

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Determinasi Tanaman

Determinasi tanaman dilakukan untuk mengetahui kebenaran tanaman yang digunakan dalam penelitian sehingga menghindari terjadinya kesalahan dalam mengumpulkan bahan. Proses determinasi tanaman dilakukan dengan mencocokkan ciri-ciri morfologi tanaman yang akan diteliti berdasarkan pustaka yang telah dibuktikan. Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Hasil determinasi menurut C.A. Backer & R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. (1963, 1968) : 1b - 2b - 3b - 4b - 12b - 13b - 14b - 17b - 18b - 19b - 20b - 21b - 22b - 23b - 24b - 25b - 26b - 27a - 28b - 29b - 30b - 31a - 32a - 33a - 34a - 35a - 36d - 37b - 38b - 39b - 41b - 42b - 44b - 45b - 46e - 50b - 51b - 53b - 54b - 56b - 57b - 58b - 59d - 72b - 73b - 74a - 75b - 76b - 333b - 334b - 335b - 336a - 337b - 338a - 339b - 340a 207. Zingiberaceae
1a - 2b - 6c - 11a - 12b..... 5. *Amomum*
1b - 3a - 4a - 5a*Amomum compactum* Soland ex. Maton. Berdasarkan hasil determinasi dapat dipastikan bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kapulaga (*Amomum compactum* Soland. ex Maton). Hasil determinasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

B. Isolasi Minyak Atsiri buah kapulaga

Buah kapulaga (*Amomum compactum* Soland. ex Maton) yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TOOT) Tawangmangu, Jawa Tengah, kemudian dilakukan isolasi minyak atsiri dengan menggunakan metode destilasi uap air. Hasil dari destilasi didapat rendemen minyak atsiri. Rendemen minyak atsiri yang dimaksud adalah jumlah

minyak atsiri yang didapatkan dalam destilasi. Hasil kadar minyak atsiri buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rendemen minyak atsiri buah kapulaga

Destilasi	Bobot sampel (gr)	Volume minyak (ml)	Rendemen (%)
Buah kapulaga	1000	20	2%

Minyak atsiri buah kapulaga (*Amomum compactum* Soland. ex Maton) dalam penelitian menghasilkan kadar minyak dengan hasil rendemen adalah 2%. Menurut Agoes (2010), kapulaga mengandung minyak atsiri sebesar 3-7% yang terdiri atas sineol, borneol dan terpineol. Kadar minyak atsiri yang diperoleh berada dibawah rentang nilai menurut pustaka, hal ini disebabkan karena buah kapulaga yang diambil tidak langsung didestilasi sehingga memungkinkan terjadinya penguapan sehingga minyak atsiri yang terkandung didalamnya berkurang. Data perhitungan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 8.

C. Analisis Minyak Atsiri Buah Kapulaga

1. Pemeriksaan organoleptis

Hasil pengamatan organoleptis terhadap minyak atsiri dapat dilihat melalui pengamatan langsung secara visual dan panca indra meliputi hidung dan mata dan lidah. Hasil pengamatan organoleptis pada minyak atsiri buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan organoleptis minyak atsiri buah kapulaga

Jenis pemeriksaan	Sampel	Pustaka *
Warna	Kuning muda	Kuning muda – coklat kemerahan
Bau	Aroma aromatik	Aromatik
Rasa	Pahit dan menghangatkan	Pahit dan menghangatkan

* Sumber: Badan Standar Nasional (2006)

Pemeriksaan organoleptis minyak atsiri buah kapulaga pada penelitian menghasilkan warna kuning muda, berbau aromatik dan memiliki rasa yang pahit dan menghangatkan. Dari hasil pemeriksaan pada sampel uji minyak atsiri buah

kapulaga memiliki warna bau dan rasa yang sesuai dengan standar mutu menurut Badan Standar Nasional (BSN 2006).

2. Penetapan indeks bias

Hasil penetapan indeks bias minyak atsiri dari buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil penetapan indeks bias minyak atsiri buah kapulaga		
Minyak atsiri	Hasil indeks bias	Pustaka*
Buah kapulaga (<i>Amomum compactum</i> Soland. ex Maton)	1,457	1,507–1,515

* Sumber: Badan Standar Nasional (2006)

Hasil nilai indeks bias minyak atsiri buah kapulaga pada penelitian adalah sebesar 1,457. Nilai indeks bias yang didapat berada dibawah nilai standar mutu menurut pustaka yaitu 1,507–1,515. Nilai indeks bias dapat menentukan tingkat kemurnian dari suatu minyak atsiri. Berdasarkan nilai indeks bias yang didapat dari penelitian didapatkan persen kemurnian dari minyak atsiri buah kapulaga yaitu sebesar 96,7% – 96,2%. Indeks bias berhubungan erat dengan komponen-komponen yang terkandung dalam minyak atsiri. Komponen penyusun minyak atsiri dapat mempengaruhi indeks bias. Semakin banyak komponen berantai seperti sesquiterpen, maka kerapatan medium minyak atsiri akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar dibiaskan. Hal ini dapat menyebabkan indeks bias lebih besar (Wiyoyo *et al.* 2000). Hasil perhitungan indeks bias dan persen kemurnian berdasarkan indeks bias dapat dilihat pada Lampiran 9.

