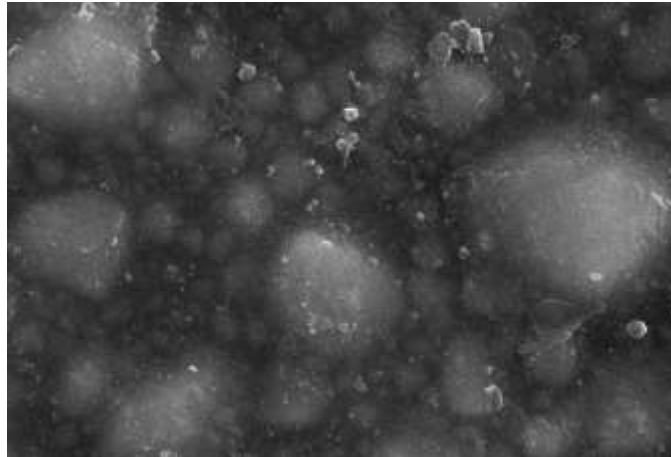
Hasil penelitian menunjukkan rerata kekuatan tekan kelompok Nanosisal komposit 60%: 92,92 MPa; kelompok Nanosisal komposit 60%+coupling agent: 71,07 MPa; Nanofiller komposit (Z350XT): 85,11MPa. Kelompok nanosisal komposit 60% memiliki kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan dengan resin komposit *nanofiller* Z350. Hal yang menyebabkan resin komposit nanosisal komposit 60% memiliki kekuatan tekan lebih besar dibandingkan dengan resin komposit *nanofiller* adalah ikatan yang terbentuk antara nanosisal dan matriks resin lebih kuat karena memiliki ikatan kimia melalui gugus OH. Berdasarkan pengamatan struktur kimia matriks resin dan nanosisal, atom H yang terdapat pada matriks resin, berikatan dengan atom O yang terdapat pada nanosisal sehingga akan terbentuk gugus OH baru. Selain itu, ikatan mekanis juga terbentuk antara matriks resin dengan nanosisal melalui kekasaran permukaan serat sisal. Proses awal pembuatan nanosisal sangat mempengaruhi sifat mekanis dari resin komposit. Pada penelitian ini dilakukan *scouring* yang dalam prosesnya juga termasuk perlakuan alkalisasi. Serat sisal itu sendiri memiliki kandungan kelompok gugus *hydroxyl* yang dapat membentuk ikatan hydrogen. Ikatan hydrogen tersebut dapat mempengaruhi stabilitas dimensi dari serat alami. Hal ini akan menyebabkan ikatan yang lemah antara resin dengan matriks (Ilomäki, 2011). Menurut penelitian sebelumnya, alkalisasi dapat memecah ikatan hidrogen pada struktur jaringan tersebut sehingga akan meningkatkan kekasaran permukaan serat sisal yang mengakibatkan perlekatan antara matrik resin dengan serat sisal semakin kuat. Perlakuan alkalisasi ini terbukti dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari serat alami (Li dkk., 2007).

Orientasi serat nanosisal juga dapat berpengaruh terhadap kekuatan tekan resin komposit nanosisal (Barnes, 2007). Serat nanosisal yang dapat berikatan (larut) dan terdistribusi secara merata ke dalam matriks resin menyebabkan rerata kekuatan tekan kelompok resin komposit nanosisal 60% tertinggi dalam penelitian ini. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sriwita dan Astuti (2014) yang menunjukkan bahwa serat yang tersebar secara acak dan merata dalam komposit memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi. Orientasi serat nanosisal komposit juga terlihat dalam SEM yang dilakukan dalam penelitian ini (Gambar 1). Gambar 1.a menunjukkan bahwa serat nanosisal terdistribusi merata ke dalam matriks resin.



Gambar 1. Foto hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran 8000x. a. Sampel kelompok nanosisal komposit 60%; b. sampel kelompok nanosisal komposit 60%+ coupling agent.

Kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah coupling agent memiliki kekuatan tekan yang terendah. Hal tersebut disebabkan oleh orientasi serat nanosisal yang searah dan tidak terdistribusi merata ke dalam matriks resin karena serat nanosisal terlebih dahulu dibungkus oleh coupling agent sebelum adhesi dengan matriks resin. Gambar 1.b telah menunjukkan bahwa orientasi serat nanosisal searah dan tidak terdistribusi merata. Penelitian Sriwita dan Astuti (2014) juga menunjukkan bahwa orientasi serat searah memiliki kekuatan tekan komposit yang lebih rendah.



Gambar 2. Hasil foto analisis Scanning Electron Microscope (SEM) sampel kelompok nanofiller Z350 XT, perbesaran 8000x.

Ketidakseimbangan jumlah *coupling agent* pada resin komposit nanofiller dapat mengakibatkan kekuatan tekan resin komposit nanofiller Z350 XT lebih rendah daripada resin komposit nanosisal 60% (Zaghloul dkk., 2014). *Coupling agent* yang digunakan pada resin komposit Z350 XT adalah silane. Silane adalah promotor adhesi yang mengandung dua fungsi reaktif yang berbeda yang dapat bereaksi dan berpasangan dengan variasi material organik dan anorganik. Silane digunakan untuk membuat ikatan antara bahan yang berbeda (Matinlinna dkk., 2017). Hasil analisis dengan SEM sampel kelompok nanofiller Z350 XT (gambar 12), telah menunjukkan bahwa silane sebagai *coupling agent* tidak dapat dengan sempurna membuat ikatan antara matriks resin dengan anorganik filler, sehingga banyak celah yang terbentuk antara anorganik filler dengan matriks resin.

