



**EFEK GEL EKSTRAK ASAM JAWA 5% SEBAGAI ALTERNATIF  
BAHAN ETSA TERHADAP KEKUATAN TARIK  
(*TENSILE STRENGTH*) RESIN KOMPOSIT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

**Oleh**

**Faiqatin Cahya Ramadhani**

**NIM 131610101016**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayah tercinta Moh. Zuhri, Ibu tercinta Nurul Hayati, Kakak terkasih Zahrona Nur Qadarsih dan Abang tersayang Barkah Riduwan Muhammad
2. Guru-guru terbaik sejak pendidikan di Taman Kanak – Kanak sampai Perguruan Tinggi
3. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

## MOTTO

Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim (HR. Ibnu Majah).<sup>\*</sup>

Demi yang jiwaku berada di tangan-Nya. Allah tidaklah menetapkan bagi seorang mukmin suatu ketentuan melainkan itu baik baginya..... Jika ia mendapatkan kebahagiaan, ia bersyukur, maka itu baik baginya. Jika ia ditimpa suatu kesusahan, ia bersabar, maka itu pun baik baginya.<sup>\*\*</sup>

---

<sup>\*)</sup> *Shahih wa Dha'if Sunan Ibnu Majah no. 224*

<sup>\*\*\*)</sup> *HR. Muslim no.2999, dari sahabat Abu Yahya Shuhaib bin Sinan radhiyallahu 'anhu.*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faiqatin Cahya Ramadhani

NIM : 131610101016

menyatakan bahwa karya tulis ilmiah ini yang berjudul “Efek Gel Ekstrak Asam Jawa 5% sebagai Alternatif Bahan Etsa terhadap Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) Resin Komposit” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juni 2017

Yang menyatakan

(Faiqatin Cahya Ramadhani)

NIM 131610101016

**SKRIPSI**

**EFEK GEL EKSTRAK ASAM JAWA 5% SEBAGAI ALTERNATIF  
BAHAN ETSA TERHADAP KEKUATAN TARIK  
(*TENSILE STRENGTH*) RESIN KOMPOSIT**

Oleh:

Faiqatin Cahya Ramadhani

NIM 131610101016

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Erawati Wulandari, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Nadie Fatimatuzzahro, M.D.Sc

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Efek Gel Ekstrak Asam Jawa 5% sebagai Alternatif Bahan Etsa terhadap Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) Resin Komposit” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada :

hari, tanggal : 12 Mei 2017

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji :

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M. Kes  
NIP 197012191999032001

drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes  
NIP 197812152005012016

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drg. Erawati Wulandari, M.Kes  
NIP 197905052005011005

drg. Nadie Fatimatuzzahro, M.D.Sc  
NIP 198204242008012022

Mengesahkan,

Dekan,

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes, Sp. Pros  
NIP 196901121996011001

## RINGKASAN

**Efek Gel Ekstrak Asam Jawa 5% sebagai Alternatif Bahan Etsa terhadap Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) Resin Komposit;** Faiqatin Cahya Ramadhani, 131610101016, 2017: 47 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Karies merupakan penyakit infeksi mikroorganisme yang menyebabkan destruksi pada jaringan keras gigi. Kerusakan gigi oleh karena karies membutuhkan restorasi untuk menggantikan substansi gigi yang hilang sehingga akan mengembalikan bentuk, fungsi, dan estetika. Salah satu bahan restorasi sewarna gigi yang menjadi pilihan saat ini adalah resin komposit. Restorasi komposit merupakan restorasi adhesif yang prinsip dasar ikatannya dengan gigi adalah secara mikromekanik (*mechanical-interlocking*), yaitu dari *resin tag* pada mikroporositas di permukaan enamel yang telah dietsa. Etsa dilakukan untuk membersihkan lapisan *smear* dan menghasilkan pori-pori kecil pada permukaan enamel, tempat resin akan mengalir sehingga memberikan tambahan retensi mekanis pada restorasi. Resin komposit memiliki ikatan yang cukup kuat dengan struktur gigi. Ikatan yang kuat dan awet antara resin komposit dan struktur gigi dibutuhkan agar mampu menahan tekanan pengunyahan yang besar. Uji kekuatan tarik (*tensile strength*) merupakan salah satu uji untuk mengetahui ukuran kemampuan suatu benda dalam mempertahankan perlekatannya dari beban yang diterima. Pengukuran ikatan antara enamel dan resin komposit bertujuan untuk menilai seberapa besar kemampuan bahan restorasi bertahan pada tempatnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek gel ekstrak asam jawa 5% sebagai alternatif bahan etsa terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit. Penelitian ini adalah eksperimental laboratoris pada 14 gigi insisif *bovine*. Terdapat 2 kelompok yaitu satu kelompok kontrol dietsa dengan gel asam fosfat 37% dan satu

kelompok perlakuan dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5%. Sampel diambil sebanyak 7 sampel untuk setiap kelompok.

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit pada kelompok yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan kelompok asam fosfat 37%. Namun, rerata nilai kekuatan tarik pada kedua kelompok jika dibandingkan menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan atau tidak ada perbedaan yang bermakna. Hasil yang tidak signifikan ini dapat diartikan bahwa demineralisasi yang terjadi pada permukaan gigi yang dietsa dengan kedua bahan tersebut hampir sama. Kemungkinan hal ini dikarenakan gel ekstrak asam jawa 5% tersusun atas beberapa jenis asam lemah. Setiap asam yang terkandung di dalamnya memiliki kemampuan melepas ion hidrogen. Artinya bahwa meskipun kandungan di dalam ekstrak tersebut adalah golongan asam yang lemah namun dalam jumlah asam yang banyak juga dapat melepas ion hidrogen yang banyak. Ion hidrogen yang dilepas oleh masing-masing jenis asam terakumulasi, sehingga demineralisasi yang terjadi juga cukup tinggi. Hal tersebut yang diduga menyebabkan nilai kekuatan tarik tidak berbeda secara signifikan antara kelompok yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% dan asam fosfat 37%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa efek gel ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan etsa terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit adalah lebih besar dari kelompok asam fosfat 37%, namun perbedaan keduanya secara statistik tidak signifikan atau tidak bermakna.

## PRAKATA

Segala puji dan syukur hanya untuk Allah Rabbul 'Izzati wal Jalalah, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efek Gel Ekstrak Asam Jawa 5% sebagai Alternatif Bahan Etsa terhadap Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) Resin Komposit”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Orang tua, Ibunda Nurul Hayati dan Ayahanda Moh. Zuhri yang tanpa lelah selalu memberi doa dan dukungan demi berjalannya penelitian skripsi ini;
2. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes, Sp. Pros selaku Dekan, Dr. drg. I Dewa Ayu Susilawati, M. Kes selaku Pembantu Dekan I, Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes selaku Pembantu Dekan II, drg. Izzata Barid, M.Kes selaku Pembantu Dekan III Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. drg. Erawati Wulandari, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama, drg. Nadie Fatimatuzzahro, M.D.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping, drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M. Kes. selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran, pengorbanan, dan motivasi dengan penuh kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
4. drg. Ekiyantini Widnyowati selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa;
5. Kakak tersayang Zahrona dan Abangku tercinta Barkah beserta seluruh keluarga besar terkasih atas doa, nasihat, motivasi, serta kasih sayang yang tanpa batas;
6. Seluruh staf dan karyawan/wati di lingkungan Fakultas Kedokteran Gigi dan Fakultas Farmasi Universitas Jember;

7. Seluruh guru dari TK, SD, SMP, SMA dan staf pengajar serta karyawan/wati di lingkungan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
8. Risti, Adik Resti, Mbak Claudia, Kharishah, Nadia, Tira, Meirisa, Mba Rohma, Catur, Retno, Intan, Shofwah, Adelia, Mba Ira, Mba Fifi, Mida orang-orang yang selalu setia memberikan dukungan seorang teman, sahabat, kakak dan adik yang tak pernah terputus doanya, dan selalu memotivasi;
9. Seluruh penghuni “Rumah Sunnah” Umik Elly, adik tersayang Shuvia dan Fina, Mbak Rohmati yang selalu memberikan kebersamaan, canda, semangat, dan keluarga baru di Jember;
10. Sahabat-sahabat pengejar taman syurga yang terus menularkan semangat tidak pernah lelah dan letih menasehati tentang kesabaran dan sabar diatas ketaatan;
11. Sahabat-sahabat kampus tahfidz, Risti, Dek Pinot, Mbak Adita, Mbak Kirana, Mbak Azizah, Mbak Ani, Dek Nurul, Clara, Mbak Ajeng yang terus menularkan semangat meraih mahkota dan pakaian kemuliaan ditengah kesibukan perkuliahan;
12. Seluruh angkatan 2013 yang sangat kubanggakan. Terimakasih atas segala kebersamaannya. Semoga selalu dalam Lindungan dan Hidayah-Nya.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

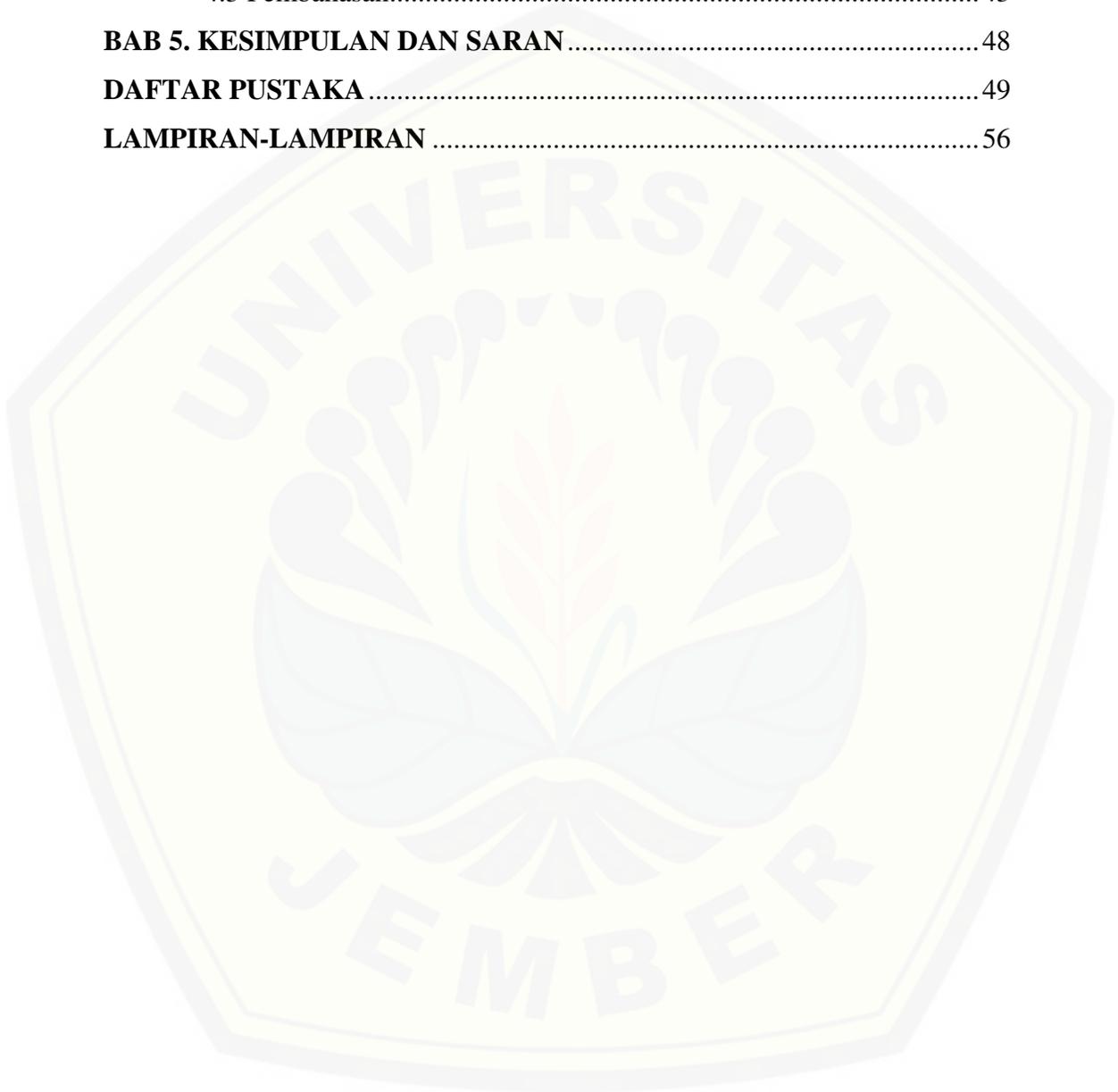
Penulis menyadari masih ada ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat.

DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Tanaman Asam Jawa</b> .....	5
2.1.1 Morfologi Tanaman Asam Jawa.....	5
2.1.2 Kandungan Kimia Tanaman Asam Jawa.....	6
2.1.3 Asam Organik Dalam Tanaman Asam Jawa .....	7
<b>2.2 Asam Fosfat</b> .....	8
<b>2.3 Enamel</b> .....	9
2.3.1 Komposisi Enamel .....	9
2.3.2 Demineralisasi Enamel .....	10
<b>2.4 Resin Komposit</b> .....	11
2.4.1 Klasifikasi Resin Komposit .....	12
2.4.2 Teknik Penempatan Resin Komposit.....	14
<b>2.5 Etsa Asam</b> .....	15

2.6 Carboxymethylcellulose Sodium (CMC–Na) .....	16
2.7 Adhesi .....	17
2.8 Kekuatan Tarik .....	18
2.9 Gigi Sapi ( <i>Bovine Teeth</i> ) .....	19
2.10 Peta Konsep .....	21
2.11 Hipotesis .....	22
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	23
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.3 Variabel Penelitian .....	23
3.4 Definisi Operasional .....	24
3.5 Sampel Penelitian .....	24
3.5.1 Sampel Penelitian .....	24
3.5.2 Kriteria Sampel .....	24
3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian .....	24
3.5.4 Besar Sampel Penelitian .....	25
3.6 Alat dan Bahan Penelitian .....	25
3.6.1 Alat Penelitian .....	24
3.6.2 Bahan Penelitian .....	27
3.7 Prosedur Penelitian .....	27
3.7.1 Pembuatan Ekstrak Asam Jawa dalam Bentuk Kering .....	27
3.7.2 Tahap Persiapan .....	30
3.7.3 Pembuatan Gel Ekstrak Asam Jawa 5% .....	32
3.7.4 Pembuatan Asam Fosfat 37% .....	34
3.7.5 Tahap Perlakuan .....	35
3.7.6 Pengukuran Kekuatan Tarik .....	39
3.7.7 Analisis Data .....	40
3.7.8 Alur Penelitian .....	41
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>42</b>

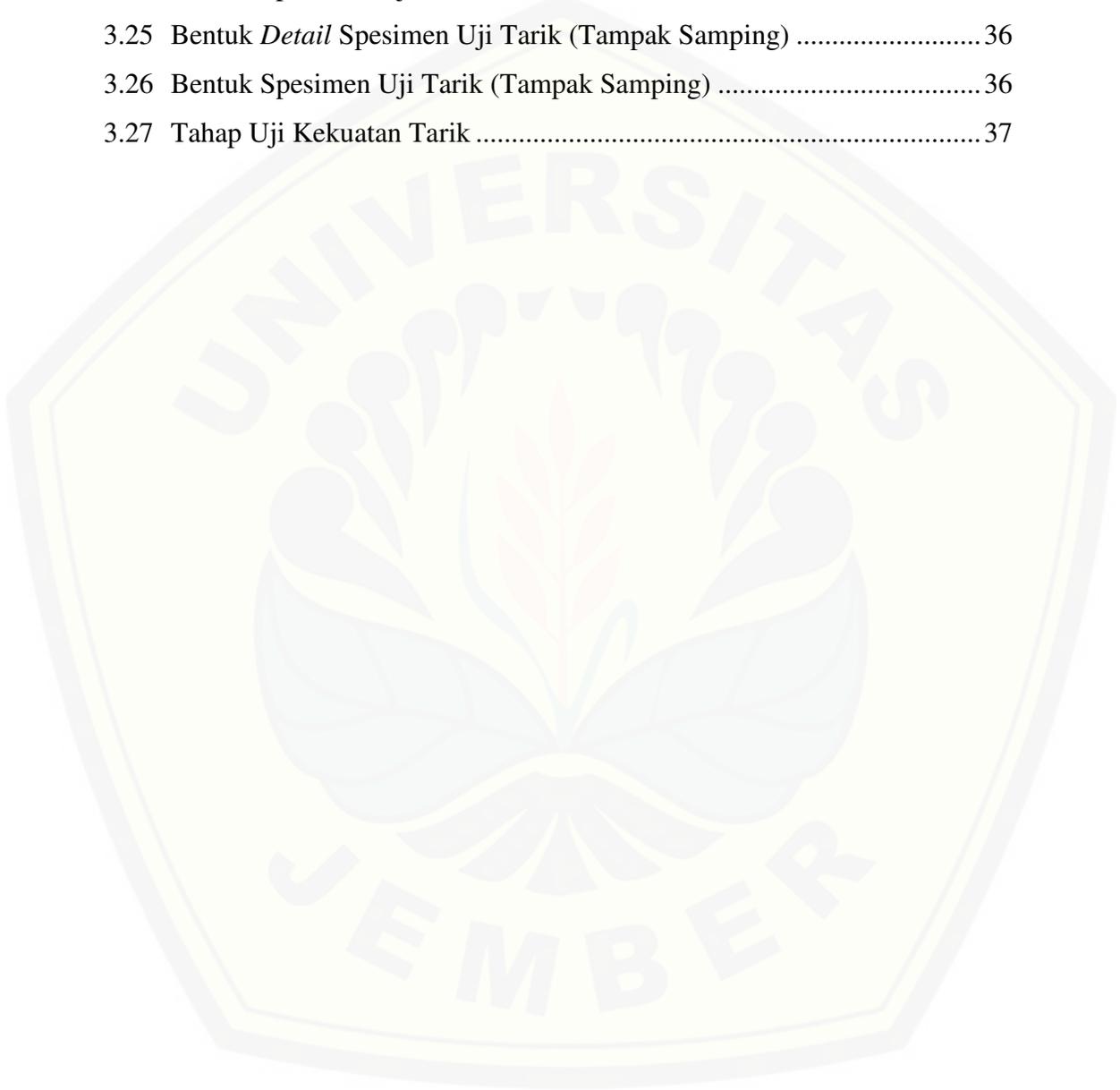
4.1 Hasil Penelitian .....	42
4.2 Analisis Data .....	42
4.3 Pembahasan.....	43
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>