3. Penetapan bobot jenis

Hasil pemeriksaan bobot jenis minyak atsiri buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. hasil penetapan bobot jenis minyak atsiri buah kapulaga		
Minyak atsiri	Bobot jenis minyak	Pustaka*
Buah kapulaga (<i>Amomum compactum</i> Soland. ex Maton)	0,9172	0,950 – 0,975

* Sumber: Badan Standar Nasional (2006)

Hasil bobot jenis minyak atsiri buah kapulaga yang didapat pada penelitian ini adalah 0,9172. Menunjukkan bobot jenis minyak atsiri yang diteliti berada dibawah nilai syarat mutu menurut Badan Standar Nasional (BSN). Berdasarkan syarat mutu Badan Standar Nasional (BSN) bobot jenis minyak atsiri buah kapulaga adalah 0,950 – 0,975. Bobot jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Semakin rendah nilai bobot jenis suatu minyak atsiri maka tingkat kemurniannya juga semakin rendah. Besarnya bobot jenis suatu minyak dapat dipengaruhi oleh jenis dan jumlah komponen kimia yang terkandung dalam minyak atsiri, sehingga semakin banyak komponen kimia yang terkandung maka semakin tinggi pula bobot jenisnya (Wiyoyo *et al.* 2000). Hasil penetapan bobot jenis dapat dilihat pada Lampiran 4.

4. Kelarutan dalam alkohol

Uji kelarutan minyak atsiri dalam alkohol memberi gambaran apakah suatu minyak mudah larut atau tidak. Kelarutan dalam alkohol merupakan nilai perbandingan banyaknya minyak atsiri yang larut sempurna dengan pelarut alkohol. Setiap minyak atsiri memiliki kelarutan dalam alkohol yang spesifik. Berdasarkan hasil penelitian kelarutan minyak atsiri buah kapulaga dalam alkohol didapatkan hasilnya larut dan jernih dengan perbandingan 1:5 (1 ml minyak atsiri dalam 5 ml etanol 70%). Menurut Guenther (1987) alkohol merupakan gugus hidroksil (OH), oleh karena itu alkohol dapat larut dengan minyak atsiri. Kelarutan minyak atsiri dalam alkohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam minyak. Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung senyawa terpena teroksigenasi lebih mudah larut dalam alkohol dari pada yang mengandung terpena tak teroksigenasi. Semakin tinggi kandungan terpena tak teroksigenasi maka semakin rendah daya larut atau makin sukar larutnya minyak atsiri dalam alkohol (pelarut polar), karena senyawa terpena tak teroksigenasi merupakan senyawa nonpolar yang tidak mempunyai gugus fungsional sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar kelarutan minyak atsiri dalam alkohol (biasanya alkohol

70%) maka kualitas minyak atsiri semakin baik. Gambar hasil uji kelarutan minyak dalam alkohol dapat dilihat pada Lampiran 4.

D. Identifikasi Bakteri Uji

1. Identifikasi bakteri dengan pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram dilakukan untuk melihat kebenaran bakteri uji yang digunakan dalam penelitian dan memastikan bakteri uji tidak terkontaminasi oleh bakteri lain. Hasil yang didapat pada pewarnaan Gram akan ditentukan dari warna dinding sel pada bakteri. Reagen yang digunakan dalam pewarnaan ini adalah kristal violet dan safranin. Pada pengamatan menggunakan mikroskop akan menunjukkan warna ungu pada bakteri Gram positif karena bakteri dapat mempertahankan warna ungu dari kristal violet sedangkan bakteri Gram negatif menunjukkan warna merah dari safranin yang dapat terserap pada dinding sel sel bakteri (Pratita & Putra 2012).

Hasil pewarnaan Gram pada penelitian ini menunjukkan bahwa *S. mutans* ATCC 25175 termasuk bakteri Gram positif yang ditandai dengan warna ungu pada pengamatan menggunakan mikroskop dimana bakteri dapat mempertahankan warna kristal violet dan dapat dilihat juga bakteri berbentuk *coccus* dan berderet-deret. Warna ungu pada bakteri *S. mutans* ATCC 25175 disebabkan karena dinding selnya terdiri dari satu lapis peptidoglikan yang tebal dan permeabilitas dinding sel kurang, mempunyai pori dinding sel akibat dekolorisasi oleh alkohol sehingga warna ungu dari kristal violet terikat kuat dan dinding sel tetap menahan warna ungu. Pada bakteri *S. mutans* ATCC 25175 warna ungu disebabkan kompleks zat warna kristal violet tetap dipertahankan meskipun diberi larutan peluntur. Pemberian larutan lugol dimaksudkan untuk meningkatkan afinitas pengikatan zat warna oleh bakteri sehingga pengikatan warna oleh bakteri menjadi kuat. Penambahan zat warna safranin tidak menyebabkan perubahan warna

pada bakteri Gram positif. Fungsi safranin hanya sebagai pembeda (kontras) terhadap zat warna kristal violet. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 5.