Kelompok fungsional yang dapat terhidrolisis pada silane akan bereaksi dengan gugus hidroksil pada permukaan substrat anorganik dan akan membentuk ikatan siloxane (Si-O-Si). Kelompok fungsional organik yang tidak dapat terhidrolisis bersamaan dengan ikatan rangkap C=C dapat berpolimerisasi dengan monomer komposit resin yang mengandung ikatan ganda. Hal ini dapat diasumsikan bahwa harus ada keseimbangan antara jumlah gugus hidroksil substrat anorganik dengan kelompok fungsional yang dapat terhidrolisa dalam silane tersebut (Zaghloul dkk., 2014). Apabila jumlah silane yang terkandung dalam resin komposit *nanofiller*

tidak seimbang, maka penyaluran tekanan dari matriks ke *filler* tidak akan berjalan dengan baik sehingga resin komposit menjadi mudah pecah (Eng dkk., 2014).

Rerata jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* pada sampel kelompok nanosisal komposit 60% dan nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent* lebih rendah daripada rerata jumlah perlekatan bakteri *S.mutans* pada sampel kelompok nanofiller Z350 XT (tabel 7). Hal tersebut disebabkan oleh nanosisal yang berasal dari serat selulosa daun tanaman Agave Sisalana memiliki kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, dan tannin, yang bersifat anti bakteri (Ade-Ajayi dkk., 2011). Saponin merupakan senyawa yang dikandung dalam ekstrak etanol daun sisal, bersifat antibakteri dengan bekerja efektif pada bakteri Gram positif (Soetan dkk., 2006; Hassan, 2008). Mekanisme kerja antibakteri dari saponin dengan cara meningkatkan permeabilitas membrane sel sehingga membran menjadi tidak stabil dan mengakibatkan hemolisis sel (Dewi dkk., 2015).

Senyawa flavonoid bersifat antibakteri melalui tiga mekanisme, yaitu: menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sel dan menghambat metabolisme energi. Mekanisme kerja flavonoid dalam menghambat sintesis asam nukleat dilakukan melalui cincin B pada flavonoid yang mempunyai peranan penting dalam proses interkalasi atau ikatan hidrogen dengan penumpukan basa asam nukleat, sehingga menghambat sintesis DNA dan RNA (Cushnie, 2005). Flavonoid menghambat fungsi membran sel bakteri melalui ikatan kompleks dengan protein ekstraseluler yang bersifat larut sehingga dapat mengganggu integritas membran sel bakteri (Cowan, 1999). Adanya gangguan dalam permeabilitas membran sel ini akan mempengaruhi gradien elektrokimia proton yang melewati membran. Gradien elektrokimia proton melintasi membrane sangat penting bagi bakteri dalam mensintesis ATP, transport membran dan pergerakan bakteri, sehingga dengan adanya senyawa flavonoid akan menyebabkan terganggunya *proton motive force* yang berakibat terganggunya sintesis ATP, transport membran dan pergerakan bakteri. Selain itu penghambatan metabolisme energi

bakteri oleh flavonoid dilakukan dengan cara menghambat proses respirasi bakteri sehingga adanya energi yang dihambat akan berpengaruh terhadap aktivitas penyerapan metabolit dan biosintesis makromolekul bakteri (Cushnie, 2005).

Menurut Brooks dkk. (2010), struktur dinding sel bakteri juga menentukan penetrasi, ikatan dan aktivitas suatu senyawa antibakteri. *Streptococcus mutans* termasuk bakteri Gram positif dengan dinding sel yang tersusun oleh 40%–80% peptidoglikan/murein yang bisa mencapai hingga 40 lapisan. Pada bakteri Gram positif terdapat asam teikoid yang dihubungkan dengan peptidoglikan melalui ikatan kovalen. Asam teikoid ini bersifat hidrofilik (larut dalam air) dan berfungsi sebagai media transport ion bermuatan positif untuk keluar masuk ke dinding sel (Trivedi, 2010). Sifat larut air inilah yang menyebabkan dinding sel bakteri Gram positif bersifat lebih polar sehingga senyawa flavonoid akan lebih mudah menembus dinding sel *S. mutans*.

Kandungan senyawa tannin mempunyai aksi antibakteri yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menonaktifkan adhesin bakteri, menghambat kerja enzim, menghambat transport protein pada selubung sel (Cowan, 1999). Menurut Akiyama dkk. (2001) dan Chung dkk. (2006), mekanisme kerja tanin sebagai bahan antibakteri antara lain melalui perusakan membran sel bakteri karena toksisitas tanin dan pembentukan ikatan kompleks ion logam dari tanin yang berperan dalam toksisitas tanin. Bakteri yang tumbuh dalam kondisi aerob memerlukan zat besi untuk berbagai fungsi, termasuk reduksi dari precursor ribonukleotida DNA. Adanya ikatan antara tanin dan besi akan menyebabkan terganggunya berbagai fungsi bakteri. Samaranayake (2012) menyatakan bahwa *S. mutans* merupakan bakteri fakultatif anaerob sehingga masih dapat hidup dalam kondisi aerob, apabila hidup dalam kondisi aerob maka bakteri akan terganggu dengan adanya senyawa tannin sebagaimana penelitian dilakukan dalam kondisi aerob. Penelitian Xie dkk. (2008) menunjukkan bahwa tannin mempunyai efek menghambat pertumbuhan *S. mutans*.

Kandungan alkaloid dalam ekstrak etanol daun sisal mempunyai kemampuan antibakteri karena memiliki gugus aromatik kuartener yang mampu berinterkalasi dengan DNA (Cowan, 1999). Selain itu alkaloid juga mampu mengganggu integritas komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri. Peptidoglikan merupakan komponen penyusun dinding sel bakteri sehingga adanya gangguan tersebut akan menyebabkan lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel (Cushnie, 2005). Susunan dinding bakteri *S. mutans* yang tersusun oleh lapisan peptidoglikan akan terganggu dengan adanya alkaloid yang terkandung dalam ekstrak etanol daun sisal sehingga berakibat terganggunya integritas dinding sel *S. mutans* (Trivedi dkk., 2010).