**DAFTAR GAMBAR**

2.1	Buah, Biji, dan Daun Asam Jawa .....	6
2.2	Diagramasi Resin Komposit Berdasarkan Ukuran Bahan Pengisi .....	12
2.3	Penempatan Resin Komposit secara <i>Incremental</i> .....	12
2.4	Konsentrasi CMC-Na sebagai <i>Gel-Forming Agent</i> .....	14
2.5	Ilustrasi <i>Tensile Stress</i> .....	16
3.1	Prosedur Memisahkan Daging Buah dari Biji .....	26
3.2	Prosedur Pencampuran dan Sentrifugasi Ekstrak Asam Jawa.....	27
3.3	Proses Penyaringan Larutan Ekstrak Asam Jawa.....	27
3.4	Larutan Ekstrak Asam Jawa Dituang dalam Tabung <i>Freeze</i> .....	28
3.5	Proses <i>Freeze Drying</i> .....	28
3.6	Ekstrak Asam Jawa setelah Proses <i>Freeze Drying</i> .....	28
3.7	Sterilisasi Alat.....	29
3.8	Pemotongan Bagian Mahkota dan Akar .....	29
3.9	Cetakan Silinder Diberi Label .....	30
3.10	Manipulasi dan Pengecoran Gips ke dalam Cetakan Silinder .....	30
3.11	Gigi Insisif <i>Bovine</i> Difiksasi pada Cetakan Silindris .....	30
3.12	Pembuatan <i>Outline</i> sebelum Preparasi Kavitas .....	31
3.13	Penimbangan Kristal Asam Jawa dan CMC-Na.....	31
3.14	Formulasi Fase Gel .....	32
3.15	Ekstrak asam jawa 5% dalam sediaan gel .....	32
3.16	Pengukuran pH Gel Ekstrak Asam Jawa .....	32
3.17	Tahap Pembilasan dengan <i>Aquadest</i> dan Tahap Pengeringan.....	33
3.18	Tahap Pengaplikasian Bahan Etsa .....	33
3.19	Tahap Pembersihan Bahan Etsa.....	34
3.20	Tahap Aplikasi Resin <i>Bonding</i> .....	34
3.21	Tahap Aplikasi Resin Komposit.....	34

3.22 Tahap Penyinaran Resin Komposit .....	35
3.23 Alat Cetak Resin Komposit .....	35
3.24 Bentuk Spesimen Uji Tarik .....	35
3.25 Bentuk <i>Detail</i> Spesimen Uji Tarik (Tampak Samping) .....	36
3.26 Bentuk Spesimen Uji Tarik (Tampak Samping) .....	36
3.27 Tahap Uji Kekuatan Tarik .....	37



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Karies merupakan penyakit infeksi mikroorganisme yang menyebabkan destruksi pada jaringan keras gigi. Destruksi disebabkan oleh asam dari hasil fermentasi bakteri yang mampu melarutkan mineral sehingga terjadi perubahan struktur jaringan keras gigi (Koch dan Poulsen, 2009:110). Kerusakan gigi oleh karena karies membutuhkan restorasi untuk menggantikan substansi gigi yang hilang sehingga akan mengembalikan bentuk, fungsi, dan estetika (Heasman, 2008:90). Restorasi berperan sebagai bagian dari strategi pengobatan lokal dan sangat penting untuk menghentikan lesi karies aktif (Fajerskov dan Kidd, 2008:470).

Resin komposit merupakan salah satu bahan restorasi sewarna gigi yang menjadi pilihan saat ini (Soufyan dkk., 2008:131). Kelebihan resin komposit dibanding bahan restorasi lain yaitu estetik lebih baik, konduktivitas termal yang rendah, serta memiliki ikatan yang cukup kuat dengan struktur gigi (Garg dan Garg, 2015:502). Ikatan yang kuat dan awet antara resin komposit dan struktur gigi dibutuhkan untuk menahan tekanan pengunyahan yang besar (Dhani, 2005:1; Ratri, 2015:5). Salah satu uji untuk mengetahui ukuran kemampuan suatu benda dalam mempertahankan perlekatannya dari beban yang diterima adalah uji kekuatan tarik (*tensile strength*) (Ismah dkk., 2015:182; Susra dkk., 2013:69). Pengukuran ikatan antara enamel dan resin komposit bertujuan untuk menilai seberapa besar kemampuan bahan restorasi bertahan pada tempatnya (Sintawati dkk., 2008:99).

Restorasi komposit merupakan restorasi adhesif yang prinsip dasar ikatannya dengan gigi adalah secara mikromekanik (*mechanical-interlocking*), yaitu dari *resin tag* pada mikroporositas di permukaan enamel yang telah dietsa (Soratur, 2002:197). Etsa dilakukan untuk membersihkan lapisan *smear* dan menghasilkan pori-pori kecil pada permukaan enamel, tempat resin akan mengalir sehingga memberikan tambahan retensi mekanis pada restorasi (Eliades, 2005:4). Bahan etsa asam yang sering digunakan adalah asam fosfat dengan konsentrasi berkisar 30-40%, tetapi konsentrasi

yang paling banyak digunakan adalah 37% (Reddy, 2015:92; Sintawati dkk., 2008:98).

Asam fosfat merupakan asam kuat (Hatrack dan Eakle, 2016:50). Sifat asam kuat mampu melepaskan ion hidrogen yang lebih banyak dibanding asam lemah karena mampu terionisasi secara sempurna (Malhotra dkk., 2010:27; Widiakongko dan Sugiyono, 2010:150). Ion hidrogen yang semakin banyak akan semakin meningkatkan mineral gigi yang terlarut (Noble, 2012:47). Semakin banyak mineral yang terlarut menyebabkan semakin menurunnya kekerasan (*microhardness*) enamel (Loverene, 2013:89). Zafar dan Ahmed (2015:319), menyatakan bahwa penurunan *microhardness* secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan perlekatan bahan tumpatan. Selain mempengaruhi *microhardness* enamel, penggunaan asam fosfat telah diteliti dapat mengiritasi pulpa gigi (Torabinejad dan Walton, 2009:26). Hasil penelitian Fatimatuazzahro (2013:78), menunjukkan bahwa asam fosfat 37% mampu menginduksi infiltrasi sel radang yang lebih banyak dibanding EDTA 19%. Adanya efek penggunaan bahan kimia yang berpotensi membahayakan dapat diminimalkan dengan menggunakan alternatif tanaman obat (Utami, 2013:52).

Pendayagunaan tanaman obat sebagai bahan alternatif semakin dikembangkan saat ini (Utami, 2008:2). Keunggulan tanaman obat terletak pada bahan dasarnya yang bersifat alami sehingga lebih aman digunakan sebab efek sampingnya relatif lebih kecil (Utami dan Puspaningtyas, 2013:3; Mangan, 2009:30). Salah satu tanaman obat yang telah cukup lama diteliti adalah asam jawa atau *Tamarindus indica*. Bagian yang biasa digunakan dan dimanfaatkan antara lain buah, daun, biji, dan kulit pohon dari asam jawa. Daging buah asam jawa mempunyai khasiat sebagai obat untuk berbagai macam penyakit salah satunya obat sariawan (Utami, 2008:14).

Daging buah asam jawa yang masak mengandung asam organik seperti asam sitrat, asam laktat, asam malat, asam tartrat, asam asetat, asam suksinat, dan asam organik lain (Astawan, 2009:84; Utami, 2008:14; Rukmana, 2001:13). Beberapa kandungan asam organik dalam buah asam jawa merupakan bahan khelasi (*chelating agent*), seperti *ethylane diamine tetraacetic acid* (EDTA) dan asam fosfat yang dapat

menghilangkan ion logam seperti kalsium dengan mengikatnya secara kimia (Utami, 2008:14; Bateman dkk., 2014:42; Eldeniz dkk., 2005:109). Suatu bahan yang mampu mengikat ion logam dapat dimanfaatkan sebagai agen dekalsifikasi, salah satunya sebagai bahan etsa (Garg, 2015:241; Leung dkk., 2008:204).

Suatu bahan yang akan diaplikasikan pada rongga mulut harus memiliki sifat biokompatibel. Berdasarkan hasil penelitian Wulandari (2007:21), ekstrak asam jawa 5 % tidak sitotoksik terhadap sel fibroblas *BHK-21*. Hasil penelitian Wulandari (2006:61), juga menunjukkan bahwa ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan irigasi saluran akar memiliki daya pembersih terhadap lapisan *smear* dinding saluran akar gigi lebih besar daripada hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 3%. Penelitian Fatimatu Zahro dan Wulandari (2012:23) juga menunjukkan ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan irigasi saluran akar mampu mendekalsifikasi atau melarutkan kalsium dentin lebih tinggi dari konsentrasi 2,5%. Akwila (2010:30) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara kelarutan kalsium dentin pada kelompok yang diirigasi menggunakan ekstrak asam jawa 5% dan EDTA 17% (Akwila, 2010:30).

Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin mengetahui lebih lanjut mengenai efek ekstrak asam jawa 5% khususnya sebagai alternatif bahan etsa terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana efek gel ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan etsa terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit?
2. Apakah ada perbedaan kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit antara gigi yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% dan asam fosfat 37%?

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu

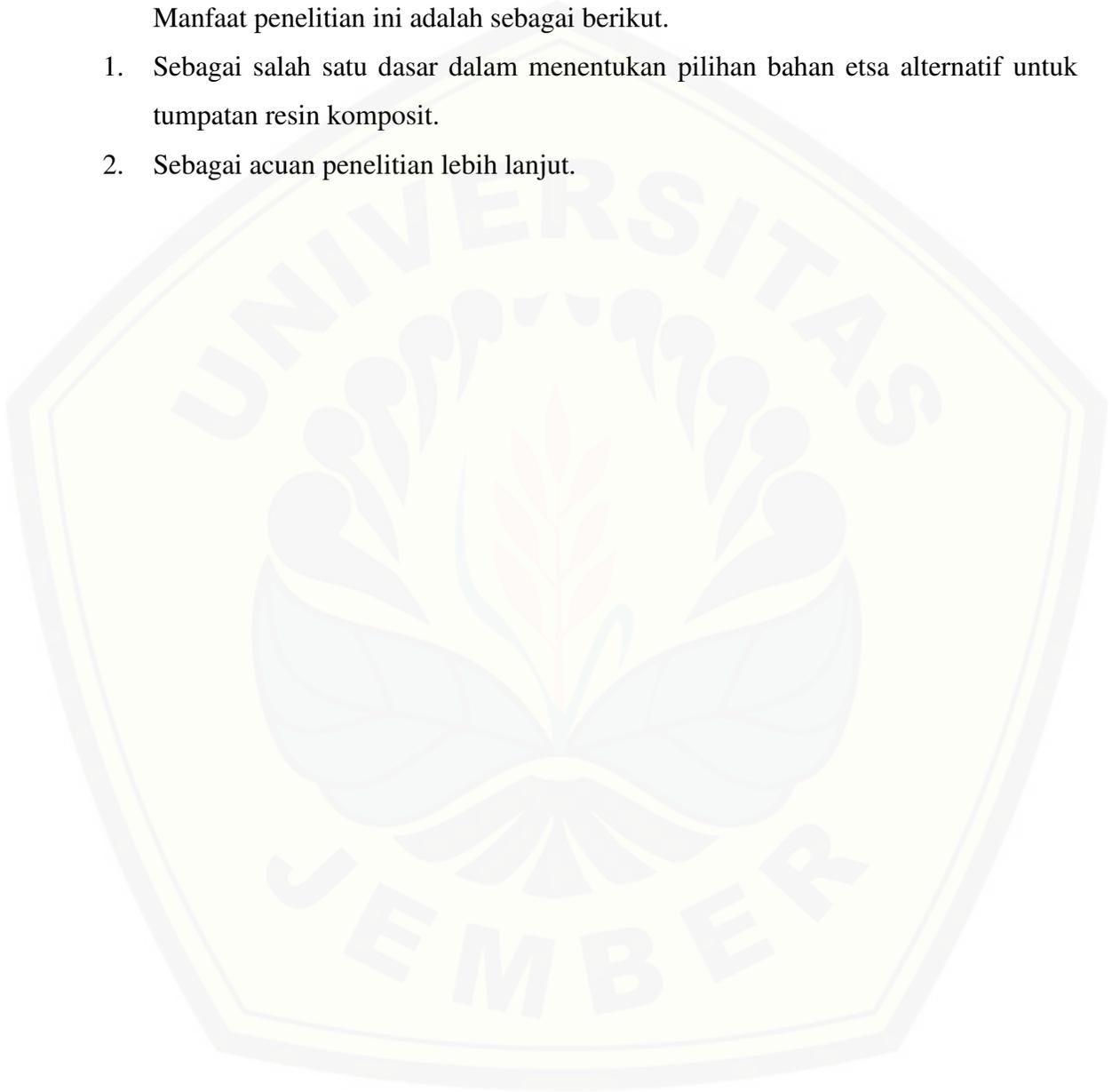
1. Mengetahui efek gel ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan etsa terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit.

2. Mengetahui perbedaan kekuatan tarik (*tensile strength*) antara gigi yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% dan asam fosfat 37%.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sebagai salah satu dasar dalam menentukan pilihan bahan etsa alternatif untuk tumpatan resin komposit.
2. Sebagai acuan penelitian lebih lanjut.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Asam Jawa

Asam jawa dalam bahasa latin dikenal dengan nama *Tamarindus indica*. Asam jawa banyak tumbuh di pulau Jawa dan daerah-daerah lainnya di Indonesia. Tanaman asam jawa memiliki umur yang cukup panjang mencapai lebih dari 200 tahun. Asam jawa dapat tumbuh pada berbagai kondisi tanah dan iklim, di tanah pasir hingga tanah liat, dengan iklim tropis, subtropis sampai ke daerah Monsoon yang bermusim kemarau panjang (Astawan, 2009:82-83; Rukmana, 2005:12). Bagian tumbuhan yang dapat digunakan dan dimanfaatkan antara lain buah, daun, biji, dan kulit pohon dari asam jawa (Utami, 2008: 4).