2. Identifikasi bakteri pada media agar darah

Hasil goresan bakteri uji *S. mutans* ATCC 25175 pada media agar darah adalah positif ditandai dengan adanya koloni berwarna putih dengan tepian koloni berwarna hijau. Warna koloni yang terbentuk pada media agar darah menunjukkan bahwa bakteri *S. mutans* ATCC 25175 bersifat hemolisis alfa. Hemolisis alfa disebabkan karena lisisnya sel darah merah akibat adanya reduksi hemoglobin menjadi methemoglobin sehingga menjadikan warna hijau pada media agar darah (Jawetz *et al.* 1995). Gambar dapat dilihat pada Lampiran 5.

3. Uji katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui aktivitas katalase pada bakteri uji. Beberapa bakteri memproduksi enzim katalase yang dapat memecah H_2O_2 . Enzim katalase penting untuk pertumbuhan aerobik karena akan memecah H_2O_2 yang bersifat racun terhadap sel mikroba menjadi H_2O dan O_2 . Bakteri katalase negatif tidak menghasilkan gelembung-gelembung karena H_2O_2 yang diberikan tidak dipecah oleh bakteri katalase negatif, sehingga tidak menghasilkan oksigen. Bakteri katalase positif akan memecah H_2O_2 dimana parameter yang menunjukkan adanya aktivitas katalase tersebut adalah terbentuknya gelembung-gelembung gas (Hart & Shears 1997).

Hasil uji katalase adalah positif *S. mutans* ATCC 25175 ditandai dengan tidak terbentuknya gas berupa gelembung-gelembung udara. Penambahan H_2O_2 yang diberikan tidak dipecah menjadi H_2O dan O_2 oleh bakteri. *S. mutans* ATCC 25175 menunjukkan katalase negatif karena tidak dapat menghasilkan enzim katalase. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 5.

4. Uji koagulase

Uji koagulase dilakukan dengan menggunakan plasma sitrat, untuk mengetahui ada atau tidaknya gumpalan yang terbentuk. Hasil uji koagulase bakteri

adalah positif ditandai dengan terjadi perubahan plasma sitrat yang terdenaturasi oleh *S. mutans* ATCC 25175 sehingga terbentuknya gumpalan. Hal ini disebabkan karena bakteri *S. mutans* dapat menghasilkan enzim koagulase yang menyebabkan fibrin dalam plasma menjadi membeku ditandai dengan terbentuknya gumpalan. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 5.

E. Formulasi Pasta Gigi Gel

Formulasi pasta gigi gel menghasilkan enam formula dimana FI, FII dan FIII merupakan formula sediaan yang mengandung 3,5% minyak atsiri buah kapulaga (*Amomum compactum* Soland. ex Maton) dengan variasi karbopol 940 dan tween 80 dan BFI, BFII dan BFIII merupakan basis gel sebagai kontrol negatif dimana tidak ditambahkan minyak atsiri buah kapulaga. Kontrol positif menggunakan sediaan pasta gigi gel merek 'X'.

F. Uji Mutu Fisik Sediaan Pasta Gigi Gel

1. Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis dilakukan untuk melihat tampilan fisik dari sediaan yang dihasilkan meliputi pemeriksaan warna, bau, dan konsistensi yang dihasilkan dari sediaan pasta gigi gel. Hasil pengujian organoleptis dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji organoleptis sediaan pasta gigi gel

Organoleptis				
Formula	Warna			
	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
FI	Sedikit putih	Sedikit putih	Sedikit putih	Sedikit putih
FII	Sedikit putih	Sedikit putih	Sedikit putih	Sedikit putih
FIII	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih
BFI	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih
BFII	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih
BFIII	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih
Bau				

FI	bau kapulaga	bau kapulaga	bau kapulaga	bau kapulaga
FII	bau kapulaga	bau kapulaga	bau kapulaga	bau kapulaga
FIII	bau kapulaga	bau kapulaga	bau kapulaga	bau kapulaga
BFI	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
BFII	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
BFIII	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Konsistensi				
FI	lebih kental	lebih kental	lebih kental	lebih kental
FII	Kental	Kental	Kental	Kental
FIII	Kental	Kental	Kental	Kental
BFI	Kental	Kental	Kental	Kental
BFII	Kental	Kental	Kental	Kental
BFIII	Sedikit encer	Sedikit encer	Sedikit encer	Sedikit encer