Rerata jumlah perlekatan bakteri *S. mutans* pada sampel kelompok nanosisal komposit 60% lebih banyak daripada sampel pada kelompok nanosisal komposit 60%, yang ditambah *coupling agent* (Tabel 7). Penambahan *coupling agent* menghasilkan perlekatan *S. mutans* yang tidak berbeda bermakna dibanding dengan yang tanpa penambahan *coupling agent* (Tabel 10). Hal tersebut dapat diterangkan sebagai berikut: *Coupling agent diglycidyl ether bisphenol* memiliki daya antibakteri dan merupakan epoksi resin yang memiliki komponen mutagenik dari material resin. Daya antibakteri yang dimiliki oleh resin epoksi terjadi karena peran aktif kandungan resin epoksi. Sifat toksik yang terkandung dalam resin epoksi, serta residu yang tidak terpolimerisasi saat pencampuran dengan matriks dapat meningkatkan efek toksik yang berpengaruh pada daya antibakteri (Nawal dkk., 2011). Pengikatan *coupling agent diglycidyl ether bisphenol* diawali dengan pembukaan cincin epoksi membentuk gugus hidroksil yang akan berikatan dengan matriks (Cohen dan Hargreaves, 2010) satu sisi gugus fungsional dan pengikatan terhadap *filler* nanosisal pada gugus hidrolisabel. Dengan demikian adhesivitas antara nanosisal dengan matriks komposit meningkat dan menjadi lebih hidrofobik sehingga menurunkan perlekatan *S. mutans* walaupun tidak bermakna dibanding dengan nanosisal 60%. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembuatan nanosisal komposit resin

bahwa penambahan 60% nanosisal menurunkan perlekatan *S.mutans* secara bermakna dan tidak diperlukan tambahan *coupling agent*.

Referensi

- Abdulmajeed, A.A., Narhi, T.O., Valittu, P.K., Lasilla, L.V., 2011, The Effect of High Fiber Fraction on Some Mechanical Properties of Unidirectional Glass Fiber Reinforced Composite, *Dental Materials*, 27: 313-321.
- Ade-Ajayi, A. F., Hammuel, C., Ezeayanaso, C., Ogabiela, E. E., Udiba, U. U., Anyim B., Olabanji, O., 2011, Preliminary phytochemical and antimicrobial screening of *Agave sisalana* Perrine juice (waste), *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 3(7),180-183
- Aguiar, F.H.B., Oliveira, T.R.V., Lima, D.A.N.L., Paulillo, L.A.M.S., Lovadino, J.R. 2007. Effect of Light Curing Modes and Ethanol Immersion Media on The Susceptibility of a Microhybrid Komposit Resin to Staining. *J Appl Oral Sci*. 15(2):105-109
- Ahmed, E.E.M., 2011, The Influence of micro and Nano-sisal fibres on the morphology and properties of different polymers, Ph.D *Thesis* in Polymer science, Department of Chemistry, Faculty of Natural and Agricultral Sciences, University of The Free State.
- Albers, H.F., 2002, *Tooth-colored Restoratives Principles and Techniques*. BC Decker Inc Hamilton: London.
- Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T.,Iwatsuki,T., 2001, Antibacterial action of several tannins against staphylococcus aureus. *J Antimicrob Chemother*, 48: 487 – 491
- Amar, B., 2008, Pengaruh Konsentrasi Serat Rami terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester, *Tesis*, Jurusan Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.
- American Dental Association, 1975, ADA Specification No.12 *Dental Base Polymer*, Chicago
- Anggraeni, A., Yuliati, A., Nirwana, I., 2005, Perlekatan koloni Streptococcus mutans pada permukaan resin komposit sinar tampak, *Maj. Ked. Gigi*, vol 38:1; 8-11.
- Anusavice, J., 2003, *Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Trans. Johan Arif Budiman, Susi Puwoko. Lilian Juwono, eds. Edisi 10. Jakarta: EGC. 49-55, 197-210.
- Anusavice, J., 2013, *Phillips Dental Material*. 49-55, 197-210. 11st edition, Elsevier Ltd, Oxford, UK
- Ariyanti, N.K., Darmayasa, I.B.G., Sudirga, S.K., 2012, Daya Hambat Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*Aloe barbadensis* Miller) terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus ATCC 25923 dan Escherichia Coli ATCC 25922, *Jurnal Biologi*, 16, 1-14.
- Balaguru, V., Ganesh, T.N., Jappes, J.T.W., Silva, I., 2009, Effect of Water Absorption on the Mechanical Properties of Fiber Reinforced Polyester Composite, *IJAEA*, 2(2): 5-9.

- Barnes, A.J., 2007, Uniaxial Compression and Flexural Behaviour of High Performance Cementitious Composites (HPFRCC), *Thesis*, University of Wisconsin
- Betan, A.D., Sonief, A.A., Soenoko, R., 2014, Pengaruh persentase alkali pada serat pangkal pelepah daun pinang (Areca Catechu) terhadap sifat mekanis komposit polimer, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(2): 119–126.
- Bektas, O.O., Hürmüzlü, F., Eren, D. 2012. Effect of The Komposit Curing Light Mode on Polymerization *Shrinkage* of Resin Komposits. *Cumhuriyet Dent J.* 15(1):1-6
- Beyth, N., Shvero, D., Zaltsman, Houri-Haddad, Y., Abramovitz, I., Davidi, M., Weiss, E., 2013, Rapid Kill-Novel Endodontic Sealer and Enterococcus Faecalis, *Plos One*, 8(11):68-78.
- Bowen, R.L., “Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, 66 (1963) : 57-64
- Brighenti, F.L., Luppens, S.B., Delbem, A.C., Deng, D.M., Hoogenkamp, M.A., Gaetti-Jardim, E., Dekker, H.I., Crielaard, W., Ten Cate, J.M., 2008, Effect of Psidium Cattleianum Leaf Extract on Streptococcus mutans Viability, Protein Expression, and Acid Production, *Caries Res*; 42: 148-154.
- Brooks, G.F., Carol, K.C., Butel, J.S., Morse, S.A., Mietzner, T.A., 2010, *Jawetz, Melnick & Adelberg Medical Microbiology 25th edition*. The Mc Graw-Hill Companies, 56 – 62, 339–370.
- Burgess, J.O., Walker, M.S.R., Davidson, J.M. 2002. Posterior Resin-Based Komposit Review Of The Literature. *Pediatr Dent.* 24:465-479
- Cakir, D., Sergent, R., Burgess, J.O., 2007, Polymerization *Shrinkage*: A Clinical Review. *Inside Dentistry*. Vol 3(8).
- Campbell, F.C., 2004, *Manufacturing Proesses for Advaced Komposits*, Elsevier Ltd, Oxford, UK. p.40
- Campos, E.A., Ardu, S., Lefever, D., Jasse, F.F., Bortolotto, T., Krejci, I., 2014, Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*; 42: 575 – 81.
- Casselli, D.S.M., Worschech, C.C., Paulillo, L.A.M.S. and Dias, C.T.D.S. 2006, Diametral Tensile Strength Of Komposit Resins Submitted To Different Activation Techniques. *Braz Oral Res.* 20(3):214-218
- Chan, K.H.S., Mai, Y., Kim, H., Tong, K.C.T., Ng, D. And Hsiao, J.C.M., 2010, Review: Resin Komposit Filling. *Materials.* 3: 1221-243
- Chikkol, S.V., Bennehalli, B., Kenchappa, M.G., Ranganagowda, R.P.G., 2010, Flexural behaviour of areca fibers composites. *Bioresources*, 5(3): 1846-1858
- Chung, J.Y., Choo, J.H., Lee, M.H., Hwang, J.K., 2006, Anticariogenic activity of macelignan isolated from myristica fragans (nutmeg) against streptococcus mutans. *Phytomedicine*, 13(4): 261 – 266