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman asam jawa diklasifikasikan sebagai berikut (Rukmana, 2005: 2)

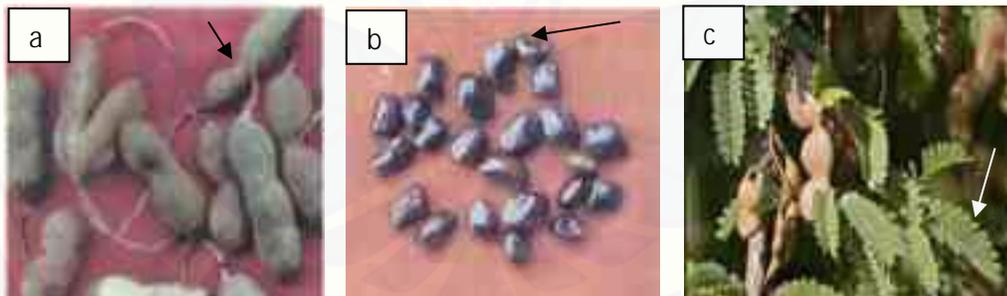
- Kingdom : *Plantae*
- Divisi : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Dicotyledonae*
- Ordo : *Leguminoceae (Fabaceae)*
- Subfamili : *Caesalpinioideae*
- Genus : *Tamarindus*
- Spesies : *Tamarindus indica L.*

#### 2.1.1 Morfologi Tanaman Asam Jawa

Tanaman asam jawa memiliki pohon yang kuat dan kekar. Cabang-cabang tanaman tidak mudah patah oleh angin dan badai. Tinggi pohon tanaman asam jawa berkisar 25-30 m dengan lingkaran batang mencapai lebih dari 7 m (Rukmana, 2005:13). Daun asam jawa berbentuk bulat memanjang, berujung tumpul, pangkal membulat, berukuran kecil, dan tipis. Warna daun hijau muda sampai hijau tua. Helaian daun tersusun dalam tangkai daun dengan panjang berkisar 17 cm. Dudukan daun berhadapan-hadapan seperti berpasangan-pasangan (Utami, 2008:14; Rukmana,

2005:13). Bunga tanaman asam jawa termasuk bunga majemuk (*cluster*), berwarna kuning pucat dan kemerah-merahan. Bunga akan membentuk buah setelah melalui proses penyerbukan sendiri atau penyerbukan silang dengan bantuan angin dan serangga. Tanaman asam dapat berbuah ketika sudah berumur sekitar 13 tahun, meskipun begitu ada juga yang dapat berbuah pada umur 6-8 tahun. Biji asam jawa berbentuk bulat telur dan gepeng, serta bertekstur keras. Biji berukuran panjang 15 mm dan berwarna hitam gelap (Rukmana, 2005:13-14).

Buah asam jawa berbentuk polong tipis, berukuran panjang 12-15 cm, dengan bobot (berat) sekitar 15-20 g. Polong (buah) asam pada umumnya bengkok. Karakteristik buah asam jawa adalah ukuran buah pendek sampai agak panjang, berwarna hijau sewaktu masih muda dan kecokelat-cokelatan saat buah matang. Kulit polong berwarna seperti karat besi, tipis, mudah pecah dan retak. Di dalam polong terdapat daging buah (*pulp*) yang membungkus biji. Daging buah berwarna cokelat sampai kehitam-hitaman, berasa masam, dan banyak mengandung biji. Biji asam disebut klungsu, panjang  $\pm 15$  mm, berbentuk bulat telur, gepeng, berwarna hitam gelap (Rukmana, 2005:13-15)



Gambar 2.1 (a) Buah asam jawa (b) Biji asam jawa. (c) Daun asam jawa  
(Sumber: Rukmana, 2005:14-15)

### 2.1.2 Kandungan Kimia Tanaman Asam Jawa

Buah asam jawa yang masak di pohon per 100 gramnya mengandung nilai kalori sebanyak 239 kalori, protein 2,8 gram, lemak 0,6 gram, karbohidrat 62,5 gram, kalsium 74 mg, fosfor 113 mg, zat besi 0,6 mg, vitamin A 30 SI, vitamin B1 0,34 mg, serta vitamin C 2 mg. Kandungan kimia lainnya dalam buah asam jawa yaitu asam organik seperti asam sitrat, asam tartrat, asam asetat, asam suksinat, asam malat, asam laktat dan beberapa jenis asam organik lain (Utami, 2008:14; Rukmana, 2001:13).

### 2.1.3 Asam Organik dalam Tanaman Asam Jawa

Asam organik adalah senyawa organik yang mempunyai derajat keasaman (Theron dan Lues, 2010:21). Daging buah asam jawa mengandung cukup banyak jenis asam organik golongan asam lemah seperti asam sitrat, asam laktat, asam tartrat, asam asetat, asam suksinat, asam malat dan beberapa jenis asam organik lain (Nussinovitch, 2010:79; Astawan, 2009:84; Utami, 2008:14; Rukmana, 2001:13). Beberapa kandungan asam organik dalam buah asam jawa merupakan bahan khelasi (*chelating agent*), seperti *ethylane diamine tetraacetic acid* (EDTA) dan asam fosfat yang dapat menghilangkan ion logam seperti kalsium dengan mengikatnya secara kimia (Utami, 2008:14; Bateman dkk., 2014:42; Eldeniz dkk., 2005:109). Suatu bahan yang mampu mengikat ion logam dapat dimanfaatkan sebagai agen dekalsifikasi, salah satunya sebagai bahan etsa (Leung dkk., 2008:204; Garg dan Garg, 2015:241).

Adanya kandungan asam organik dalam tanaman asam jawa memungkinkan pemanfaatannya sebagai alternatif bahan kondisioner, yaitu bahan untuk mengkondisikan permukaan dentin maupun enamel (Sumarwinata, 2004:244). Hasil penelitian Wulandari (2006), menunjukkan bahwa ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan irigasi saluran akar memiliki daya pembersih terhadap lapisan *smear* dinding saluran akar gigi lebih besar daripada H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%. Hasil penelitian lain juga menunjukkan ekstrak asam jawa 5% yang diaplikasikan sebagai bahan irigasi saluran akar mampu mendekalsifikasi atau melarutkan kalsium dentin lebih tinggi dari ekstrak asam jawa konsentrasi 2,5% (FatimatuZZahro dan Wulandari, 2012:23). Penelitian Akwila (2010:30), membuktikan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelarutan kalsium dentin pada kelompok yang diirigasi menggunakan ekstrak asam jawa 5% dan EDTA 17% (Akwila, 2010:30). Ekstrak ini juga sudah diuji biokompatibilitasnya yaitu berdasarkan hasil penelitian Wulandari dkk. (2007:21) bahwa ekstrak asam jawa 5 % tidak sitotoksik terhadap sel fibroblas BHK-21.

## 2.2 Asam Fosfat

Asam fosfat adalah asam poliprotik, yaitu asam yang dapat melepaskan lebih dari satu proton atau ion hidrogen. Rumus kimia yang umum digunakan yaitu  $H_3PO_4$  (Day, 2002:168). Asam fosfat sering pula disebut dengan nama asam ortofosfat (Ash dan Michael, 2004:830) Asam fosfat termasuk golongan asam kuat yang memiliki sifat korosif dan iritan (Hui, 2006:746). Pemakaian asam fosfat yang berlebihan dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit, dan saluran pernafasan atas (Shelley dkk., 2007:102). Penggunaan asam fosfat juga dapat menyebabkan iritasi pada pulpa gigi (Torabinejad dan Walton, 2009:26).

Asam fosfat sudah cukup lama dikenal dalam kedokteran gigi. Asam fosfat merupakan komponen dalam bahan tambalan gigi yaitu semen silikat dan semen seng fosfat. Kandungan asam fosfat didalamnya berpotensi menimbulkan reaksi atau cedera pada pulpa (Torabinejad dan Walton, 2009:26). Reaksi pulpa ini bergantung pada kedalaman kavitas. Bila kavitas dangkal, biasanya akan terbentuk dentin reparatif, tetapi bila kavitas cukup dalam cenderung menyebabkan peradangan pulpa (Tarigan, 2006:26). Selain itu, asam fosfat juga diaplikasikan sebagai bahan kondisioner atau bahan etsa pada enamel dan dentin. Asam fosfat digunakan sebagai bahan etsa karena memiliki kemampuan untuk membersihkan lapisan *smear* dan melarutkan komponen anorganik gigi (Anusavice dkk., 2013:260-261).

Konsentrasi asam fosfat yang sering digunakan sebagai bahan etsa berkisar 30-40%, namun yang paling banyak dipasaran adalah konsentrasi 37% (Chandra dkk., 2007:220; Sintawati dkk., 2008:98). Penggunaan asam fosfat dengan konsentrasi lebih dari 50% akan menyebabkan terbentuknya banyak endapan garam monokalsium fosfat monohidrat yang sulit untuk dilarutkan ketika dilakukan pencucian, jika konsentrasi kurang dari 30% dapat menyebabkan terbentuknya endapan garam dikalsium fosfat monohidrat yang dapat mengganggu perlekatan (Anusavice dkk., 2013:262).

Penelitian tentang efek asam fosfat terhadap pulpa gigi telah cukup banyak diteliti, salah satunya oleh Fatimatuzzahro (2013), menyatakan bahwa asam fosfat 37% menyebabkan infiltrasi sel inflamasi yang lebih banyak dan ekspresi MMP-8

yang lebih kuat dibanding EDTA 19%. Hasil penelitian Sulkala dkk. (2007:126), menunjukkan bahwa MMP-8 merupakan enzim kolagenase utama dalam dentin manusia, MMP-8 mampu mendegradasi kolagen tipe 1 yang merupakan penyusun utama matriks ekstraselular dalam dentin.

## 2.3 Enamel

Enamel atau dikenal pula sebagai email merupakan lapisan terluar yang melapisi mahkota gigi. Enamel adalah jaringan tubuh yang paling keras. Enamel merupakan jaringan semitranslusen sehingga warna gigi bergantung kepada warna dentin dibawah enamel, ketebalan enamel, dan banyaknya *stain* pada enamel. Ketebalan enamel bervariasi, bagian yang paling tebal yaitu di bagian oklusan atau insisal dan makin menipis mendekati pertautannya dengan sementum (Sumawinata, 2004: 56)

### 2.3.1 Komposisi Enamel

Enamel yang sudah matur sebagian besar tersusun atas unsur anorganik dan hanya sebagian kecil unsur organik dan air. Secara kimia merupakan kristal yang sangat terkalsifikasi dengan unsur anorganik sekitar 96% berat, unsur organik 1% berat, dan air 3% berat (Chatterjee, 2006: 59; Sumarwinata, 2004: 56). Unsur organik dikenal dengan enamelin, yaitu protein enamel yang terdiri dari asam aspartat, glisin, dan prolin (Chatterjee, 2006: 59). Unsur anorganik terdiri dari kristal hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) yang juga ditemukan pada tulang, kartilago terkalsifikasi, dentin, dan sementum (Chandra, 2004: 40). Atom-atom yang menyusun kristal hidroksiapatit dapat digantikan oleh atom lain. Sebagai contoh, ion kalsium dapat digantikan oleh sodium, kelompok hidroksi dapat digantikan oleh fluoride, dan kelompok fosfat dapat digantikan oleh ion karbonat. Penggantian ini bergantung pada ion-ion yang tersedia pada lingkungan tempat kristal hidroksiapatit berada dan ukuran jari-jari atom dengan kisaran tertentu (Stegeman dan Davis, 2014: 161).

Secara struktural enamel terdiri atas jutaan prismata enamel (*enamel rod*, *enamel prism*), *rod sheath*, dan *cementing interrod substance*. Prismata enamel merupakan komponen enamel terbesar dan tersusun secara padat berjalan dari

*dentinoenamel junction* menuju permukaan gigi (Sumarwinata, 2004: 56). Diantara setiap prisma terdapat matriks protein yang mengelilingi kristal dan mengisi ruangan yang ada di antara kristal-kristal (Chatterjee, 2006: 59).

### 2.3.2 Demineralisasi Enamel

Kandungan mineral dari enamel adalah hidroksiapatit (HA) yang tersusun atas senyawa  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Pada lingkungan netral, HA seimbang dengan lingkungan *aqueous* lokal (saliva) yang tersaturasi dengan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . HA bersifat reaktif terhadap ion hidrogen pada pH kurang dari atau sama dengan 5,5 yang diketahui sebagai pH kritis untuk HA (Ghom, 2014: 481). Derajat keasaman berperan pada demineralisasi karena pH rendah akan meningkatkan konsentrasi ion hidrogen dan ion ini akan merubah rasio Ca/P hidroksiapatit (Prasetyo, 2005: 61). Ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) akan bereaksi dengan kelompok fosfat, proses ini mengubah ion  $\text{PO}_4^{3-}$  pada hidroksiapatit menjadi  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Widyaningsih dkk., 2014). Akibat proses konversi tersebut, HA kehilangan ion  $\text{PO}_4^{3-}$  dan digantikan oleh  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Ketika kehilangan ion  $\text{PO}_4^{3-}$ , HA menjadi tidak stabil sehingga kristal HA larut dan ion kalsium ikut terlarut ke luar. Proses hilangnya mineral gigi khususnya ion kalsium dan fosfat dari hidroksiapatit akibat paparan asam organik dikenal dengan istilah demineralisasi (Ghom, 2014: 481). Reaksi demineralisasi hidroksiapatit dapat diuraikan sebagai berikut;



Kecepatan demineralisasi hidroksiapatit bergantung pada derajat keasaman (Prasetyo, 2005:61). Derajat keasaman yang semakin rendah menunjukkan sifat asam semakin kuat (Fullick dan Patrick, 2001:194). Sifat asam kuat mampu melepaskan ion hidrogen yang lebih banyak dibanding asam lemah karena mampu terionisasi secara sempurna (Malhotra dkk., 2010:27; Widiakongko dan Sugiyono, 2010:150). Ion hidrogen yang semakin banyak akan semakin meningkatkan mineral gigi yang terlarut (Noble, 2012:47). Semakin banyak mineral yang terlarut menyebabkan penurunan *microhardness* enamel. Kekerasan enamel yang berkurang menyebabkan

enamel menjadi lebih lemah dan rentan ketika terkena *physical impact* (Loverene, 2013:89).

## **2.4 Resin Komposit**

Resin komposit merupakan perkembangan atau modifikasi dari *methacrylates* atau resin akrilik (Chandra dkk., 2007:233). Resin komposit adalah gabungan atau kombinasi dua atau lebih bahan kimia berbeda dengan sifat-sifat unggul atau lebih baik dari pada bahan itu sendiri yang membuatnya menjadi bahan restorasi yang lebih menguntungkan daripada bahan restorasi lainnya (Sakaguchi dkk., 2012:162). Resin komposit terdiri dari matriks organik resin, partikel bahan *filler*, dan bahan-bahan tambahan seperti *coupling agent (silane)*, pigmen dan inisiator, serta *ultraviolet absorber* (Garg dan Garg, 2015:253).

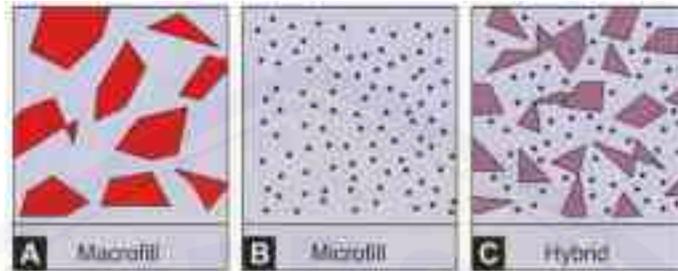
Resin komposit merupakan salah satu bahan restorasi yang digunakan untuk mengembalikan bentuk dan fungsi gigi dengan kualitas estetik yang baik (Masdy, 2014:1). Keunggulan lainnya dari resin komposit adalah sifat konduktivitas termal yang rendah sehingga mampu melindungi pulpa, tidak menghantarkan arus listrik (*elimination of galvanism*), preparasi kavitas yang minimal sehingga mengurangi destruksi pada substansi gigi yang masih sehat, serta memiliki ikatan yang cukup kuat dengan struktur gigi dengan bantuan bahan *bonding* (Heasman, 2008:95; Chandra dkk., 2007:236; Garg dan Garg, 2015:502). Ikatan yang kuat dan awet antara resin komposit dan struktur gigi dibutuhkan untuk menahan tekanan pengunyahan yang besar (Dhani, 2005:1).