Keterangan:

- FI : Formula pasta gigi gel dengan 2% karbopol 940 dan 9% tween 80
 FII : Formula pasta gigi gel dengan 1,5% karbopol 940 dan 6% tween 80
 FIII : Formula pasta gigi gel dengan 1% karbopol 940 dan 3% tween 80
 BFI : Basis formula I
 BFII : Basis formula II
 BFIII : Basis formula III

Hasil uji organoleptis pada tabel 7 menunjukkan hasil pengamatan meliputi warna, bau dan konsistensi dari enam formula sediaan dengan variasi konsentrasi karbopol 940 dan tween 80 pada waktu pembuatan hari ke-0 dan setelah penyimpanan suhu kamar pada hari ke-7, 14 dan 21. Pada variasi konsentrasi karbopol 940 dan tween 80 pada formula menghasilkan warna dan konsistensi sediaan yang berbeda. FI dan FII menghasilkan sediaan dengan warna sedikit putih sedangkan formula III menghasilkan sediaan yang jernih. Warna putih pada sediaan disebabkan karena adanya penambahan minyak atsiri. Fase minyak dapat mempengaruhi ukuran droplet dan stabilitas dari sediaan (Pardo & McClements 2014). Warna sediaan jernih yang dihasilkan pada FIII dikarenakan jumlah tween 80 yang digunakan sudah mencukupi untuk menurunkan tegangan permukaan antara fase minyak dan fase air. Untuk aroma ketiga formula tersebut memiliki aroma khas kapulaga. Sediaan pasta gigi gel yang memiliki konsistensi lebih kental terdapat pada FI karena menggunakan karbopol 940 dan tween 80 yang lebih besar

sedangkan FII dan FIII memiliki konsistensi gel yang kental karena menggunakan karbopol 940 dan tween 80 yang lebih sedikit dibandingkan FI. Semakin besar konsentrasi karbopol 940 dan tween 80 yang digunakan menghasilkan sediaan gel dengan konsistensi yang lebih kental. Warna, bau dan konsistensi dari masing-masing formula diatas tidak mengalami perubahan setelah penyimpanan selama 21 hari artinya sediaan pasta gigi gel minyak atsiri buah kapulaga yang dibuat relatif stabil secara fisik.

2. Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas bertujuan untuk mengetahui zat aktif telah terdistribusi secara homogen di dalam sediaan gel serta untuk mengetahui tercampurnya bahan-bahan sediaan gel lainnya. Syarat homogenitas tidak boleh ada bahan kasar yang bisa diraba (Syamsuni 2006). Sediaan yang homogen, pada saat penggunaan atau pengambilan kadar zat aktif akan selalu sama. Hasil pengujian homogenitas dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji homogenitas sediaan pasta gigi gel

Formula	Homogenitas			
	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
FI	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
FII	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
FIII	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
BFI	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
BFII	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
BFIII	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

Keterangan:

- FI : Formula pasta gigi gel dengan 2% karbopol 940 dan 9% tween 80
- FII : Formula pasta gigi gel dengan 1,5% karbopol 940 dan 6% tween 80
- FIII : Formula pasta gigi gel dengan 1% karbopol 940 dan 3% tween 80
- BFI : Basis formula I
- BFII : Basis formula II
- BFIII : Basis formula III

Hasil pengujian homogenitas menunjukkan bahwa seluruh formula merupakan sediaan yang homogen sehingga memenuhi persyaratan homogenitas. Pada pengujian homogenitas setelah penyimpanan hari ke-7, 14 dan 21 semua

formula sediaan tidak mengalami perubahan homogenitas. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pencampuran semua bahan yang sempurna dalam membuat sediaan gel. Uji homogenitas dapat dilihat pada Lampiran 11.

3. Uji pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui keamanan sediaan saat digunakan agar tidak mengiritasi (Anief 2004). Standar Nasional Indonesia (SNI) menyatakan bahwa syarat pasta gigi gel yaitu 4,5 – 10,5 agar tidak mengiritasi mukosa mulut. Hasil uji pH dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji pH sediaan pasta gigi gel

Formula	Nilai pH \pm SD hari ke-			
	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
FI	7,00 \pm 0,02	6,98 \pm 0,07	6,94 \pm 0,01	6,89 \pm 0,01
FII	6,99 \pm 0,01	6,97 \pm 0,01	6,62 \pm 0,02	6,30 \pm 0,02
FIII	6,75 \pm 0,01	6,42 \pm 0,01	6,22 \pm 0,01	6,17 \pm 0,02
BFI	6,39 \pm 0,01	6,32 \pm 0,02	6,19 \pm 0,02	6,11 \pm 0,01
BFII	6,37 \pm 0,01	5,96 \pm 0,01	5,81 \pm 0,01	5,80 \pm 0,01
BFIII	6,07 \pm 0,01	5,83 \pm 0,01	5,75 \pm 0,01	5,72 \pm 0,02