- Combe, E.C., 1992, *Notes on Dental Materials*, 6th edition Churchill Livingstone: Edinburgh.
- Cramer, N.B., Stansbury, J.w., Bowman, C.N., 2011, Recent Advances and Developments in Komposit Dental Restorative Materials, *J Dent Res.* 90(4):401-416.
- Craig, R.G., Powers J.M. dan Wataha J.C., 2002, *Dental Material: Properties and Manipulation*. 7th ed. India: Mosby, 264.
- Crawford, R.J., 1998, *Plastic engineering*, Belfast IRL, 3rd Edition
- Cushnie, T.P.T., Lamb, A.J., 2005, Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents*, 26: 343 – 356
- Cohen, S., dan Hargreaves, K.M., 2010, *Pathways of The Pulp*, 10th ed., Mosby Elsevier, Saint Louis, 368-370.
- Cowan, M.M., 1999, Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev.*, 12(4): 564 – 582.
- Denkist, 2009, Material Safety Data Sheet, <http://www.tablazat.hu/images/upload/products/005msdcharmfilflow.pdf>. (online accessed Oct 28th 2016
- Dewi, Z.Y., Nur, A., Hertriani, T., 2015, Efek antibakteri dan penghambatan biofilm ekstrak serih (*cymbopogon nardus* l.) terhadap bakteri streptococcus mutans, *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 1(2): 136 – 141.
- Donly,K.J., Godoy, F.G. 2002, The use of resin-based komposit in children. *Pediatr Dent.* 24:480-488
- Dickens, S.H. and Cho, B.H., 2005, Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and Weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bonding agents, *Dent. Mat*, 21(2005) : 354-364
- Dwi Aji Nugroho, Widjijono, Nuryono, Widya Asmara, Wijayanti, Ardianata, 2017, Effect of Filler Volume of Nanosisal in Compressive Strength of Composite Resin, *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*. 50(4): 183-187.
- Dwi Aji Nugroho, Widjijono, Nuryono, Widya Asmara, Ensa Dyota, 2018, Tensile Strength Between Nanosisal Composite with Nanofiller Composite Dental Restorative Material, *Proceeding*, Asian Bioceramics Symposium.
- Dziedzi, A., Wojtyczka, R.D., Kubina, R., 2015, Inhibition of Oral Streptococci Growth Induced by the Complementary Action of Berberine Chloride and Antibacterial Compounds, *Molecules*: 20: 13705-13724.
- Edgerton, M., Levine, M.J., 1993, Characterization of Acquired denture Pelicle from Healthy and Stomatitis Patients, *J. Prosthet Dent.*: 68: 683-691.
- Eichhon, S.J., Dufresne, A., Aranguren, M., Marcovich, N., Capadona, J.R., Rowan, S.J., Weder, C., W. Thielemans, M. Roman, S. Renneckar, W. Gindl, S. Veigel, J. Keckes, H. Yano, K. Abe, M. Nogi, A.N. Nakagaito, A. Mangalam, J. Simonsen, A.S. Benight, A. Bismarck, L.A. Berglund, T. Peijs, 2010, Review: current international research

- into sellulosa nanofibres and nanokomposits. *Journal of Materials of Science*; 45:1-33.
- Eng, C.C., Ibrahim, N.A., Zainudin, N., Arifin, H., Yunus, W.Z.W., 2014, Impact Strength and Flexural Properties Enhancement of Methacrylate Silane Treated Oil Palm Mesocarp Fiber Reinforced Biodegradable Hybrid Composites, *The Scientific World Journal*, 2014.
- Fahrurrozi, R., 2013, *Pengaruh Penambahan Serat Tumbuhan Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanis Mortar*. Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Federrer, W. T., 1963, *Experimental design. Theory and application*, Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, India.
- Ferrcane, J.L., 2010, Resin Composite-State of the Art, *Dental Materials*: 27: 29-38.
- Filho, I.S., Passos, J.S., Cruz, S.S., 2003, Respiratory Disease and The Role of Oral Bacteria, *Journal of Oral Microbiology*: 5811.
- Forsten S.D., Marika, B., Ouwehand, A.C., 2010, Streptococcus Mutans, Caries and Simulation Models, *Nutrients*: 2: 290-298.
- Gao, B., Zhang, X., Zhu, Y., 2007, Studies on the Preparation and Antibacteries of Quaternized Polyethylenen, *J. Biomater*, 18(5):531-44.
- Garcia,A.H., Lozano, M.A.M., Villa, J.C., Escribano, A.B., and Galve, P.F., 2006, Komposit Resins: A Review of the Materials and clinical Indications, *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 11: 215-20.
- Hansen, E.K., 1983, After-polymerization of visible light activated resins: surface hardness vs light source, *Scand J Dent Res* 91: 406-410.
- Hassan, S.M., 2008, Antimicrobial activities of saponin rich guar meal extract poultry science. *Disertasi*. A and M University. Texas. 33 – 34.
- Hedjazi, G., 2008, Assesment of Processing Techniques for Orthopaedic Composites, *Thesis inBiotechnology*, Chemical Engineering, School of Engineering, University College of Boras.
- Herrero A.A., Gomez, R.F., Snecedor, B., Tolman, C.J., Roberts, M.F., 2005, Growth Inhibition of Clostridium Thermocellum by carboxylic Acids, A Mechanism Based on uncoupling by weak acids. *Appl Microbiol Biotechnol*: 22; 53-62.
- Holbery, J. dan Houston D., 2005, Natural Serat Reinforced Polymer In Automotif Aplication, *Journal of The Mineral, Metal And Material Society*, 58(11), 80-86
- Ilomäki, K., M., 2011, Adhesion between natural fibers and thermosets. *Thesis*. Tampere: Tampere University of Technology. 36-7
- In, J.A., Wiley, J., Dekker, M., In, F., 2005, *Literature Review of Epoxy Toughening* (Chapter 8), 154-169.