### **2.4.1 Klasifikasi Resin Komposit**

#### **a. Resin Komposit Berdasarkan Ukuran Partikel**

Salah satu sistem klasifikasi resin komposit yang umum digunakan adalah klasifikasi berdasarkan ukuran, bentuk dan distribusi partikel bahan pengisinya. Berdasarkan klasifikasi tersebut, resin komposit terbagi menjadi tiga kelompok yaitu resin komposit makrofil, komposit mikrofil, dan resin komposit hibrid. Sifat mekanis resin komposit tergantung pada besar persentase volume bahan pengisi. Bertambah

beratnya bahan pengisi akan meningkatkan kekerasan, kekauan, kekuatan, dan ketahanan terhadap retakan (Garg dan Garg; 2015:302; Sintawati dkk., 2008:98)



Gambar 2.2 Diagramasi resin komposit berdasarkan ukuran bahan pengisi.  
(Sumber: Garg dan Garg, 2015:302)

- 1) Resin Komposit Makrofil. Resin komposit makrofil atau resin komposit konvensional memiliki ukuran rata-rata partikel 5-25  $\mu\text{m}$ . Partikel pengisinya membentuk 75-80% berat komposit. Komposit ini lebih tahan terhadap abrasi dibandingkan dengan resin akrilik tanpa bahan pengisi. Namun, bahan ini memiliki struktur permukaan yang kasar sebagai akibat dari ukuran partikel pengisi yang relatif besar. Hal ini menyebabkan plak terakumulasi dengan lebih cepat dibanding jenis komposit lainnya (Garg dan Garg, 2015:302).
- 2) Resin Komposit Mikrofil. Resin komposit mikrofil mulai dikenalkan sejak awal tahun 1980. Bahan ini dikembangkan untuk mengatasi permasalahan yang timbul pada komposit makrofil. Ukuran rata-rata partikel berkisar 0,04-0,1  $\mu\text{m}$ . Partikel pengisinya menyusun 35-50% berat komposit. Ukuran partikel yang kecil menghasilkan permukaan yang lebih halus sehingga lebih resisten terhadap plak, debris dan stain. Dari segi estetis resin komposit mikrofil lebih unggul dibanding komposit makrofil. Namun memiliki sifat fisik (*physical properties*) yang lebih rendah yaitu cenderung lebih mudah aus disebabkan oleh komposisi *filler* yang lebih sedikit (Garg dan Garg, 2015:302).
- 3) Resin Komposit Hibrid. Resin komposit hibrid sering kali disebut mikrohibrid, dikembangkan dalam rangka menggabungkan keunggulan dari komposit makrofil dan komposit mikrofil. Tersusun atas partikel pengisi dengan ukuran *submicron* (0,04  $\mu\text{m}$ ) dan partikel kecil ukuran rata-rata berkisar 0,2-5  $\mu\text{m}$ . Partikel pengisinya menyusun 75-85% berat komposit. Sifat fisik dan mekanis dari bahan komposit ini

terletak diantara komposit konvensional dan komposit mikrofil. Ketahanannya terhadap aus sama dengan komposit konvensional dengan struktur permukaan yang lebih halus (Geissberger, 2010: 162; Chandra dkk., 2007:235).

#### **b. Resin Komposit Berdasarkan Polimerisasi**

1) Resin komposit diaktivasi kimia. Resin ini disebut juga resin komposit *self-cured*. Pada awalnya merupakan campuran antara bubuk dan likuid, namun sekarang telah dikembangkan dalam bentuk dua pasta. Salah satu pasta berisi inisiator *benzoyl peroxide* dan pasta lainnya berisi aktivator *tertiary amine*. Ketika kedua bahan tersebut dicampur, maka *amine* akan bereaksi dengan *benzoyl peroxide* dan membentuk radikal bebas sehingga mekanisme pengerasan dimulai. Pengadukan dilakukan dengan spatula agate (spatula logam dapat menyebabkan diskolorasi komposit) (Reddy, 2015:88; Garg dan Garg, 2015:276).

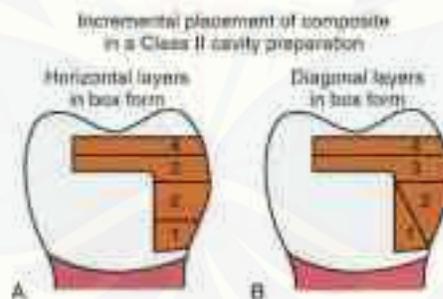
2) Resin Komposit diaktivasi sinar. Resin ini merupakan tipe resin komposit paling sering digunakan pada praktek/ klinik dokter gigi. Resin ini dipasarkan dalam bentuk pasta tunggal. Pasta mengandung bahan inisiator *camphoroquinone* dan akselerator *diethyl-amino-ethyl methacrylate (amine)*. Kedua komponen tersebut akan bereaksi ketika dipapari sinar dengan panjang gelombang berkisar 400-500 nanometer (nm), misalnya *blue light*. *Blue light* memiliki panjang gelombang sekitar 474 nm. Kelebihan komposit *light cure* yaitu resin ini mudah dimanipulasi karena mengeras bila sudah diaplikasikan sinar (*working time* dapat dikontrol), porositas lebih rendah, serta lebih resisten terhadap abrasi (Reddy, 2015:88).

3) Resin komposit *dual-cured*. Resin ini merupakan sistem dua pasta, yang mengandung inisiator dan aktivator sinar dan kimia. Kelebihannya yaitu proses pengerasan lebih sempurna. Ketika dua pasta dicampur dan ditempatkan, lalu *dicuring* dengan *light cure unit* sebagai reaksi pengerasan awal kemudian secara kimia akan melanjutkan reaksi pengerasan pada bagian yang tidak terkena sinar (Reddy, 2015:88).

### 2.4.2 Teknik Penempatan Resin Komposit

Teknik yang baik penting bagi keberhasilan penempatan resin komposit. Teknik penempatan resin komposit pada kavitas gigi umumnya dikenal dengan teknik *incremental*. Pada kavitas yang sedang atau besar, resin komposit ditempatkan dengan *small increments* dengan ketebalan sekitar 1-2 mm. Keuntungan dari teknik ini yaitu meminimalkan *shrinkage* (penyusutan) ketika polimerisasi, ketika terjadi *shrinkage* saat polimerisasi pertama maka akan diantisipasi oleh *increment* kedua dan seterusnya. Keuntungan lainnya yaitu untuk memaksimalkan penetrasi sinar dari *curing unit* sehingga resin komposit dapat *tercuring* sempurna. *Increments* yang terlalu tebal dapat menyebabkan sinar tidak mampu berpenetrasi sampai bagian dalam (Hatrick dan Eakle, 2016:58, Albers, 2002:223).

Teknik *incremental* dibagi menjadi dua jenis yaitu *incremental oblique* dan *incremental horizontal*. Perbedaan dari kedua teknik tersebut adalah cara penempatannya. Jika teknik *incremental oblique* resin komposit ditempatkan secara diagonal, jika *incremental horizontal* ditempatkan secara horizontal (Hatrick dan Eakle, 2016:58).



Gambar 2.3 Penempatan resin komposit secara *incremental*.  
(A) *Incremental* secara horizontal, (B) *incremental* secara diagonal  
(Sumber: Hatrick dan Eakle, 2016:58)

## 2.5 Etsa Asam

Bahan restorasi resin komposit tidak dapat berikatan secara alami dengan struktur gigi sehingga diperlukan suatu bahan adhesif (Puspitasari, 2014:90). Penggunaan asam sebagai bahan adhesif dalam kedokteran gigi dirintis pertama kali oleh Buonocore di tahun 1955 yang melaporkan bahwa penggunaan asam fosfor 85% dapat meningkatkan retensi resin akrilik dengan enamel (Low, 2014:659). Pengetsaan enamel akan mengubah permukaan enamel yang halus menjadi ireguler (Sumawinata, 2004: 243). Etsa asam akan membuang sekitar 10  $\mu\text{m}$  permukaan enamel dan membentuk lapisan mikro sedalam 5-50  $\mu\text{m}$  (Low, 2014:659). Penggunaan asam sebagai bahan kondisioner atau bahan etsa pada sistem restorasi adhesif bertujuan untuk menghilangkan *smear layer* dan mempersiapkan permukaan enamel untuk menerima bahan adhesif. Prosedur etsa menyebabkan demineralisasi komponen anorganik gigi sehingga terbentuk retensi berupa mikroporositas yang akan terisi oleh bahan adhesif (Summit, 2006: 188-192). Bahan yang dapat digunakan dalam proses tersebut dapat berupa asam organik maupun asam anorganik (Schmalz dan Bindslev, 2009:102).

Bahan etsa asam yang sering digunakan adalah asam fosfat dengan konsentrasi berkisar 30-40%, tetapi konsentrasi yang paling banyak digunakan adalah 37% (Reddy, 2015:92; Sintawati dkk., 2008:98). Aplikasi asam pada permukaan enamel akan menghasilkan reaksi asam basa dengan hidroksiapatit. Hal ini menyebabkan hidroksiapatit menjadi terlarut sehingga menciptakan permukaan terdemineralisasi pada permukaan enamel (Ghom, 2014: 481). Ketika resin komposit diaplikasikan pada permukaan enamel yang telah dietsa, resin akan mengalir pada permukaan yang ireguler dan membentuk *resin tag*, sehingga terjadi ikatan mekanik resin pada enamel (Soratur, 2002:197).

Bahan etsa tersedia dalam bentuk likuid dan gel, namun bentuk gel lebih banyak digunakan karena *flow* cairan lebih mudah dikendalikan. Bahan etsa bentuk gel dibuat dengan menambahkan bahan pengental (*thickening agent*) seperti senyawa turunan selulosa (*cellulose*) pada larutan asam (Sakaguchi dan Powers, 2012:329). Bahan etsa likuid biasanya diaplikasikan dengan kuas atau *cotton pellet* kecil,

sedangkan bentuk gel biasanya diaplikasikan menggunakan *syringe* atau ujung kuas (Hatrick dan Eakle, 2016:47). Derajat keasaman bahan etsa umumnya berkisar 1-2 (Anusavice dkk., 2013:262), sering ditambahkan bahan pewarna dengan tujuan agar operator mudah mengamati permukaan yang teretsa (Hatrick dan Eakle, 2016:47).

## 2.6 *Carboxymethylcellulose Sodium* (CMC–Na)

*Carboxymethylcellulose Sodium* (CMC–Na) merupakan garam sodium yang berasal dari sebuah polikarboksimetil eter selulosa. Senyawa turunan dari selulosa (*cellulose*) ini memiliki beberapa nama lain seperti *Akucell*, *Aqualon CMC*, *carmellosum natrium*, *Aquasorb*, *cellulose gum* (Rowe dkk., 2009:118). Keunggulan CMC–Na dibanding bentuk selulosa murni adalah kemampuannya mudah larut dalam air, CMC–Na dapat larut dalam air panas maupun air dingin (Thakur dan Manju, 2016:53-54). *Carboxymethylcellulose Sodium* merupakan zat berupa bubuk dengan warna putih atau sedikit kekuningan, tidak berbau, dan tidak berasa, berbentuk granula yang halus (Rowe dkk., 2009:119). Senyawa ini sudah sering digunakan sebagai salah satu bahan aditif dalam berbagai industri seperti industri kosmetik, makanan, dan farmasi (Thakur dan Manju, 2016:54).

*Carboxymethylcellulose Sodium* (CMC–Na) banyak digunakan dalam formulasi sediaan farmasi untuk aplikasi oral dan topikal. Sifat utama yang sering dimanfaatkan yaitu sebagai *thickening agent* (bahan pengental) dengan meningkatkan viskositas larutan. Sifat fungsional lainnya yaitu sebagai stabilitor, pembentuk gel, serta bahan pengemulsi (Thakur dan Manju, 2016:53-54). Senyawa derivat selulosa ini mampu memberikan kestabilan pada produk dengan memerangkap air melalui pembentukan jembatan hydrogen dengan molekul CMC–Na yang lain. Berdasarkan penelitian ditemukan bahwa pencampuran CMC–Na dengan larutan asam dapat membentuk *elastic gel*, ketika CMC dicampur dengan asam terjadi pertukaran dari Sodium ( $\text{Na}^+$ ) pada *carboxymethyl group* dengan hidrogen ( $\text{H}^+$ ) sehingga menyebabkan agregasi dari molekul CMC. Molekul CMC yang terkumpul kemudian membentuk suatu ikatan hidrogen yang pada derajat tertentu dapat membentuk fase gel (Williams dan Phillips, 2012:175). Aplikasi CMC–Na sebagai

*gel-forming agent* dicapai dengan konsentrasi 3,0-6,0% v/w (Rowe dkk., 2009:118-119).

Use	Concentration (%)
Emulsifying agent	0.25-1.0
Gel-forming agent	3.0-6.0
Injections	0.05-0.75
Oral solutions	0.1-1.0
Tablet binder	1.0-6.0

Gambar 2.4 Konsentrasi CMC-Na sebagai *gel-forming agent*.  
(Sumber: Rowe dkk., 2009:119)

## 2.7 Adhesi

Kata *adhesion* berasal dari bahasa latin *adhaerere*, yang berarti lengket. Adhesi adalah mekanisme perlekatan antara dua substrat berbeda yang saling tarik menarik. Bahan yang dapat membuat kedua substrat tersebut melekat disebut bahan adhesif (North, 2007: 156). Bahan adhesif yang secara terminologi kedokteran gigi disebut sebagai resin *bonding*, adalah suatu bahan yang dapat melekatkan suatu substrat dengan substrat lainnya sehingga tidak mudah dipisahkan satu sama lain dan memiliki kemampuan menyebarkan beban yang diterima oleh bahan adhesif ke area permukaan yang saling melekat (Dhani, 2005:6). Salah satu mekanisme adhesi adalah melalui ikatan mekanis.

Adhesi mekanis menurut Annusavice (2013:27) adalah perlekatan yang kuat antara substansi satu dengan lainnya yang membentuk ikatan mekanis atau retensi. Prinsip-prinsip adhesi mekanis sebagai berikut (Ferrina, 2010:12-13)

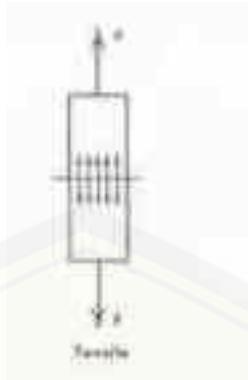
- Tegangan permukaan. Tegangan permukaan terbentuk pada permukaan dua zat atau substrat yang berbeda. Adhesi yang optimal terbentuk jika tegangan permukaan bahan adhesif lebih rendah daripada tegangan permukaan perlekatan
- Permukaan yang bersih. Permukaan perlekatan harus bersih dari kotoran agar bahan adhesif dapat mengalir dengan mudah.

- c. Kekasaran permukaan perlekatan. Pengaruh kekasaran permukaan perlekatan antara lain menambah luas kontak permukaan perlekatan dan membentuk porositas yang dapat digunakan sebagai retensi mikromekanis.

## 2.8 Kekuatan Tarik

Kekuatan perlekatan adalah indikator yang paling sering dihubungkan dengan material kedokteran gigi. Uji kekuatan perlekatan dilakukan untuk menilai kuat rekat bahan adhesif (Octarina, 2012:16). Pengukuran perlekatan antara enamel dan resin komposit berujuan untuk menilai seberapa besar kemampuan bahan restorasi bertahan pada tempatnya (Sintawati dkk., 2008: 99). Perlekatan yang kuat dan awet antara resin komposit dan struktur gigi dibutuhkan untuk menahan tekanan pengunyahan yang besar (Dhani, 2005:1). Nilai kekuatan perlekatan suatu bahan dapat diperoleh salah satunya dengan pengukuran kekuatan tarik (*tensile strength*) (Susra dkk., 2013:69).

Kekuatan tarik (*tensile strength*) merupakan kemampuan suatu benda dalam mempertahankan perlekatannya saat menerima gaya tarik yang berasal dari arah tegak lurus terhadap permukaan benda tersebut (Ismah dkk., 2007:182). Uji kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu benda dalam menahan beban yang diterima oleh bahan *bonding* dari arah aksial (Ferrina, 2010:17). Uji kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan atau gaya yang dihasilkan sampai terjadi hilangnya perlekatan bahan terhadap struktur gigi. Semakin besar kekuatan yang dihasilkan oleh bahan *bonding*, semakin baik kualitasnya dalam melekatkan bahan tumpatan terhadap struktur gigi (Ratri, 2015:6).



Gambar 2.5 Ilustrasi *tensile stress*  
(Sumber: Ismah dkk., 2007:182)

Perlekatan bahan tumpatan pada struktur gigi dipengaruhi oleh sifat fisik yang dimiliki jaringan keras gigi. Sifat fisik dari enamel dan dentin yang memiliki pengaruh terhadap kekuatan perlekatan material salah satunya adalah kekerasan permukaan (*surface hardness*) (Zafar dan Ahmed, 2015:319-320). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan (*microhardness*) enamel berbanding lurus dengan konsentrasi kalsium. *Microhardness* enamel juga memiliki hubungan positif dengan kekuatan perlekatan resin komposit, artinya jika *microhardness* enamel rendah maka kekuatan perlekatan material menurun (Adebayo dkk., 2010:194). Zafar dan Ahmed (2015:319), menyatakan bahwa penurunan *microhardness* secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan perlekatan pada bahan tumpatan.