Keterangan:

- FI : Formula pasta gigi gel dengan 2% karbopol 940 dan 9% tween 80
- FII : Formula pasta gigi gel dengan 1,5% karbopol 940 dan 6% tween 80
- FIII : Formula pasta gigi gel dengan 1% karbopol 940 dan 3% tween 80
- BFI : Basis formula I
- BFII : Basis formula II
- BFIII : Basis formula III

Hasil pengujian pH menunjukkan bahwa semua formula sediaan pasta gigi gel yang telah dibuat memiliki nilai pH yang memenuhi kriteria menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berkisar antara 4,5–10,5. Variasi konsentrasi karbopol 940 dapat mempengaruhi nilai pH dari sediaan pasta gigi gel karena karbopol yang bersifat asam. Menurut Astika (2015) penggunaan tween 80 sebagai surfaktan dapat mempengaruhi pH dari sediaan. Semakin tinggi konsentrasi tween 80 yang digunakan dalam formula, maka dapat meningkatkan nilai pH sediaan. Data hasil uji pH yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan program SPSS. Analisis menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* terlihat nilai sig 0,363 > 0,05 yang artinya data tersebut terdistribusi normal. Uji Levene Statistic menunjukkan

nilai sig $0,077 > 0,05$ yang berarti data tersebut homogen. Hasil analisis *Anova* menunjukkan nilai sig $0,000$ yang berarti sig $< 0,05$ yang berarti ada perbedaan signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi karbopol 940, tween 80 dan minyak atsiri dalam pembuatan formula sediaan pasta gigi gel yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada nilai pH yang dihasilkan pada masing-masing formula. Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok variabel. Perbedaan yang signifikan ditandai dengan adanya tanda bintang (*) pada *Mean Difference* yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar formula.

Pengujian stabilitas pH pada waktu penyimpanan suhu kamar hari ke-7, 14 dan 21 mengalami penurunan cenderung lebih asam namun masih memenuhi rentang nilai pH menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Menurut Ben *et al.* (2013) menurunnya nilai pH kemungkinan dikarenakan adanya pengaruh perubahan suhu terjadi degradasi oksidatif pada rantai polimer surfaktan sehingga menyebabkan pH sediaan menurun. Penurunan nilai pH juga dapat disebabkan karena dalam formula digunakan bukan aquadest bebas CO_2 sehingga akan semakin banyak CO_2 dalam sediaan sehingga menyebabkan semakin banyak pelepasan ion H^+ didalam sediaan dan menyebabkan penurunan nilai pH sediaan (Rosano *et al.* 1983). Selanjutnya untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan terhadap waktu penyimpanan terhadap kondisi pH sediaan menggunakan uji *Paired samples t-test* dengan taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan analisis *Paired Samples Statistics* diperoleh SD nilai pH sebelum dan sesudah penyimpanan suhu kamar selama 21 hari tidak lebih dari 20% rata-rata yang menunjukkan variasi nilai pH yang kecil. Hasil korelasi perlakuan penyimpanan suhu kamar menunjukkan nilai sig $> 0,05$ pada sediaan FI, FII, FIII, BFII dan BFIII yang menyatakan bahwa korelasi nilai pH sebelum dan sesudah penyimpanan berhubungan secara nyata. Pengambilan keputusan berdasarkan hasil *Paired Samples Test* menyatakan bahwa semua formula sediaan menunjukkan nilai sig $< 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan terhadap kestabilan pH sebelum dan sesudah

penyimpanan yang berarti pH sediaan tidak stabil. Hasil uji statistik terhadap pH sediaan dapat dilihat pada Lampiran 11.

4. Uji Viskositas

Pengujian viskositas bertujuan untuk mengetahui besarnya tahanan suatu cairan untuk mengalir. Viskositas sediaan berpengaruh terhadap kenyamanan dalam penggunaan sehingga tidak boleh terlalu kental dan terlalu encer. Hasil uji viskositas dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji viskositas sediaan pasta gigi gel

Formula	Viskositas (dPas \pm SD)			
	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
FI	276,67 \pm 5,77	266,67 \pm 5,77	216,67 \pm 5,77	190,00 \pm 10,00
FII	260,00 \pm 10,00	236,67 \pm 11,55	213,33 \pm 5,77	180,00 \pm 10,00
FIII	186,67 \pm 5,77	176,67 \pm 5,77	160,00 \pm 10,00	146,67 \pm 5,77
BFI	263,33 \pm 5,77	256,67 \pm 5,77	213,33 \pm 11,55	183,33 \pm 5,77
BFII	256,67 \pm 5,77	230,33 \pm 10,00	210,00 \pm 10,00	176,67 \pm 5,77
BFIII	176,67 \pm 5,77	166,67 \pm 5,77	153,33 \pm 5,77	126,67 \pm 5,77