- ISO 4049, 2000, *Dentistry-Polymer Based Filling Restorative and Luting Materials*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jacobs, J.T., 2005, *Engineering Materials Technology Structures, Processing, Properties, and Selection*, New Jersey Columbus, Ohio.
- Jacob,S., Seena J., Laly A.P. dan Sabu T., 2005, [A study of advances in characterization of interfaces and serat surfaces in lignocellulosic serat-reinforced komposit](#). *Komposit Interfaces*;12 (1), 95-124
- Jacobsen, T., Norlund, A., Englund, G.S., Tranaeus, S., 1981, Application of Laser Technology for Removal Caries: A systematic Review of Controlled clinical Trials, *Acta Odontologia Sandinavica*; 69: 65-74.
- Jhon M.J.dan Anandjiwala R.D., 2008, Recent Development in Chemical Modification and Caracterization of Natural Serat Reinforced Komposit. *Pol Comp*: 187-207
- Joshi, S.V., Drzal, A.K., Mohanty, A.K., Arora, S., 2004, Are natural fibre komposit environmentally superior to gelas fibre reinforced komposit? *Komposit*; 35: 371-375.
- Juwono, L., 2004, *Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*, Jakarta: EGC.
- Kalacandra, S. and Kusy, R.P., "Comparison of water sorption by methacrylate and dimethacrylate monomers and their corresponding polymers", *Polymer*, 32 (1991): 2428-2434
- Kalachandra, S., Sankarapandian, M., Shobha, H.K., Taylor, D.F., Mcgrath, J.E., 1997, Influence of Hydrogen Bonding on Properties of Bis-GMA analogues, *Materials in Medicine*; 8(5): 283-86.
- Kamel, S., 2007, Nanotechnology and its application in lignocellulosic komposit, a mini review. *Express Polymer Letters*; 1:546-575.
- Kareem, S.A., Jehad, R.H. 2012. An evaluation of water absorption of Giomer in comparison to other resin-based restorative materials. *J Bagh College Dentistry*. Vol. 24(3): 25-27
- Karthick, K., Shivakumar, Kailasam, 2011, Polymerization shrinkage of composites- a review. *JIADS*; 2(2).
- Kusumastuti, A., 2009, Jurnal Kompetensi Teknik. *Aplikasi Serat Sisal sebagai Komposit Polimer*. Vol. 1, No. 1.
- Khaled, A.N., 2011, *Physical Properties of Dental Resin Nanokomposit*. Thesis. The degree of Master of Philosophy (MPhil): Faculty of Medical and Human Sciences: University of Manchester School of Dentistry
- Kramer, M.R., Edelhoff, D., Stawarczyk, B., 2016, Flexural Strength of Preheated Resin Composites and Bonding Properties to Glass-Ceramic and Dentin, *Materials*, 9(83), 1-14.

- Kvien I., Tanem, B.S., Oksman, K., 2005, Characterization of cellulosa *whiskers* and their nanokomposit by atomic force and electron microscopy. *Biomacromolecules*; 6:3160-3165.
- Kuroda, S., Yokoyama, D., Shinya, A., Gomi, H., 2012, Measuring The Effects of Water Immertion Conditions on The Durability of Fiber Reinforced Hybrid Composite Resin Using Static and Dynamic Test, *Dent Mat J.*, 31(3): 449-457.
- Lamont, R.J., Jenkinson, H.F., 2010, *Caries as an Infectious Disease*, In Oral Microbiology at a Glance, Singapore: Wiley-Blackwell, p 6-7.
- Lasilla, L.V., Nohrstrom, T., Vallitu, P.K., 2002, The Influence of Short Term Water Storage on the Flexural Properties of Unidirectional Glass Fiber-Reinforced Composites, *Biomaterials*, 23(10), 2221-2229.
- Lee, H., Kim, J., Jin, B., 2014, Risk Factor for Dental Caries in Childhood: a five-year Survival Analysis, *Community Dentistry and Oral Epidemiology*: 43(2): 163-171.
- Le Sage B.P., 2007, Aesthetic Anterior Komposit Restorations: A Guide to Direct Placement. *Dent Clin N Am* 51: 359-378.
- Lee, K.R., 2014, Characteristics of Ethoxylated-BisGMA as Base Resin of Restorative Composite, *IJMSCI* 4(4): 119-24.
- Li, X, Abil L.G. dan Panigrahi S., 2007, Chemical Treatment of Natural Serat for Use in Natural Fiber Reinforced Komposit : a review, *J. Environ.* 15: 25-33
- Lim, H.N., Kim, S.H., Yu, B., Lee, Y.K., 2009, Influence of HEMA Content on The Mechanical and Bonding Properties of Experimental HEMA added Glass Ionomer Cement, *J Appl Oral Sci*, 17(4): 340-49.
- Loesche, W.J., 1986, Role of Streptococcus Mutans in Human Dental Decay, *Microbiol. Rev*; 50: 353-380.
- Lovell, L.G., Newman, S.M., Bowman, C.N., 1999. The effects of light intensity, temperature, and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylate dental resins, *J Dent Res* (78):1469-1476
- Lutz, F., Phillips, R.W., 1983, A classification and evaluation of composite resin systems, *The Journal of Prosthetic Dentistry*; 50(4): 480-88.
- Madfa, A.A., Al-Sanabani, F., Al-Qudami, N.H., 2014, Use of zirconia in dentistry: an overview, *The Open Bio Material J*, 5: 1-9
- Malhotra, N., Mala, K., 2010. Light Curing Considerations For Resin Based Komposit Materials A Review Part I. *Compendium. Vol. 31(7): 498-508*
- Mars, P., Martin, M., 2009, *Oral Microbiology*, 5th edition, Butterworth-Heinemann, Lincare House, Jordan Hill, Oxvord, London, United Kingdom.