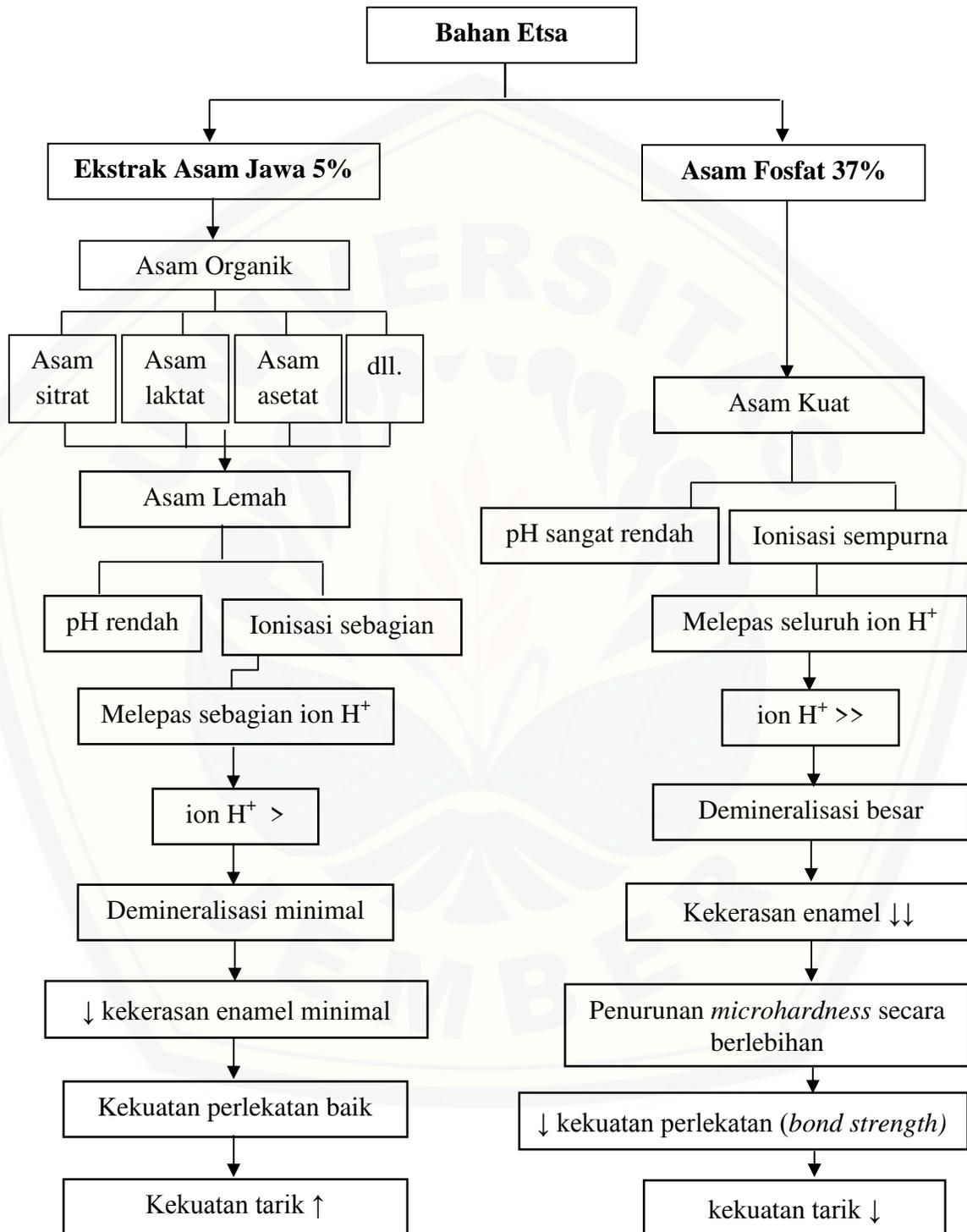
## 2.9 Gigi Sapi (*Bovine Teeth*)

Gigi manusia sering digunakan sebagai sampel untuk pengujian *in vitro* pada *dental research*. Namun penggunaan gigi manusia mulai diminimalkan karena ada beberapa kelemahan dan keterbatasan (Yassen dkk., 2011:273). Penggunaan gigi manusia mulai dibatasi akibat meningkatnya isu-isu etis tentang penggunaan gigi manusia secara ilegal (Santana dkk., 2011:163). Keterbatasan lain juga diakibatkan gigi manusia sering sulit diperoleh dalam jumlah yang cukup homogen dan dengan kualitas yang memadai karena sebagian besar gigi yang diekstraksi telah mengalami karies yang luas dan cacat lain. Kelemahan lain yaitu perlu dilakukannya pengontrol sumber dan usia dari gigi yang dikumpulkan, sumber dan usia yang heterogen

menyebabkan variasi yang besar dalam hasil pengukuran, serta luas permukaan gigi manusia yang relatif kecil mungkin juga menjadi batasan untuk tes atau uji tertentu yang membutuhkan permukaan gigi cukup luas. (Yassen dkk., 2011:273). Gigi sapi (*bovine*) memiliki permukaan yang cukup luas karena ukuran yang lebih besar dari gigi manusia, hal ini juga berpengaruh pada ketebalan struktur jaringan keras gigi sapi (*bovine*). Berdasarkan penelitian (Fonseca dkk., 2004:920), menyatakan bahwa dibutuhkan ketebalan 2 mm untuk mencapai bagian dentin superficial.

Saat ini gigi hewan telah banyak dipilih sebagai alternatif pengganti gigi manusia dalam penelitian *in vitro*. Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan gigi dari beberapa spesies mamalia, seperti *bovine* (sapi), *swine* (babi), *equines* (kuda) (Santana dkk., 2011:164). Gigi sapi (*bovine*) adalah pilihan yang paling umum dipilih oleh kebanyakan peneliti (Tanaka dkk., 2008:347). Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa gigi *bovine* dapat digunakan sebagai substitusi gigi manusia. Hal ini karena komposisi kimia dan mikromorfologi antara gigi *bovine* dan gigi manusia memiliki kemiripan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah pirofosfat anorganik pada enamel dan dentin gigi *bovine* dan gigi manusia tidak berbeda jauh. Begitu pula rasio kalsium pada gigi *bovine* dan gigi manusia mendekati sama yaitu 37,9% dan 36,8%. *Microhardness* antara enamel gigi manusia dan gigi *bovine* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Ditinjau dari diameter enamel kristalit antara gigi manusia dan gigi *bovine* tidak ada perbedaan signifikan dengan rasio 1:1,6 (Yassen dkk., 2011:274-276).

## 2.10 Peta Konsep



### 2.11 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Efek gel ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan etsa dapat meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit.
2. Ada perbedaan kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit antara gigi yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% dan asam fosfat 37%.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris serta menggunakan rancangan penelitian tipe *post test only control group design*, pengujian dilakukan setelah adanya perlakuan (Ferrina, 2010:21).

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

1. Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Jember untuk proses pembuatan kristal asam jawa.
2. Laboratorium Farmasetika Farmasi Universitas Jember untuk proses pembuatan gel ekstrak asam jawa.
3. Laboratorium Uji Dasar Bersama Fakultas Farmasi Universitas Airlangga untuk pengujian kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Mechine*.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2016 - Maret 2017.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Gel ekstrak asam jawa 5%

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Kekuatan tarik resin komposit.

#### 3.3.3 Variabel Terkendali

Jenis gigi yang digunakan dalam penelitian

### 3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Gel ekstrak asam jawa 5% yaitu hasil campuran antara 5 gram kristal ekstrak asam jawa yang telah dikeringkan melalui proses *freeze drying* dan 100 ml *aquadest* steril, dan dibuat menjadi sediaan gel dengan memberi tambahan bahan pengental (*thickening agent*) dari senyawa turunan *cellulose*, yaitu CMC-Na (*Carboxy Methyl Cellulose Sodium*).

3.4.2 Kekuatan tarik yaitu kekuatan maksimum yang bisa ditahan oleh bahan restorasi ketika diregangkan atau ditarik dengan gaya tarik aksial yang arahnya tegak lurus terhadap dasar kavitas, sampai bahan restorasi terlepas. Diukur dengan alat uji tarik yaitu *Universal Testing Machine* (Shimadzu, Japan). Nilai uji tarik dihitung dengan satuan *megapascal* (MPa).

### 3.5 Sampel Penelitian

#### 3.5.1 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah gigi insisif sapi (*bovine*) rahang bawah. Setelah diekstraksi, jaringan periodontal yang melekat dibersihkan dengan sikat dan *scalpel* di bawah air mengalir, gigi direndam dalam larutan fisiologis. Pengambilan sampel dalam penelitian menggunakan metode *simple random sampling*.

#### 3.5.2 Kriteria Sampel

1. Tidak terdapat karies
2. Tidak terdapat retak-retak
3. Tidak abrasi bagian permukaan bukal
4. Gigi akar tunggal

#### 3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian

Penelitian ini terdiri atas 2 kelompok yang terdiri atas satu kelompok kontrol dan satu kelompok perlakuan. Penjelasan masing-masing kelompok sebagai berikut:

1. Kelompok kontrol : gigi insisif *bovine* yang dietsa dengan asam fosfat 37%
2. Kelompok perlakuan : gigi insisif *bovine* yang dietsa dengan ekstrak asam jawa 5%

#### 3.5.4 Besar Sampel Penelitian

Sampel terdiri dari 2 kelompok berpasangan (kelompok perlakuan dan kelompok kontrol) maka rumus besar sampel (n) yang digunakan berdasarkan rumus Lemeshow (Ferrina, 2010:22) yaitu:

$$n = \frac{2 \cdot \delta^2 (Z_{1/2\alpha} + Z_{\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} = \frac{2 \cdot (2,68)^2 (1,96 + 2,526)^2}{(28,37 - 21,97)^2} = \frac{289,080}{40,96}$$

$$n = 7,058 \rightarrow 7$$

Keterangan:

- n : besar sampel minimum
- $\delta$  : standart deviasi (kontrol) = 2,68
- $Z_{1/2\alpha}$  : nilai Z pada  $\alpha$  0,05 = 1,96
- $Z_{\beta}$  : nilai Z pada  $\beta$  0,01 = 2,526
- $\mu_1$  : rata-rata kelompok I (kontrol) = 28,37
- $\mu_2$  : rata-rata kelompok II (kelompok perlakuan) = 21,97

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut maka diperoleh jumlah sampel minimal adalah 7, sehingga total sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14.

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.6.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pisau model
2. Cawan porselin
3. Neraca *precision balance*
4. Gelas *beaker* (1000 ml)
5. Alat ultrasonik (Elmasonic S, Jerman)

6. *Sentrifuger* (Hermle Z-306 , Jerman)
7. Tabung *sentrifuse* (15 ml)
8. Kertas *filter millipore* 0,45  $\mu\text{m}$
9. Tabung *erlenmeyer* (500 ml)
10. Tabung *freeze*
11. *Freeze dryer* (ZiRBUS VaCo 5, Jerman)
12. Cetakan silinder (terbuat dari Polivinil Klorida / PVC)
13. Baki *stainless*
14. Oven
15. Tang
16. Sikat
17. *Scalpel*
18. *Carborundum disc*
19. *Micromotor low speed*
20. *Straight hand piece*
21. *Glass plate*
22. Mangkuk karet
23. Spatula karet
24. Bur intan *fissure* (Edenta)
25. *Contra angle hand piece*
26. Spuit injeksi 3 ml (Terumo, Korea)
27. Spatula kaca
28. *Air syringe*
29. *Syringe* ukuran 1 ml (Terumo, Korea)
30. *Microbrush*
31. Cincin akrilik diameter 4 mm, tinggi 2 mm (bahan *polymethyl-metaacrylat* / PMMA)
32. *Adehesif tape* (*double tape*)
33. pH meter

34. Toples kaca
35. *Universal testing mechine* (Shimadzu, Jepang)
36. *Light curing unit* (SKI, China)

### 3.6.2 Bahan Penelitian

1. Gigi insisif *bovine*
2. Asam fosfat 37% (MagnumDental, USA)
3. Ekstrak asam jawa 5%
4. *Aquadest* steril
5. Kertas *aluminiumfoil*
6. Alkohol 70%
7. Larutan PZ / NaCl 0,9%
8. CMC-Na (*Carboxy Methyl Cellulose - Na*)
9. Dental gipsum
10. *Cotton pellet*
11. *Polymethyl-metaacrylat* (PMMA) *rod*, diameter 10 mm dan tinggi 2 cm
12. Resin *bonding* (Master Bond Biodinamica, DEPKES RI AKL)
13. *Microhybride composite* (Master Fill A2 Biodinamica, DEPKES RI AKL)
14. *Self cure acrylic*

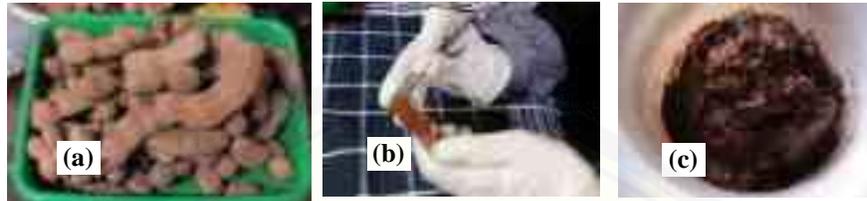
## 3.7 Prosedur Penelitian

### 3.7.1 Pembuatan ekstrak asam jawa dalam bentuk kering (kristal)

Ekstrak asam jawa kering dibuat di laboratorium Biologi Farmasi UNEJ. Menurut Anggreni (2009:17-20) prosedur pembuatan ekstrak asam jawa dalam bentuk kering (kristal) sebagai berikut.

1. Asam jawa yang sudah matang diambil langsung dari pohonnya dalam kondisi kulit polong tidak rusak / tidak pecah. Asam jawa yang digunakan pada penelitian ini berasal dari desa Ambunten, Sumenep, Madura, Kriteria asam jawa yang matang di pohon yaitu daging buah sudah tidak melekat pada polong, berwarna coklat sampai kehitam-hitaman.

2. daging buah dipisahkan dari bijinya dengan menggunakan pisau model dan dimasukkan ke dalam cawan porselin,



Gambar 3.1 (a) buah asam jawa, (b) memisahkan daging buah menggunakan pisau model, (c) daging buah yang telah dipisahkan dari biji  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

3. daging buah sebanyak 300 gram ditimbang dengan neraca *precision balance*, kemudian dimasukkan ke dalam gelas *beaker* ukuran 1000 ml,
4. ditambahkan *aquadest* steril sebanyak 1 liter dan diaduk menggunakan alat *ultrasonic* yang menghasilkan getaran hingga larutan homogen,
5. larutan yang sudah homogen dituang dalam tabung *sentrifuse* ukuran 15 ml,
6. dilakukan *sentrifuse* / pusingan menggunakan *sentrifuger* dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit untuk memisahkan antara endapan dan airnya,



Gambar 3.2 (a) campuran daging buah asam jawa dan *aquadest*, (b) larutan dihomogenkan dengan alat *ultrasonic*, (c) larutan akan dilakukan *sentrifuse*  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

7. bagian yang cair disaring menggunakan kertas *filter millipore* 0,45  $\mu\text{m}$  dan dituang ke dalam tabung *erlenmeyer* ukuran 500 ml,



Gambar 3.3 Proses penyaringan larutan ekstrak asam jawa  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

8. hasil yang sudah disaring dituang ke dalam tabung *freeze*,



Gambar 3.4 Larutan ekstrak asam jawa dituang ke dalam tabung *freeze*  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

9. tabung *freeze* dimasukkan dalam mesin *freeze dryer* dan ditunggu sampai kering (kristal),



Gambar. 3.5 Proses *freeze drying*  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

10. Kristal ekstrak asam jawa yang sudah dilakukan proses *freeze drying* dibungkus dengan kertas *aluminium foil* dan disimpan di dalam *freezer*.



Gambar 3.6 Ekstrak asam jawa setelah proses *freeze drying*  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

### 3.7.2 Tahap Persiapan

#### 1. Sterilisasi alat

Alat-alat seperti sonde lurus, baki, pisau model disterilkan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit. *Carborundum disc* dan bur intan *fissure* direndam dalam alkohol 70% beberapa saat sebelum pemakaian.