Keterangan:

- FI : Formula pasta gigi gel dengan 2% karbopol 940 dan 9% tween 80
- FII : Formula pasta gigi gel dengan 1,5% karbopol 940 dan 6% tween 80
- FIII : Formula pasta gigi gel dengan 1% karbopol 940 dan 3% tween 80
- BFI : basis formula I
- BFII : basis formula II
- BFIII : basis formula III

Hasil pengujian viskositas didapat menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi karbopol 940 dan tween 80 dalam formula sediaan dapat meningkatkan nilai viskositas dari sediaan. Semakin meningkatnya konsentrasi tween 80 dalam formula, maka akan meningkatkan nilai viskositas dari sediaan. Penambahan surfaktan yang semakin banyak juga dapat mengakibatkan droplet akan meminimalkan pergerakan droplet fase dispersi didalam medium dispersi, sehingga viskositas sediaan semakin meningkat (Laverius, 2011). Penggunaan karbopol 940 memiliki efek yang lebih dominan terhadap kenaikan nilai viskositas. Sifat

karbopol 940 sebagai *gelling agent* yang berbentuk serbuk, mudah mengikat air dan pelarutnya sehingga menyebabkan viskositas sediaan meningkat (Martin *et al.* 1993).

Data hasil uji viskositas yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan program SPSS. Analisis menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* terlihat nilai sig 0,077 > 0,05 yang artinya data tersebut terdistribusi normal. Dari data uji Levene Statistic menunjukkan nilai sig 1,000 > 0,05 yang berarti data tersebut homogen. Data hasil analisis *Anova* menunjukkan nilai sig 0.000 yang berarti sig < 0,05 yang berarti ada perbedaan signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi karbopol 940, tween 80 dan minyak atsiri dalam pembuatan formula sediaan pasta gigi gel yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada nilai viskositas yang dihasilkan pada masing-masing formula. Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok variabel. Perbedaan yang signifikan ditandai dengan adanya tanda bintang (*) pada *Mean Difference* yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar formula.

Pada pengujian stabilitas viskositas sediaan setelah penyimpanan suhu kamar mengalami penurunan nilai viskositas. Hal ini mungkin terjadi karena terbentuknya ikatan jenuh antara karbopol dan tween sehingga karbopol mengalami penyusutan (Barreiro-Iglesias *et al.* 2003). Penurunan viskositas dapat disebabkan karena pengaruh suhu selama penyimpanan. Adanya kenaikan suhu akan memperbesar jarak antar atom sehingga gaya antar atom akan berkurang sehingga jarak menjadi renggang dan mengakibatkan viskositas sediaan menjadi turun (Maulidaniar *et al.* 2011). Adapun akibat perubahan suhu juga dapat menyebabkan masuknya uap air dari luar. Akibat perubahan suhu yang terjadi sehingga menurunkan nilai viskositas sediaan (Moreno *et al.* 2003).

Selanjutnya untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan terhadap waktu penyimpanan terhadap kondisi viskositas sediaan menggunakan uji *Paired samples T-test* dengan taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan analisis *Paired Samples*

Statistics diperoleh SD nilai pH sebelum dan sesudah penyimpanan suhu kamar selama 21 hari tidak lebih dari 20% rata-rata yang menunjukkan variasi nilai viskositas yang kecil. Hasil korelasi perlakuan penyimpanan suhu kamar menunjukkan nilai sig > 0,05 pada sediaan FI, FIII dan BFI yang menyatakan bahwa korelasi nilai viskositas sebelum dan sesudah penyimpanan berhubungan secara nyata. Pengambilan keputusan berdasarkan hasil *Paired Samples Test* menyatakan bahwa FIII sediaan menunjukkan nilai sig 0,300 > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan terhadap kestabilan viskositas sebelum dan sesudah penyimpanan yang berarti viskositas sediaan pada FIII stabil. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran 12.

5. Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar tiap formula bertujuan untuk melihat kemampuan penyebaran sediaan, dimana suatu sediaan sebaiknya memiliki daya sebar yang baik untuk menjamin pemberian obat yang memuaskan. Viskositas yang tinggi akan sulit mengalir karena memiliki gaya kohesi yang besar antara molekul basis sehingga menyebabkan gel sulit untuk menyebar (Andriani 2016). Hasil uji viskositas dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji daya sebar sediaan pasta gigi gel