- Matinlinna, J.P., Kei, C.Y., Tsoi, J.K.H., 2017, Silane Adhesion Mechanism in Dental Applications and Surface Treatments: A Review, *Dent Mat*, 34(2018): 13-28.
- Min Tian, Yi Gao, Yi Liu, Yiliang Liao, Riwei Xu, Nyle, E.H., Hao Fong, 2007, Bis-GMA/TEGDMA dental komposit reinforced with electrospun nylon 6 nanokomposit nanofibre containing highly aligned fibrillar silicate single crystal, *Polymer*: 48; 2720-28
- Mukherjee, P.S., Satyanarayana, K.G., 1984, Structure and properties of some vegetable fibres: Part 1 Sisal fibre. *Journal of Materials Science*; 19:3925-3934
- Munawar, S.S., Umemura, K., Kawai, S., 2007, Characterization of the morphological, physical, and chemical properties of seven nonwood plant fibre bundles. *Journal of Wood Science*; 53:108-113
- Natarajan, N., Bharathidhasan, S., Thanigaivelan, R., Suresh, P., 2014, Sisal Serat/ Gelas serat Hybrid Nano Komposit: The tensile and Compressive Properties, 5th International & 26th All india Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014) December 12th-14th, 2014, Guwahari, Assam, India.
- Nawal, R., Parende, M., Sehgal, R., Naik, A., Rao, A., 2011, A Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy and Flow Properties for Epiphany, Gutttaflow, and AH-Plus Sealer, *Int. Endodontic Journal*, 44:307-313
- Nisengard, R.J., Newman, M.C., 1994, *Oral Microbiology and Immunology*, 2nd edition, United States of America: WB Saunders Company, p.145-146.
- Nutt, S.R., Needleman, A., 1987, Void nucleation at fiber ends in Al₂SiC composites, *Scripta Metallurgica*, 21 (5): 705-710.
- Oksman, K., Mathew, A.P., Bondeson, D., Kvien, I., 2006, Manufacturing process of sellulosa whiskers/polylactic acid nanocomposites. *Composites Science and Technology*; 66:2776-2784.
- Perdini, D., Junior, E.G., Vasconcelos, A.C., 2001, Retention of Oral Microorganisms on Conventional and Resin Modified Glass Ionomer Cement, *Pesqui Odontol. Brasil*: 15(3): 196-200.
- Peterson, L., Kvien, I., Oksman, K., 2007, Structure and thermal properties of poly(lactic acid)/sellulosa whiskers nanokomposit materials. *Komposits Science and Technology*; 67:2535-2544.
- Phillips, L.N., 1991, Design with Advanced Composite Materials, *Polymer International*: 26(3): 204.
- Price J.B., 2000, A Review of Dental Caries Detection Technologies, www.dentaleconomics.com.

- Raharjo, P., Rukmo, M., Rulianto, M., 2002, Evaluasi Klinis Satu Tahun pada Tumpatan Resin Komposit Kelas VI, *Maj. Ked. Gigi (Dent.J)*, 35(1): 12.
- Rana, R. S., Kumre, A., Rana, S., Purohit, R., 2017, Characterization of Properties of Epoxy Sisal / Glass Fiber Reinforced Hybrid Composite, *Materials Today: Proceedings*, 4(4), 5445–5451.
- Raszweski, Z., Nowakowska, D., 2013, Mechanical Properties of Hot Curing Acrylic Resin After Reinforced with different Kinds of Fibers, *International Journal of Biomedical Materials Research*, 1(1): 9-13.
- Rodrigues Junior, S.A., Zanchi, C.H., De Carvalho, R.V., and Demarco, F.F., 2007, Flexural Strength and Modulus Of Elasticity of Different Types of Resin Based Komposits, *Braz Oral Res.* 21(1): 16-21.
- Roduner, E., 2006, Size Matters: Why Nanomaterials are different, *Chem Soc Rev.*, 35(7): 583-92.
- Samaranayake, L., 2012, *Essential Microbiology for Dentistry*, 4th edition, Churchill Livingstone Elsevier, p.250.
- Sari, W., P., 2015, Pengaruh Komposisi dan Volumetrik Glass Fiber Non Dental terhadap Penyerapan Air dan Kekuatan Fleksural dari fiber Reinforced Composite pada Gigi Tiruan Cekat, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Satou, J., Fukunaga, A., Morikawa, A., Matsumae, I., Satou, N., Shintani, H., 1988, Streptococcal Adherence on Various Restorative Materials, *JDR* 67 (3): 588-591.
- Schneider, L.F.J., Cavalcante, L.M. and Silikas, N. 2010. *Shrinkage Stresses Generated during Resin-Komposit Applications: A Review. J Dent Biomech.* 131630: 1-15
- Schmaltz, G., Bindsløv, D.A., 2009, *Biocompatibility of Dental Materials*, Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
- Silva, F.A., Mobasher, B., Filho, R.D.T., 2010, Fatigue Behaviour of Sisal Serat Reinforced Cement Komposits, *Material Science and Engineering: 527: 5507-5513.*
- Smith, D.J., 1992, Caries Vaccines for The Twenty Century, *Journal of Dental Education: 67* (10): 1130-1139.
- Soetan, K.O., Oyekunle, M.A., Aiyelaagbe, Fafunso, M.A., 2006, Evaluation of the antimicrobial activity of saponins extract of sorghum bicolor, *African J of Biotechnology*, 5(23): 2405 – 2407
- Sosiati, H., Wijayanti, D. A., Triyana, K., Kamiel, B., 2014, Morphology and crystallinity of sisal nanocellulose after sonication, In *AIP Conference Proceeding*. Publisher: American Institute of Physics, 1877-1883.