Gambar 3.7 Sterilisasi alat  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

#### 2. Mempersiapkan sampel

- a. Gigi insisif *bovine* yang baik diekstraksi dengan tang dan dibersihkan dengan sikat dan *scalpel* tajam di bawah air mengalir. Jaringan lunak terutama pada bagian akar gigi yang masih menempel dibersihkan dengan hati-hati kemudian dibuang,
- b. gigi yang sudah bersih direndam dalam larutan PZ (NaCl 0,9%) sampai saat penelitian. Jika selama pengumpulan terlihat larutan mulai keruh maka tiap tiga hari sekali diganti dengan larutan baru,

- c. masing-masing gigi dipisahkan bagian mahkota dan akarnya menggunakan *carborundum disc* yang dihubungkan dengan *straight hand piece low speed* pada 2 mm di bawah *cementoenamel junction (CEJ)*,



Gambar 3.8 Pemotongan bagian mahkota dan akarnya pada 2 mm di bawah CEJ  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- d. menyiapkan cetakan silinder sebagai tempat untuk memfiksasi spesimen. Cetakan silinder diberi label dan diletakkan di atas *glass plate* sebagai alas,



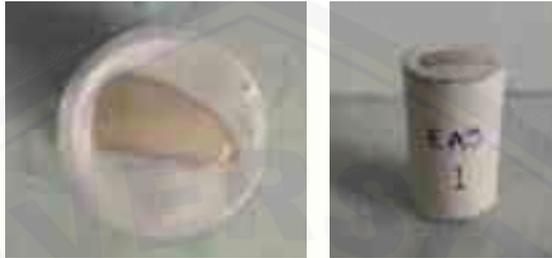
Gambar 3.9 Cetakan silinder diberi label dan diletakkan di atas permukaan yang datar sebelum dicor dengan gips  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- e. bubuk gips dicampur air dengan rasio sesuai petunjuk pabrik dalam mangkuk karet dan diaduk dengan spatula karet. Lalu adonan gips dituang ke dalam cetakan silinder sampai penuh,



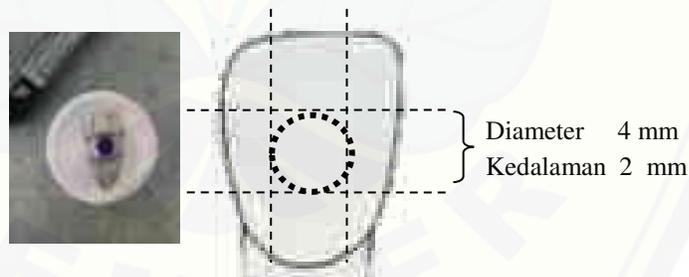
Gambar 3.10 (a) manipulasi gips, (b) Pengecoran gips ke dalam cetakan silinder  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- f. sampel gigi diletakkan di permukaan atas cetakan silinder (tepat dibagian tengah) dengan permukaan labial menghadap atas. Ditunggu sampai gips mengeras. Gips berfungsi untuk memfiksasi gigi,



Gambar 3.11 Cetakan silinder tampak atas. Sampel gigi difiksasi pada cetakan silindris (Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- g. setelah spesimen terfiksasi dilakukan preparasi kavitas berbentuk tabung pada permukaan labial (1/3 tengah serviko-insisal dan 1/3 tengah mesio-distal) dengan diameter 4 mm dan kedalaman 2 mm menggunakan bur intan *fissure* yang dihubungkan dengan *contra angle hand piece low speed*. Alasan pemilihan permukaan bukal sebagai daerah uji adalah untuk mendapatkan luas permukaan uji yang cukup memadai pada sampel penelitian (Sintawati dkk., 2008:101).



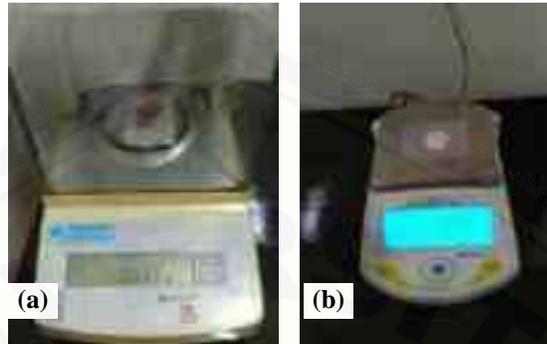
Gambar 3.12 Pembuatan *outline* sebelum dilakukan preparasi kavitas (bentuk tabung) pada permukaan labial (Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- h. kavitas dicek kehalusannya menggunakan sonde lurus

### 3.7.3 Pembuatan gel ekstrak asam jawa 5%

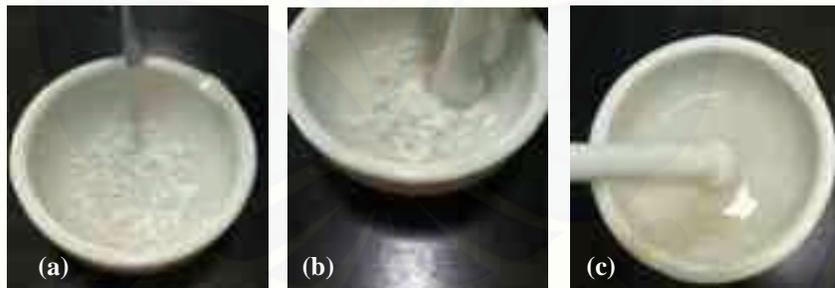
- a. Kristal asam jawa sebanyak 5 gram diambil menggunakan spatula kaca dan diletakkan di atas *glass plate* (penimbangan menggunakan neraca *precision*

*balance*) seperti pada gambar 3.13 (a). Kemudian menimbang 5 gram CMC-Na menggunakan neraca *precision balance* seperti pada gambar 3.13 (b)



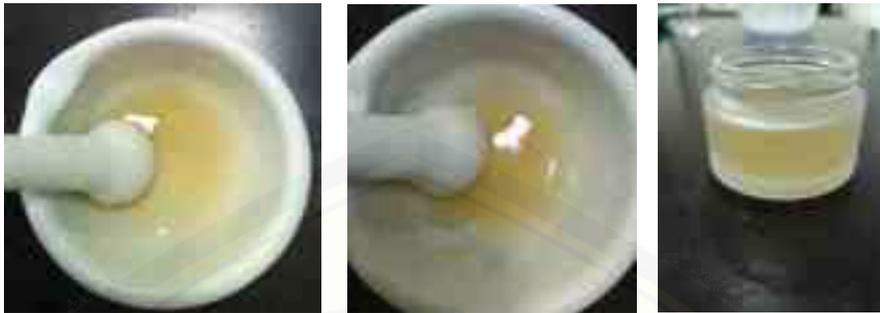
Gambar 3.13 Penimbangan (a) kristal asam jawa dan (b) CMC-Na  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- b. 5 gram CMC-Na, yang merupakan bahan pembentuk gel sekaligus stabilisator ditambahkan 100 ml *aquadest* steril, kemudian di aduk dalam cawan porselin sampai terbentuk fase gel yang homogen seperti pada gambar 3.14.  
(Penambahan CMC-Na didasarkan pada perbandingan CMC : pelarut = 1:20 (1 gram CMC-Na per 20 ml pelarut atau aquades).



Gambar 3.14 Formulasi fase gel (a) penambahan CMC-Na ; (b) pengadukan dalam cawan porselin; (c) fase gel yang telah homogen  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- c. Kristal asam jawa 5% yang telah ditimbang ditambahkan ke dalam cawan porselin dan diaduk hingga terlarut sempurna, dan kemudian disimpan dalam toples kaca.



Gambar 3.15 Ekstrak asam jawa 5% dalam sediaan gel  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- d. Dilakukan pengukuran pH gel ekstrak asam jawa 5% menggunakan indikator universal untuk mengetahui tingkat keasaman bahan uji dengan mengoleskan gel ke permukaan kertas lakmus. Pengukuran pH menggunakan pH meter tidak memungkinkan karena sediaan bukan berupa larutan (zat cair).



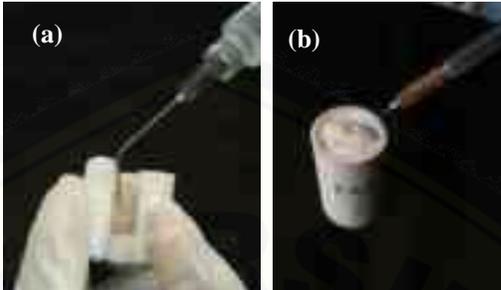
Gambar 3.16 Pengukuran pH gel ekstrak asam jawa (pH = 4)  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

#### 3.7.4 Pembuatan asam fosfat 37%

Asam fosfat yang digunakan dalam penelitian adalah bentuk gel buatan pabrik yang sudah siap pakai.

### 3.7.5 Tahap Perlakuan

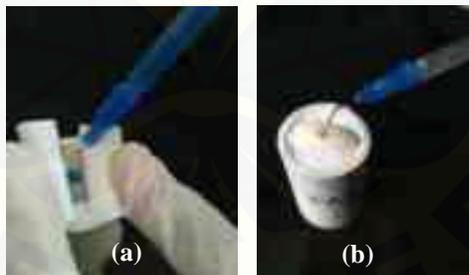
1. Permukaan gigi dibilas dengan *aquadest* dan dikeringkan dengan *air syringe*,



Gambar 3.17 (a) tahap pembilasan dengan *aquadest*, (b) tahap pengeringan  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

2. aplikasi bahan etsa selama 25 detik (Hatrick dan Eakle, 2016:60),
  - kelompok kontrol dengan gel asam fosfat 37%
  - kelompok perlakuan dengan gel ekstrak asam jawa 5% ,

Bahan etsa diaplikasikan di permukaan kavitas sebanyak 0,1 ml menggunakan *syringe* ukuran 1 ml (sesuai *trial*). Bahan etsa dalam kavitas diratakan menggunakan ujung *syringe* khusus untuk aplikasi etsa (ujung tumpul) dengan hati-hati, sehingga mengenai seluruh permukaan yang diinginkan,



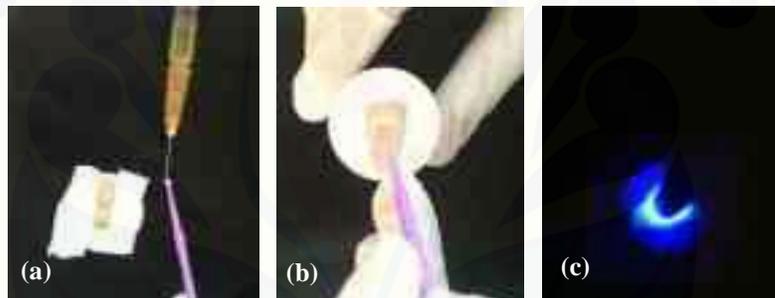
Gambar 3.18 Tahap pengaplikasian etsa dengan (a) asam fosfat 37% ,  
(b) dengan gel ekstrak asam jawa 5%  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

3. bahan etsa dibersihkan dengan *cotton pellet* dan dibilas dengan *aquadest* selama 20 detik, dikeringkan dengan tekanan udara ringan menggunakan *air syringe* (Hatrick dan Eakle, 2016: 60),



Gambar 3.19 Tahap pembersihan bahan etsa  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

4. resin *bonding* ditetaskan pada *microbrush* sebanyak 0,1 ml (sesuai *trial*), lalu diulaskan pada permukaan gigi (kavitas pada permukaan labial) dan dibiarkan selama 30 detik. Dikeringkan dengan tekanan udara ringan lalu dilakukan penyinaran selama 20 detik (petunjuk pabrik).



Gambar3.20 Tahap aplikasi resin *bonding*. (a) Resin *bonding* ditetaskan pada *microbrush*; (b) pengulasan resin *bonding*; (c) penyinaran resin *bonding*  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

5. resin komposit mikrohibrid diaplikasikan menggunakan *plastis filling instrumen* pada kavitas (sampai memenuhi kavitas) selapis demi selapis. Setiap lapisan dilakukan kondensasi dengan *stopper semen*, lalu disinar.



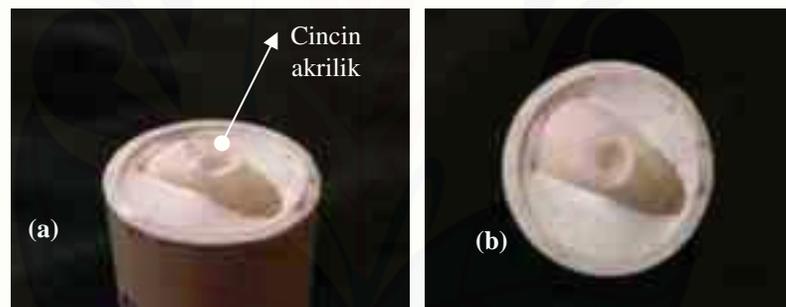
Gambar 3.21 (a,b) Tahap aplikasi resin komposit (c) tahap kondensasi resin komposit  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- Dilakukan penyinaran resin komposit dengan durasi 40 detik (sesuai petunjuk pabrik) menggunakan alat *light curing unit* (SKI, China).



Gambar 3.22 Tahap penyinaran resin komposit  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

- diatas kavitas yang telah direstorasi dilekatkan cincin akrilik (diameter 4 mm dan tinggi 2 mm) dengan bantuan *double tape*. Cincin akrilik berfungsi sebagai alat cetak restorasi resin komposit. Alat cetak ini dibutuhkan agar bentuk dan ukuran sampel seragam,

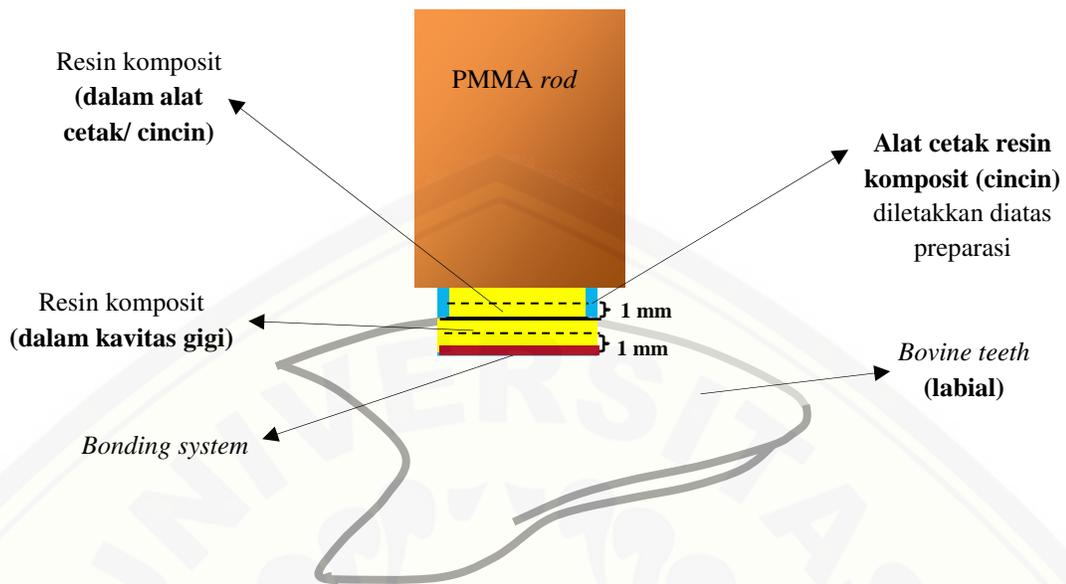


3.23 Alat cetak resin komposit (a) tampak samping, (b) tampak atas  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

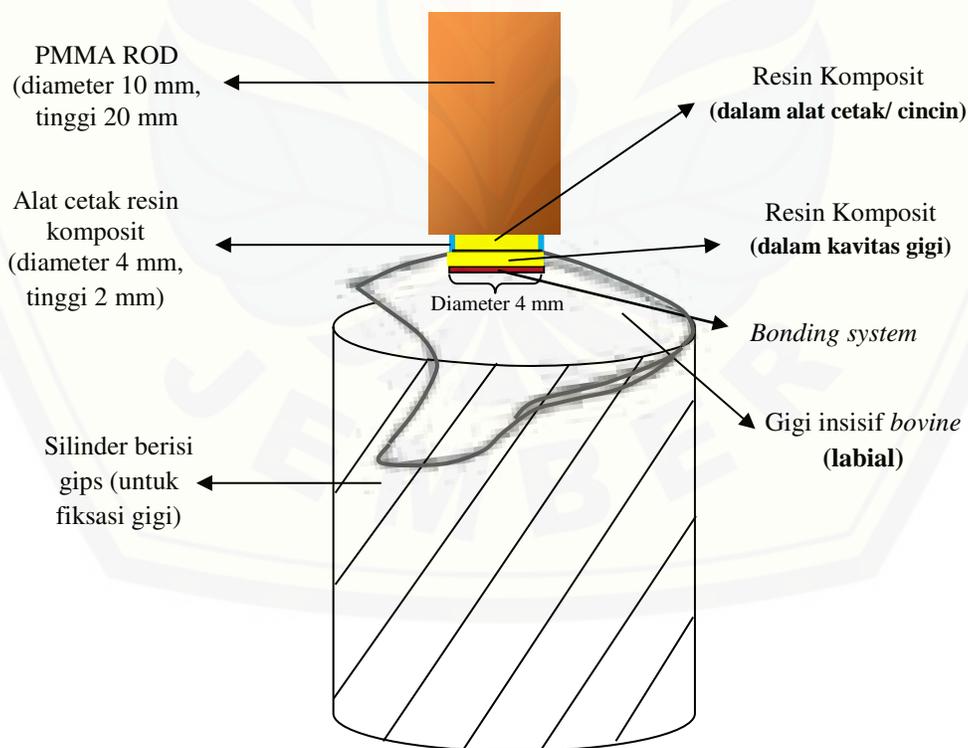
- resin komposit mikrohibrid diaplikasikan pada bagian tengah cincin akrilik selapis demi selapis. Setiap lapisan dikondensasi, lalu disinari,
- di atas cincin akrilik direkatkan *Polymethyl-metaacrylat* (PMMA) rod dengan diameter 10 mm dan tinggi 20 mm menggunakan perekat *self cure acrylic*.