Formula	Beban (gr)	Diameter daya sebar (cm ± SD)			
		Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
FI	49,3008	2,63 ± 0,03	3,27 ± 0,63	3,14 ± 0,05	3,14 ± 0,08
	99,3008	2,77 ± 0,02	3,09 ± 0,05	3,47 ± 0,06	3,52 ± 0,10
	149,3006	2,93 ± 0,03	3,22 ± 0,05	3,72 ± 0,06	3,82 ± 0,07
	199,3008	3,04 ± 0,04	3,37 ± 0,03	3,99 ± 0,04	3,78 ± 0,48
FII	49,3008	2,75 ± 0,03	3,01 ± 0,04	3,54 ± 0,36	3,17 ± 0,08
	99,3008	2,86 ± 0,02	3,29 ± 0,05	3,55 ± 0,03	3,61 ± 0,12
	149,3006	3,02 ± 0,04	3,55 ± 0,03	3,89 ± 0,01	3,92 ± 0,06
	199,3008	3,17 ± 0,02	3,79 ± 0,04	4,12 ± 0,02	4,19 ± 0,08
FIII	49,3008	2,89 ± 0,01	3,09 ± 0,01	3,33 ± 0,03	3,54 ± 0,11
	99,3008	3,08 ± 0,03	3,30 ± 0,08	3,65 ± 0,03	4,04 ± 0,10
	149,3006	3,27 ± 0,04	3,51 ± 0,18	4,05 ± 0,03	4,48 ± 0,13
	199,3008	3,45 ± 0,05	3,70 ± 0,22	4,39 ± 0,05	4,75 ± 0,09

BFI	49,3008	2,74 ± 0,04	2,93 ± 0,03	3,17 ± 0,02	3,2 ± 0,05
	99,3008	2,89 ± 0,01	3,14 ± 0,04	3,49 ± 0,05	3,51 ± 0,13
	149,3006	3,04 ± 0,04	3,29 ± 0,05	3,78 ± 0,07	3,84 ± 0,04
	199,3008	3,18 ± 0,07	3,44 ± 0,04	4,01 ± 0,08	4,12 ± 0,03
BFII	49,3008	2,84 ± 0,04	3,08 ± 0,03	3,27 ± 0,04	3,30 ± 0,03
	99,3008	2,98 ± 0,03	3,38 ± 0,08	3,63 ± 0,07	3,61 ± 0,22
	149,3006	3,13 ± 0,03	3,65 ± 0,08	3,93 ± 0,03	4,04 ± 0,13
	199,3008	3,27 ± 0,02	3,88 ± 0,09	4,21 ± 0,05	4,42 ± 0,12
BFIII	49,3008	2,95 ± 0,03	3,17 ± 0,02	3,33 ± 0,03	3,88 ± 0,10
	99,3008	3,09 ± 0,01	3,55 ± 0,00	3,74 ± 0,01	4,3 ± 0,00
	149,3006	3,29 ± 0,01	3,82 ± 0,02	4,13 ± 0,00	4,79 ± 0,11
	199,3008	3,48 ± 0,03	4,09 ± 0,05	4,48 ± 0,03	5,15 ± 0,13

Keterangan:

- FI : Formula pasta gigi gel dengan 2% karbopol 940 dan 9% tween 80
 FII : Formula pasta gigi gel dengan 1,5% karbopol 940 dan 6% tween 80
 FIII : Formula pasta gigi gel dengan 1% karbopol 940 dan 3% tween 80
 BFI : basis formula I
 BFII : basis formula II
 BFIII : basis formula III

Tabel 11 menunjukkan hasil uji daya sebar dari enam formula sediaan dengan perbedaan konsentrasi karbopol 940 dan tween 80 pada waktu pembuatan hari ke-0 dan setelah penyimpanan suhu kamar hari ke-7, 14 dan 21. Menurut Doko (2018) syarat daya sebar pasta gigi gel yang baik yaitu antara 2,6095-5,3230 cm. Hasil penelitian menunjukkan daya sebar yang dihasilkan dari semua formula sediaan memenuhi syarat daya sebar pasta gigi gel yang baik. Berdasarkan hasil pengujian semakin meningkatnya penggunaan karbopol 940 dan tween 80 maka daya sebar gel akan berkurang. Meningkatnya konsentrasi karbopol dapat menyebabkan ikatan antar senyawa semakin panjang sehingga gel semakin kuat dan daya sebar semakin kecil. Daya sebar sediaan akan semakin tinggi jika sediaan memiliki viskositas yang semakin rendah, sebaliknya daya sebar sediaan semakin rendah jika sediaan memiliki viskositas yang semakin tinggi (Laverius 2011).

Data hasil uji daya sebar yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan program SPSS. Analisis menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* terlihat nilai sig 0,856 > 0,05 yang artinya data tersebut terdistribusi normal.

Selanjutnya untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi basis dari setiap formula terhadap daya sebar dilakukan uji *Oneway Anova*. Hasil analisis *Anova* menunjukkan nilai sig 0.000 yang berarti sig < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan viskositas yang signifikan dari setiap formula sediaan. Hal ini disebabkan karena adanya variasi karbopol 940 dan tween 80 pada setiap formula sediaan. Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok variabel. Perbedaan yang signifikan ditandai dengan adanya tanda bintang (*) pada *mean difference* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar formula. Pada output *homogeneous subsets* menunjukkan semua formula tidak memiliki perbedaan nyata.