- Souza, P.B., Reis, J.M.L., 2013, Thermal behavior of DGEBA (Diglycidyl Ether of Bisphenol A) adhesives and its influence on the strength of joints, *Applied Adhesion Science*; 1:6: p1-10.
- Sriwita, D., Astuti, 2014, Pembuatan dan Karakterisasi Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat, *Jurnal Fisika Unand*, 3(1): 30-6.
- Subyakto, Euis H, Dede H.Y, Fitria, Ismail B, Ismadi N.M, dan Bambang S., 2009, *Proses Pembuatan Serat Selulosa Berukuran Nano Dari Sisal (Agave sisalana) Dan Bambu Betung (Dendrocalamus asper)*. UPT Balai Litbang Biomaterial LIPI
- Sudhakara, P., Kamala Devi, A.P., Venkata Prasad, C., 2013, Thermal, Mechanical, Morphological Properties of Maleated Polypropylene Compatibilized Borassus Fruit Fiber/Polypropylene Composites, *Journal of Applied Polymer Science*, 128 (2):
- Tanner, J., Vallitu, P.K., Soderling, E., 1999, Adherence of Streptococcus mutans to an E-glass Fiber Reinforced Composite and Conventional Restorative Material Used in Prosthetic Dentistry, *J Biomed Mater Res*, 250-56.
- Tanzer, J., M., 1992, *Microbiology of Dental Caries, In Contemporary Oral Microbiology and Immunology*, editor: J.Slots dan M.A.Taubman, St.Louis, Mosby-Year Book.
- Tcharkhtchi, A., Bronnec, P.Y., Verdu, J., 2000, Water absorption characteristics of diglycidyl ether of butanediol-3,5-diethyl-2,4-diaminotoluene networks, *Polymer*, 41(15):5777.
- Temenoff, J.S., Mikos, A.G., 2008, *Biomaterials: The Intersection of Biology and Material Section*, First Edition, St.Louis, Mosby.
- Thomaidis, S., Kakaboura, A., Mueller, W.D., Zinelis, S., 2013, Mechanical properties of contemporary composite resins and their interrelations, *Dental Materials*, 29(8):132–141.
- Trivedi, P.C., Pandey, S., Bhadauri, S., 2010, *Text book of microbiology 1st ed.* Aavishakar Publishers, India, 82 – 83
- Van Noort, 2007, *Introduction to Dental Materials*, 3rd ed. Mosby Company, St.Louis.
- Velmurugan, R., Manikandan, V., 2005, Mechanical properties of glass/palmyra fiber waste sandwich composites, *Indian Journal of Engineering and Material Science*, 12 (2): 563-570.
- Wambua, P., Ivens, J., Verpoest, I., 2003, Natural fibres: Can they replace gelas in fibre reinforced plastics? *Composits Science and Technology*; 63: 1259-64.
- Wei, Y.P., Silikas, N., Zhang, Z.T., Watts, D.C., 2013, The Relationship Between Cyclic Hygroscopic Dimensional Changes and Water Sorption of Self Adhesing and New Resin-Matrix Composites, *Dent Mat J*, 29: 218-226.
- Wongkhantee, S., Patanapiradej, V., Maneenut, C., Tantbirojn, D., 2006, Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine and tooth-coloured filling materials. *J Dent*; 34: 214-20.

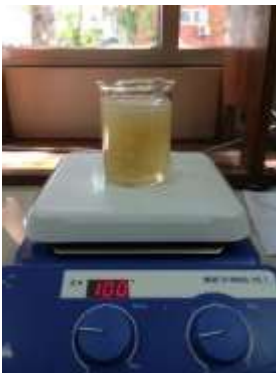
- Xie, Q., Li, J., Zhou, X., 2008, Anticaries effect of compounds extracted from galla chinensis in a multispecies biofilm model. *Oral Microbio Immunol.*,23: 459 – 465.
- Yazici, R., Çelik, C., Ozgünaltay, G. 2004. Microleakage of different resin komposit types. *Quintessence Int.* 35:790-794
- Yoshida, A., Kuramitsu, H.K., 1998, Multiple Streptococcus mutans Genes Are Involved in Biofilm Formation, *Appl. Environ. Microbiology*: 68(12): 6283-6291.
- Zaghloul, H., Elkassas, D., W., Haridy, M., F., 2014, Effect of Incorporation of Silane in The Bonding Agent on The Repair Potential of Machinable Esthetic Blocks. *Eur J Dent.*, 8(1): 44–52.
- Zhang, M., Matinlinna, J.P., 2012, E-glass Fiber Reinforced Composites in Dental Application, *Springer Link*, 4(1), 73-78.
- Zhong, B., Lv, J., Wei, C., 2007, Mechanical Properties of sisal Serat Reinforced Urea-formaldehyde Resin Komposits, *Express Polymer Letters*, vol.1: 10: 681-687.