Gambar 3.24 Bentuk spesimen uji tarik  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)



Gambar 3.25 Bentuk *detail* spesimen uji tarik (tampak samping)  
(Sumber: Soufyan, dkk., 2008: 132)



Gambar 3.26 Bentuk spesimen uji tarik (tampak samping)  
(Sumber: Soufyan, dkk., 2008: 132)

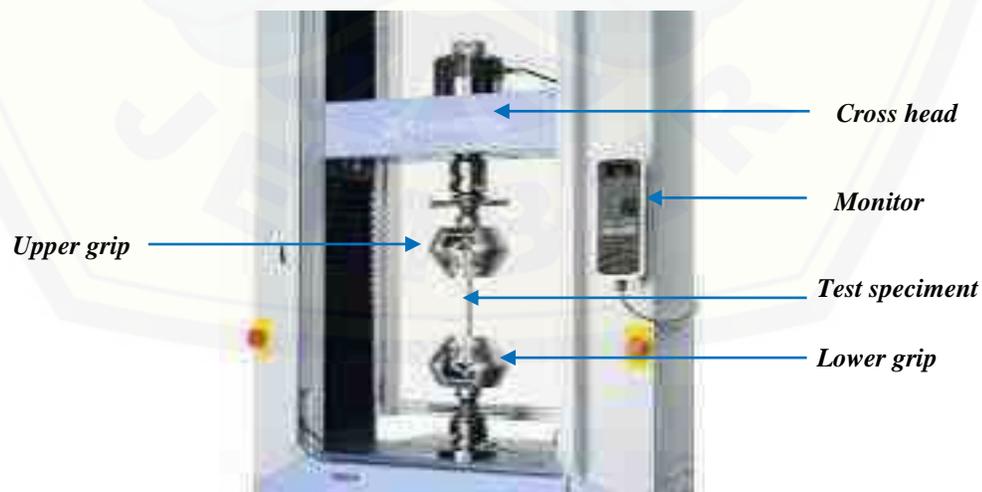
10. Setelah selesai, sampel disimpan dalam suhu ruangan selama 24 jam (Ferrina, 2010: 29)
11. Pengujian kekuatan tarik menggunakan alat *Universal Testing Mechine*.



Gambar 3.27 Tahap uji kekuatan tarik  
(Sumber: Koleksi pribadi 2016)

#### 3.7.6 Pengukuran Kekuatan Tarik

Uji kekuatan tarik dilakukan menggunakan *Universal testing mechine* (Shimadzu, Japan). Silinder gips difiksasi pada grip bawah mesin dan PMMA rod difiksasi pada grip atas. Kemudian alat dioperasikan dengan menekan tombol “on” pada monitor. Kecepatan *cross head*: 10 mm/menit. Alat dijalankan sampai bahan resin komposit terlepas dari kavitas gigi. Besarnya kekuatan atau gaya akan muncul di monitor. Gaya maksimal yang dihasilkan mesin yaitu 5 kN atau 500 kgf.



Gambar 3.4 Bagian-bagian alat *Universal Testing Mechine*

Hasil angka yang terbaca pada monitor kemudian dihitung dengan rumus:

$$\text{Kekuatan tarik} = \frac{\text{Angka pada alat}}{\text{Luas penampang sampel}}$$

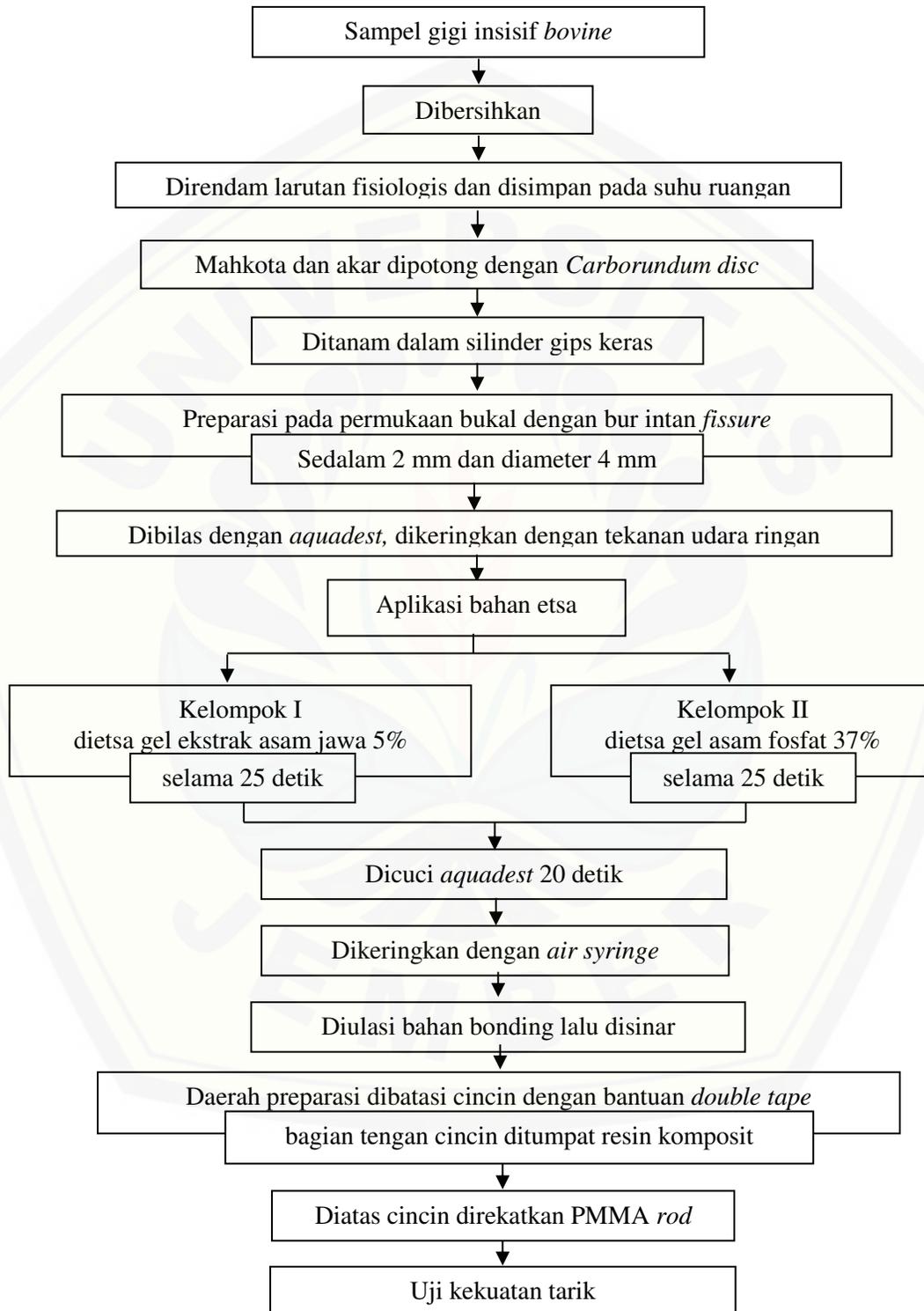
Keterangan:

$$1 \text{ Kgf} = 9,81 \text{ N}; 1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2; \text{Luas permukaan enamel (sampel)} = \pi r^2$$

### 3.7.7 Analisis Data

Data hasil penelitian dilakukan uji normalitas dengan (*Kolmogorov-Smirnov*) dan uji homogenitas (*Test Levene Statistic*). Bila hasil penelitian homogen dan normal dilakukan uji statistik parametrik (*Independent T-Test*), bila tidak homogen dan tidak normal dilakukan uji non parametrik (*Mann-Whitney U-Test*).

## 3.7.8 Alur Penelitian



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Efek gel ekstrak asam jawa 5% sebagai bahan etsa dapat meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit.
2. Terdapat perbedaan kekuatan tarik (*tensile strength*) resin komposit yang tidak bermakna (tidak signifikan) antara gigi yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% dan asam fosfat 37%.

### 5.2 Saran

1. Kandungan asam organik yang terdapat pada ekstrak asam jawa dalam bentuk kristal mudah rusak oleh suhu maupun lingkungan sehingga penyimpanan hendaknya dilakukan dalam keadaan steril dan tertutup rapat di dalam *freezer*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi dan durasi aplikasi ekstrak asam jawa sebagai bahan etsa terhadap kelarutan kalsium gigi dan kemampuan dalam membersihkan lapisan *smear*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adebayo, OA. Burrow, MF. Tyas, MJ. Adams, GG. Collins, ML. 2010. Enamel microhardness and bond strengths of self etching primer adhesive. *European Journal of Oral Science*, 118: 191-196.
- Akwila, R. 2010. Ekstrak Asam Jawa 5% Sebagai Bahan Irigasi terhadap Kelarutan Kalsium Dentin Saluran Akar Gigi. *Skripsi*. Jember: Program Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Jember. p.30.
- Albers, HF. 2002. *Tooth-Colored Restoratives: Principles and Techniques Ninth Edition*. Canada: BC Decker Inc. p.223.
- Anggreni, YR. 2009. Ekstrak Asam Jawa 5% Sebagai Bahan Irigasi terhadap Perlekatan antara Bahan Pengisi dengan Dinding Dentin Saluran Akar. *Skripsi*. Jember: Program Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Jember. p.17-20.
- Anusavice, KJ. Shen, C. Rawls, HR. 2013. *Philips' Science of Dental Materials Edition 12*. China: Elsaviers Inc. p.27, 260-262.
- Ash, I. Michael. 2004. *Handbook of Green Chemicals Second Edition*. USA: Synapse. p.830.
- Astawan, M. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang & Biji-Bijian*. Jakarta: Penebar Swadaya. p.82-84.
- Ayad, MF. 2001. Effects of rotary instrumentation and different etchants on removal of smear layer on human dentin. *The Journal of Prosthetic Dentistry* vol.85(1): 67-72.
- Ballal, NV. Mala, K. Bhat, KS. 2011. Evaluation of decalcifying effect of maleic acid and EDTA on root canal dentin using energy dispersive spectrometer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* vol.112(2): 78-84
- Bateman, DN. Jefferson, RD. Thomas, SHL. Thompson, JP. Vale, JA. 2014. *Oxford Desk Reference: Toxicology*. London: Oxford Press. p.42.
- Belitz, HD. Grosch, W. 2009. Schieberle, P. *Food Chemistry 4th Revised and Extended Ed.* Heidelberg: Springer. p.455.
- Burke, R. 2013. *Hazardous Materials Chemistry for Emergency Responders, Third Edition*. Boca Raton: CRC Press. p.435.
- Chandra, S. Chandra, S. Chandra, G. 2007. *Text Book of Operative Dentistry*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher. p. 233, 235-236.

- Chandra, S. Chandra, S. Chandra, M. 2004. *Textbook of Dental, Oral Histology and Embriology with Multiple Choice Questions*. New Delhi: Jaypee Brother Medical Publisher. p.40
- Chatterjee, K. 2006. *Essentials of Oral Histology*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publ. p.59.
- Day, RA. Underwood, AL. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga. p.168.
- Dhani, WS. 2005. Kekuatan Tarik Perlekatan (Tensile Bond Strength) antara Dentin dan Komposit dengan Memakai Bahan Adhesif yang Berbeda. *Skripsi*. Medan: Program Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sumatra Utara. p.1,6.
- Eldinez, AU. Erdemir, A. Belli, S. 2005. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *Journal of Endodontic* vol. 31(2): 107-110.
- Eliades, G. Watts, DC. Eliades, T. 2005. *Dental Hard Tissues and Bonding*. Berlin: Springer. p. 4
- Fajerskov, O. Kidd, E. 2008. *Dental Caries, The Disease and Its Clinical Management, Second Edition*. Oxford: Blackwell Munksgaard. p.470
- Fatimatuzzahro, N. 2013. Respon Inflamasi dan Ekspresi Matrix Metalloproteinase-8 pada Pulpa Gigi Setelah Aplikasi Bahan Etsa Ethylene Diamine Tetraacetic Acid 19% dan Asam Fosfat 37% (Kajiian In Vivo pada Gigi Molar Tikus Spague Dawley). *Tesis*. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.
- Fatimatuzzahro, N. Wulandari, E. 2012. Dekalsifikasi dentin saluran akar gigi setelah diirigasi dengan ekstrak asam jawa 5% dan 2,5%. *Journal Spirulina* vol.7 (1): 19-24.
- Ferrina, L. 2010. Perbedaan Kekuatan Perlekatan Tarik Resin Bonding pada Dentin Setelah Pengulasan Ekstrak Asam Jawa dan Asam Fosfat (Penelitian Eksperimental Laboratorik pada Gigi Bovine). *Skripsi*. Surabaya: Program Sarjana Kedokteran Gigi Uiveersitas Airlangga. p. 10-13, 16-17, 21.
- Fonseca, RB. Fransisco, HN. Alfredo, JFN. Gustavo, ASB. Carlos, JS. 2004. Radiodensity of enamel and dentin of human, bovine and swine teeth. *Archieves of Oral Biology* vol. (49):919-922
- Fullick, A. Patrick, F. 2001. *Chemistry for AQA.: Separate Award*. Oxford: Heinemann Educational Publisher. p. 194.