Data hasil uji daya sebar yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan program SPSS. Analisis menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* terlihat nilai sig 0,856 > 0,05 yang artinya data tersebut terdistribusi normal. Dari data uji Levene Statistic menunjukkan nilai sig 0,598 > 0,05 yang berarti data tersebut homogen. Data hasil analisis *Anova* menunjukkan nilai sig 0.000 yang berarti sig < 0,05 yang berarti ada perbedaan signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi karbopol 940, tween 80 dan minyak atsiri dalam pembuatan formula sediaan pasta gigi gel yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada nilai daya sebar yang dihasilkan pada masing-masing formula. Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok variabel. Perbedaan yang signifikan ditandai dengan adanya tanda bintang (*) pada *Mean Difference* yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar formula. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran 13.

G. Uji Aktivitas Antibakteri Pasta Gigi Gel metode Difusi

1. Suspensi bakteri uji

Pembuatan suspensi bakteri dilakukan untuk untuk pengendalian jumlah sel bakteri. Pembuatan suspensi bakteri uji *S. mutans* ATCC 25175 menggunakan tabung yang berisi media BHI (*Brain Heart Infusion*). Hasil suspensi bakteri uji

disesuaikan kekeruhannya dengan standar *Mc Farland* 0,5 yang menunjukkan konsentrasi bakteri sama dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/ml. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 5.

2. Uji aktivitas antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dari enam formula sediaan menggunakan metode difusi kertas cakram. Uji aktivitas antibakteri bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari sediaan pasta gigi gel minyak atsiri buah kapulaga dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans* ATCC 25175 yang dibuktikan dengan adanya zona atau daerah bening disekitar kertas cakram yang tidak ditumbuhi bakteri. Hasil zona hambat dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji aktivitas antibakteri sediaan pasta gigi gel terhadap *Streptococcus mutans*

Sediaan uji	Rata-rata diameter zona hambat (mm \pm SD)
FI	20,67 \pm 0,58
FII	20,33 \pm 1,53
FIII	21,00 \pm 1,00
BFI	0
BFII	0
BFIII	0
K(+)	25,67 \pm 0,58

Keterangan:

- FI : Minyak atsiri: karbopol 940 : tween 80 (3,5:2:9)
- FII : Minyak atsiri: karbopol 940 : tween 80 (3,5:1,5:6)
- FIII : Minyak atsiri: karbopol 940 : tween 80 (3,5:1:3)
- BFI : Karbopol 940 : tween 80 (2:9)
- BFII : Karbopol 940 : tween 80 (1,5:6)
- BFIII : Karbopol 940 : tween 80 (1:3)
- K (+) : Pasta gigi gel merek 'X'

Pengujian aktivitas antibakteri pasta gigi gel minyak atsiri buah kapulaga pada FI, FII dan FIII menunjukkan adanya daya hambat, dibuktikan dengan adanya zona bening disekitar kertas cakram yang tidak ditumbuhi bakteri. Sediaan pasta gigi gel sebagai kontrol negatif yaitu BFI, BFII dan BFIII yang merupakan basis formula tanpa adanya penambahan minyak atsiri buah kapulaga tidak memiliki aktivitas antibakteri karena tidak memiliki zona bening pada sekitar kertas cakram. Dari hasil uji tersebut sehingga dapat dipastikan bahwa zona hambat yang

dihasilkan murni berasal dari minyak atsiri buah kapulaga dan tidak dipengaruhi oleh basis pada formula yang digunakan.

Data diameter zona hambat yang didapatkan kemudian dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS. Analisis menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* terlihat nilai sig $0,084 > 0,05$ yang artinya data tersebut terdistribusi normal sehingga dapat dilanjutkan dengan *Oneway Anova* untuk mengetahui adanya pengaruh variasi karbopol 940 dan tween 80 dalam formula sediaan terhadap pertumbuhan bakteri *S. mutans* ATCC 25175. Hasil uji *Oneway Anova* menunjukkan nilai sig $0,000$ yang berarti sig $< 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan bahwa ada perbedaan signifikan. Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok variabel. Perbedaan yang signifikan ditandai dengan adanya tanda bintang (*) pada *Mean Difference* yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar formula. Hasil uji *Pos Hoc* menunjukkan bahwa diameter daya hambat pada FI, FII dan FIII tidak berbeda nyata, sedangkan daya hambat FI dan kontrol positif berbeda nyata. Sediaan pasta gigi gel minyak atsiri buah kapulaga pada FI, FII dan FIII berbeda secara nyata dengan kontrol positif dan kontrol negatif. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa minyak atsiri buah kapulaga dalam sediaan pasta gigi gel dapat berfungsi sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. mutans* ATCC 25175 meskipun tidak sebaik kontrol positif.