Lampiran 1. Foto-foto penelitian

1. Serat sisal yang telah dipotong-potong



2. Perlakuan scouring pertama terhadap serat sisal (foto 1)



3. Serat sisal setelah discoursing 3 kali



4. Perlakuan bleaching pertama terhadap serat sisal (foto 3)



5. Serat sisal setelah dibleaching 3 kali



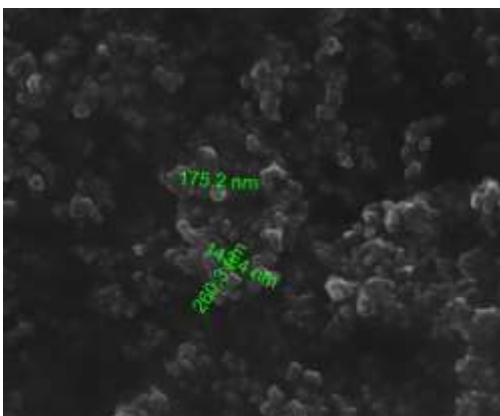
6. Ultrasonifikasi serat sisal (foto 5)



7. Serat sisal yang dilarutkan dalam aquades setelah diultrasonifikasi



8. Hasil pengamatan SEM serat sisal (foto 7) sudah menunjukkan bahwa serat berukuran nano



9. Hasil Serat nanosisal (foto 7) setelah dikeringkan dengan freeze dry 48 jam



10. Foto sampel nanosisal komposit uji kekuatan tekan



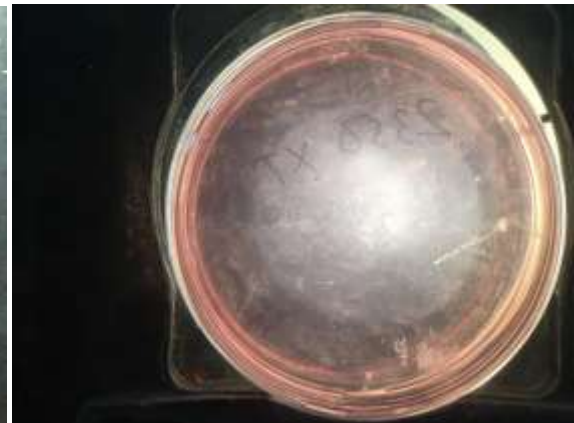
11. Uji kekuatan tekan terhadap sampel nanosisal komposit (foto 10)



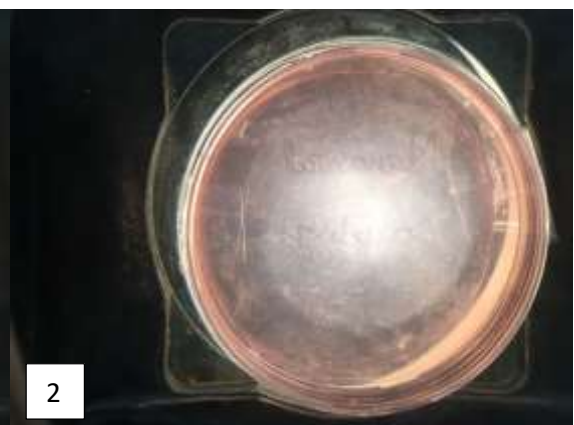
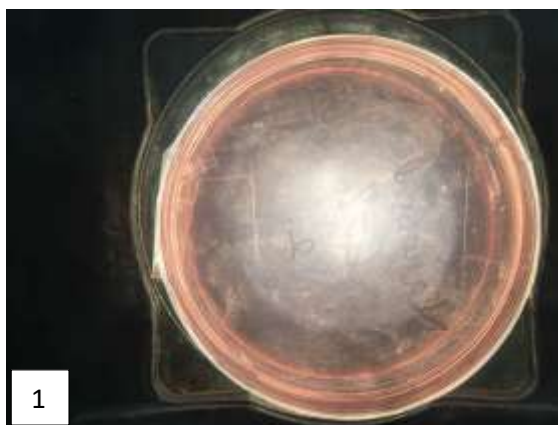
12. Foto sampel nanosisal komposit untuk uji fleksural



13. Uji fleksural terhadap sampel nanosisal komposit (foto 12)



Uji perlekatan bakteri *S.Mutans* pada sampel komposit Z350 XT



Uji perlekatan bakteri *S.Mutans* pada sampel: 1) Nanosisal komposit 60%; 2) Nanosisal komposit 60%+coupling agent

Surat Laporan Uji Identifikasi Bakteri *S.Mutans*


**LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN YOGYAKARTA**

LAPORAN HASIL UJI
No. : 009104/LHU/BLK-Y/04/2018

Nama Customer : Dwi Aji Nugroho
Alamat : Jl. Lemponsari Gg. Panggung Sari I, Sariharjo, Ngaglik, Sleman
Personel yang dihubungi : Dwi Aji Nugroho
Alamat : Sleman
Jenis Sampel : ISOLAT BAKTERI
No. FPPS : 009104/LHU/BLK-Y/04/2018
Deskripsi Sampel : Sampel diambil oleh Dwi Aji Nugroho, tanggal 10 April 2018
Jam : 10.00 WIB Lokasi : Laboratorium Mikrobiologi FKH UGM
Parameter Pemeriksaan : *Streptococcus mutans*
Kode Sampel : 009104/M/04/2018
Tanggal Penerimaan : 24 April 2018
Tanggal pengujian : 24 s/d 9 Mei 2018

Hasil Pengujian :

No.	Jenis/Kode Sampel	Hasil Uji	Metode
1.	ISOLAT BAKTERI 009104	Positif (<i>Streptococcus mutans</i>)	Biakan Identifikasi

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sample yang diuji
2. Laporan Hasil Uji terdiri dari 1 halaman
3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan seijin tertulis Laboratorium Penguji Balai Labkes Yogyakarta
4. Pengaduan hasil uji dilayani sampai dengan tanggal 18 Mei 2018

Yogyakarta, 9 Mei 2018
Manajer Teknik

Septi Widayastuti S, S. Si., M Kes.
NIP. 19710905 199603 2 004



DP/5.10.3.b/BLK-Y: Rev 1 : 07 Oktober 2016 hal. : 1 dari 1
Alamat : Ngaglinegaran Ml. III/62 Yogyakarta 55143, Telp. 0274-378187 Fax. 0274-381582 E-mail: labkes_yk@yahoo.com