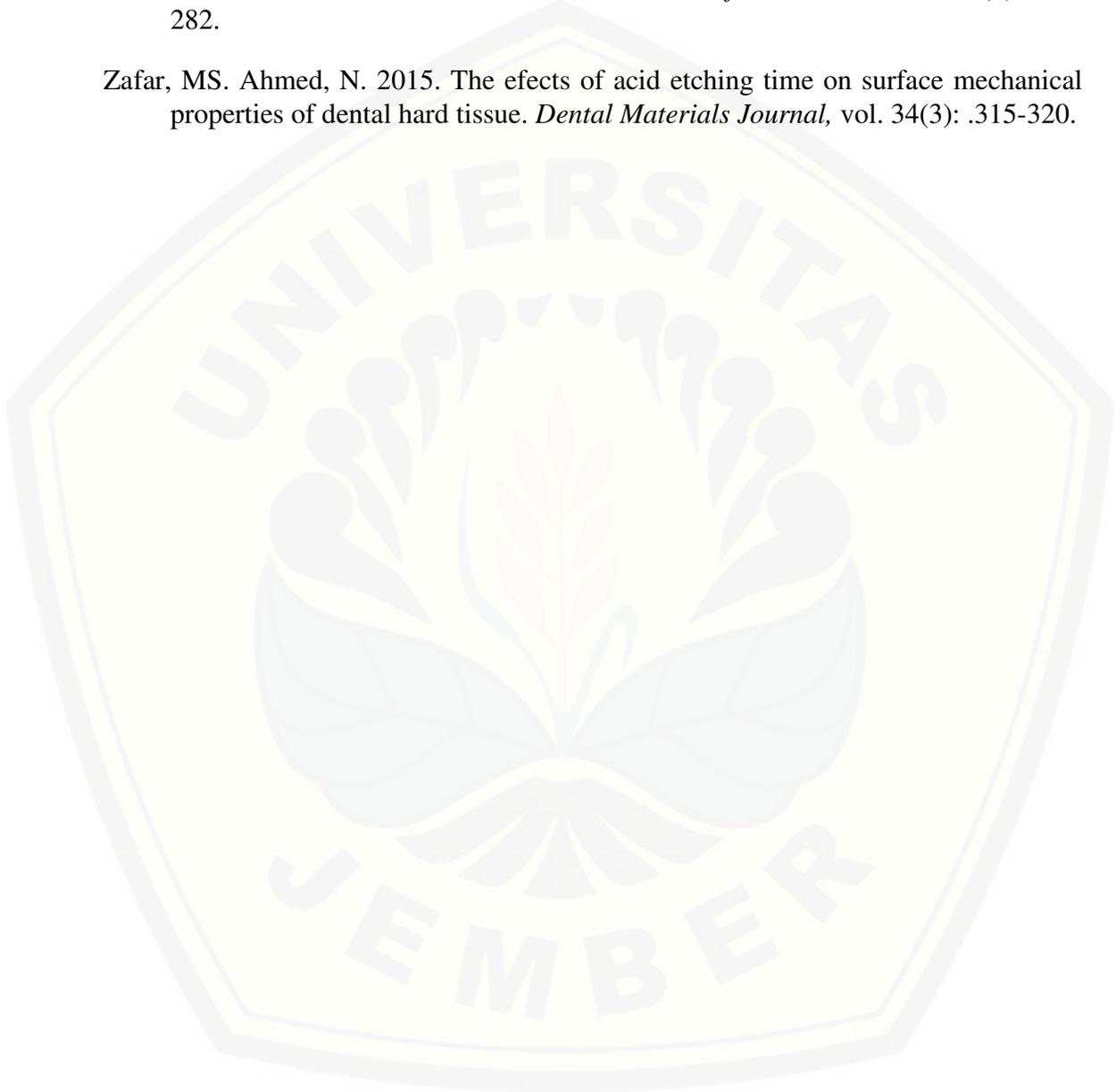
- Garg, N. Garg, A. 2015. *Textbook of Operative Dentistry Third Edition*. New Delhi: Jaypee Brother Medical Publisher. p.21, 241, 253, 276, 302, 502.
- Geissberger, M. 2010. *Esthetic Dentistry in Clinical Practice*. Singapore:Blackwell Publishing. p.162
- Ghom, SA. Ghom, AG. 2014. *Text Book of Oral Medicine*. New Delhi: Jaypee Brother Medical Publisher. p.481.
- Hargreaves, KM. Cohen, S. 2011. *Cohen's Pathways of The Pulp Tenth Edition*. St. Louis: Elsevier. p.515.
- Hatrick, CD. Eakle, WS. 2016. *Dental Materials: Clinical Application for Dental Assistants and Dental Hygienists Third Edition*. USA: Elseviers. p.47,50, 58,60.
- Heasman, P. 2008. *Master Dentistry Volume 2: Restorative Dentistry, Paediatric Dentistry and Orthodontics*. USA: Elsevier. p.90, 95.
- Hui, YH. 2006. *Handbook of Food Science Technology and Engineering Volume 4*. London: CRC Press. p. 746.
- Ingle, JI. Bakland, LK. Baumgartener, JC. 2008. *Ingle's Endodontic 6*. Hamilton: BCDecker. p.122.
- Ismah, N. Siregar, E. Hosein, F. 2007. Kuat rekat tarik dan geser bahan *bonding* pada perlekatan awal braket dengan pengetsaan dan perekatan ulang tanpa pengetsaan. *Indonesian Journal of Dentistry* 14(3): 181-185
- Kliegman, RM. Behrman, RE. Jenson, HB. Stanson, BF. 2007. *Nelson : Textbook of Pediatrics 18th Edition*. USA: Elsevier. p.292.
- Koch, G. Poulsen, S. 2009. *Pediatric Dentistry: A Clinical Approach Second Edition*. Oxfod: Blackwell Publishing. p.110.
- Kuruvilla, A. Jaganath, BM. Krishnegowda, SC. Ramachandra, PKM. Johns, DA. Abraham, A. 2015. A comparative evaluation of smear layer removal by using edta, etidronic acid, and maleic acid as root canal irrigants: An *in vitro* scanning electron microscopic study. *Journal of Conservative Dentistry* vol.18(3): 247-251.
- Leite, FRM. Nascimento, GG. Leite, ERM. Leite, AA. Sampaio, JEC. 2013. Effect of the Association between Citric Acid and EDTA on Root Surface Etching. *Journal of Contemp Dent Pract* vol.14(5):796-800.
- Leung, KS. Qin, YX. Cheung, WH. Qin, L. 2008. *A Practical Manual for Musculoskeletal Research*. Singapore: World Scientific Publishing. p.204.

- Loverene, CV. 2013. *Toothpastes: Volume Editor*. Amsterdam: Karger. p. 89.
- Low, IM. 2014. *Advance in Ceramic Matrix Composite*. Philadelphia: Woodhead Publishing. p.659
- Malhotra, S. Dhawan, P. Arora, S. 2010. *Target 2011: A Complete Refresher Science for Class X*. New Delhi: Tata McGraw Hill. p.27.
- Mangan, Y. 2009. *Solusi Sehat Mencegah dan Mengatasi Kanker: Terapi Herbal, Terapi Diet, Terapi Jus*. Jakarta: AgroMedia Pustaka. p.30.
- Masdy, W. 2014. Pengaruh Metode Penyinaran yang Berbeda terhadap Kekuatan Ikatan Komposit Mikrohibrid dengan Base Berbasis Resin. *Tesis*. Makassar: Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. p.1.
- Noble, SL. 2012. *Clinical Textbook of Dental Hygiene and Therapy Second Edition*. Oxford: Wilwy-Blackwell. p.47.
- Noorth, RV. 2007. *Introduction to Dental Material 3<sup>rd</sup> Ed*. Oxford: Mosby Co. p.156-162
- Nussinovitch, A. 2010. *Polymer Macro and Micro Gel Beads: Fundamental and Applications*. Rehovot: Springer. p. 79.
- Octariana. 2012. Pengaruh Durasi Sandblasting Pada Permukaan Restorasi Veneer Resin Komposit Terhadap Kuat Rekat Resin Semen Dengan Email Gigi. *Tesis*. Jakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia. p.16.
- Prasetyo, EA. 2005. Keasaman Minuman Ringan Menurunkan Kekasaran Permukaan Gigi. Surabaya: Majalah Kedokteran Gigi Universitas Airlangga (April-Juni) vol. 38(2). p.60-63.
- Puspitasari, D. 2014. Perbandingan kuat rekat resin komposit pada dentin dengan sistem adhesif *self etch* 1 tahap (one step) dan 2 tahap (two step). *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi* vol. II(1): 89-94.
- Ratri, M. 2015. Perbandingan Kekuatan Tarik Resin Komposit Nanofill pada Kavitas Kelas V dengan Bahan Adhesif Self-Etch dan Total-Etch. *Skripsi*. Surakarta: Program Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Surakarta. p.5-6.
- Reddy, SK. 2015. *Dental Pulse Volume I, Ninth Edition*. Hyderabad: Swapna Medical Publishers. p.88, 92.
- Rowe, RC. Sheskey, PJ. Quinn, ME. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipient Sixth Edition*. Grayslake: Pharmaceutical Press. p. 118-119.

- Rukmana, HR. 2001. *Silase dan Permen Ternak Ruminansia*. Yogyakarta: Kanisius. p.13.
- Rukmana, HR. 2005. *Seri Budi Daya: Asam*. Yogyakarta: Kanisius. p.12-15.
- Sakaguchi, RL. Powers, JM. 2012. *Craig's Restorative Dental Material*. USA: Elsevier. p. 122, 162, 329.
- Santana, LNS. Mayara, SL. Nayara, CMC. Aline, MD. Marcia, CSG. Rafael, RL. 2011. Ultrastructure of Buffalo Tooth Enamel: A Possible Replacement for Human Teeth in Laboratory Research. *Braz Journal Oral Science*, vol.10(3): 163-166.
- Shelley, CH. Cole, AR. Markley, TE. 2007. *Industrial Firefighting for Municipal Firefighter*. Tulsa: PennWell Corporation. p. 102.
- Sintawati, J. Soemartono, SH. Suharsini, M. 2008. Pengaruh durasi aplikasi asam fosfat 37% terhadap kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap. *Indonesian Journal of Dentistry* vol. 15(2): 97-103.
- Soratur, SH. 2002. *Essentials of Dental Material*. New Delhi: Jaypee Brother Medical Publisher. p.197.
- Soufyan, A. Indrani, DJ. Erlinda, M. 2008. Pengaruh kontaminasi kaliva terhadap kekuatan tarik antara resin komposit dengan jaringan dentin. *Indonesian Journal of Dentistry* vol. 15(2): 131-134.
- Stegeman, CA. Davis, JR. 2014. *The Dental Hygienist's Guide to Nutritional Care 4th Edition*. USA: Elsevier. p.161.
- Sulkala, M. Tervahartiala, T. Sorsa, T *et al*. 2007. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. *Archive of Oral Biology* vol. 52: 121-127
- Sumarwinata, N. 2004. *Senarai Istilah Kedokteran Gigi Inggris-Indonesia*. Jakarta: EGC. p.56, 243-244.
- Summit, J.B., Robbins, J.W., Hilton, T., dan Schwartz, R. 2006. *Fundamentals of Operative Dentistry. A contemporary Approach. Third Edition*. Illinois: Quintessence Publishing Co. Inc. p. 188-192.
- Susra, W. Nur, DL. Puspita, S. 2013. Perbedaan kekuatan geser dan kekuatan tarik pada restorasi resin komposit microhybrid bonding generasi V dan bonding generasi VII. *Indonesian Dental Journal* vol. 2(2): 68-75.

- Tanaka, JLO. Filho, EM. Salgado JAP. Salgado, MAC. Moraes, LC. Moraes, MEL. Castilho, JCM. 2008. Comparative analysis of human and bovine teeth: radiographic density. *Braz Oral Research* vol.22(4): 345-351.
- Tarigan, R. 2006. *Perawatan Pulpa Gigi (Endodonti) Edisi 2*. Jakarta: EGC. p.26.
- Thakur, VK. Manju, KT. 2016. *Handbook of Sustainable Polymers Processing and Applications*. Boca Raton: CRC Press. p. 53-54.
- Theron, MM. Lues, JFR. 2010. *Organic Acids and Food Preservation*. Boca Raton: CRC Press. p.21.
- Torabinejad, M. Walton, RE. 2009. *Endodontics Principles and Practice*. USA: Elsevier Inc. p.26.
- Tulunoglu, O. Tulunoglu, I. 2008. Resin-dentin interfacial morphology and shear bond strengths to primary dentin after long-term water storage: An in vitro study. *Quintessence International* vol. 39(5):427-437.
- Utami, P. Puspaningtyas, DE. 2013. *The Miracle of Herbs*. Jakarta: AgroMedia Pustaka. p.3.
- Utami, P. 2008. *Buku Pintar Tanaman Obat: 431 Jenis Tanaman Penggempur Aneka Penyakit*. Jakarta: Agromedia Pustaka. 2, 14.
- Utami, P. 2013. *Diet Aman dan Sehat Berkat Herbal*. Jakarta: FMedia. p.52.
- Wahlgren, J. Salo, T. Teronen, O. Luoto, H. Tjaderhane, L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) in pulpal and periapical inflammation and periapical root-canal exudates. *International Endodontic Journal* vol.35(11):897-904.
- Widiakongko, PD. Sugiyono, V. 2010. *Jurus Sakti Menaklukkan Kimia SMA 1,2, & 3*. Surabaya: Linguakata. p. 150.
- Widyaningsih, V. Rahayu, YC. Barid, I. 2014. Peningkatan remineralisasi enamel gigi setelah direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max (L.) Meriil*) menggunakan scanning electron microscope (SEM). *Artikel Ilmiah*. FKG Universitas Jember.
- Williams, PA. Philips, GO. 2012. *Gums and Stabilisers for the Food Industry 16*. Wageningen: RSCPublishing. p.175
- Wulandari, E. 2006. Efektifitas Ekstrak Asam Jawa dan Hidrogen Peroksida sebagai Bahan Irigasi terhadap Toksisitas Fibroblas dan Pembersih Lapisan Smear Dinding Saluran Akar Gigi. *Tesis*. Surabaya: Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga. p.61

- Wulandari, E. 2007. Uji sitoktosisitas ekstrak air asam jawa 5% terhadap *cell line BHK-21*. *Indonesian Journal of Dentistry* vol.14 (1): 18-21.
- Yaassen, GH. Platt, JA. Hara, AT. 2011. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *Journal of Oral Science*, vol.53(3): 273-282.
- Zafar, MS. Ahmed, N. 2015. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissue. *Dental Materials Journal*, vol. 34(3): .315-320.



**LAMPIRAN****Lampiran A. Tabulasi Data Hasil Pengukuran Kekuatan Tarik**

A.1 Tabel hasil perhitungan nilai gaya tarik (F) menggunakan *Universal Testing Mechine* dalam kgf.

No.	Kelompok Perlakuan	Kelompok Kontrol
	Gel Ekstrak Asam Jawa 5%	Asam Fosfat 37%
1.	6.790	6.850
2.	6.970	7.005
3.	6.935	6.910
4.	6.875	6.855
5.	7.015	6.975
6.	7.050	6.905
7.	7.150	6.700



Keterangan : Hasil uji gaya tarik resin komposit yang dietsa dengan asam fosfat 37% pada monitor.



Keterangan : Hasil uji gaya tarik resin komposit yang dietsa dengan gel ekstrak asam jawa 5% pada monitor.

## A.2 Tabel konversi nilai gaya tarik (F) dari kgf kedalam satuan Newton (N).

No.	Kelompok Perlakuan		Kelompok Kontrol	
	Gel Ekstrak Asam Jawa 5%		Asam Fosfat 37%	
	kgf	N	kgf	N
1.	6.790	66.587	6.850	67.176
2.	6.970	68.352	7.005	68.696
3.	6.935	68.009	6.910	67.764
4.	6.875	67.421	6.855	67.225
5.	7.015	68.794	6.975	68.401
6.	7.050	69.137	6.905	67.715
7.	7.150	70.117	6.700	65.705

Keterangan : 1 kgf = 9.80665 N

## A.3 Tabel hasil perhitungan kekuatan tarik (P) dalam MPa.

No.	Kelompok Perlakuan	Kelompok Kontrol
	Gel Ekstrak Asam Jawa 5%	Asam Fosfat 37%
1.	5,302	5,348
2.	5,442	5,469
3.	5,415	5,395
4.	5,368	5,352
5.	5,477	5,446
6.	5,505	5,391
7.	5,583	5,231

Keterangan :

✓  $P = F/a \text{ (N / mm}^2\text{)}$

✓  $1\text{N / mm}^2 = 1 \text{ MPa}$

✓  $a = \pi \cdot r^2$   
 $= 3.14 \cdot (2)^2$   
 $= 12.56 \text{ mm}^2$

✓  $P = \text{kekuatan tarik}$

✓  $F = \text{gaya tarik}$

**Lampiran B.** Hasil Analisis Data StatistikB.1 Hasil uji normalitas data uji *kolmogorov-smirnov***One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Kontrol positif	Perlakuan
N		7	7
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5,37600	5,44171
	Std. Deviation	,078017	,092086
Most Extreme Differences	Absolute	,217	,103
	Positive	,118	,103
	Negative	-,217	-,100
Kolmogorov-Smirnov Z		,574	,273
Asymp. Sig. (2-tailed)		,897	1,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

B.2 Hasil uji normalitas data uji *leven***Test of Homogeneity of Variance**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	,198	1	12	,664
	Based on Median	,246	1	12	,629
	Based on Median and with adjusted df	,246	1	11,999	,629
	Based on trimmed mean	,209	1	12	,656

B.3 Hasil uji *independent t-test*

Independent Samples Test										
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Nilai	Equal variances assumed	,198	,664	1,441	12	,175	,065714	,045617	-,033677	,165106
	Equal variances not assumed			1,441	11,685	,176	,065714	,045617	-,033976	,165404

Group Statistics					
	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	1 EAJ	7	5,44171	,092086	,034805
	2 AP	7	5,37600	,078017	,029488

Lampiran C. Ethical Clearance



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER

KOMISI ETIK PENELITIAN

Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boro Telp/Fax (0331) 337877 Jember 68121 - Email :  
fk\_umel@telkom.net

**KETERANGAN PERSetujuan ETIK**  
*ETHICAL APPROVA*

Nomor : 439/125.1.11/KE/2017

Komis Etik, Fakultas Kedokteran (Universitas Jember) dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subjek penelitian kedokteran, telah meneliti dengan teliti protokol berjudul :

*The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Jember University, With regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :*

**EFEK GEL EKSTRAK ASAM JAWA 5% SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN ETSA TERHADAP KEKUATAN TARIK (*TENSILE STRENGTH*) RESIN KOMPOSIT**

Nama Peneliti Utama : Raijaini Cahya Ramadhani (NIM.1316101016)  
*Name of the principal investigator*

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  
*Name of Institution*

Date: telah menyetujui protokol tersebut diatas,  
*and approved the above mentioned proposal.*

Jember, 12 Juni 2017,  
Ketua Komisi Etik

Dr. Rini Riyanti, Sp.PK

### Tanggapan Anggota Komisi Etik

(Ditinjau oleh Anggota Komisi Etik, berikut tanggapan sesuai dengan butir-butir isian diatas dan kelain terhadap Protokol maugun (dokumen kelengkapan litivnya)

- Mula diperlukan kelain kelainan, kemudian bel diteliti oleh jema
- Mula diperlukan kelain kelainan, dan kontrol pengalihan haluanan terle
- Mula diperlukan pengalihan kelain kelainan, dan kontrol pengalihan kelainan

Jember, 14 Juni 2017

Revisi

Nama : dr. Rini Riyanti, Sp.PK