

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tanaman Kapulaga dan Ekstrak Buah Kapulaga

1. Identifikasi tanaman kapulaga

Identifikasi tanaman pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebenaran tanaman yang diambil, untuk menghindari kesalahan dalam mengumpulkan bahan serta kemungkinan tercampurnya dengan tanaman lain. Identifikasi tanaman telah dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta. Berdasarkan hasil identifikasi menunjukkan bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kapulaga (*Amomum compactum* Soland ex Maton). Identifikasi tanaman kapulaga dapat dilihat pada lampiran 1.

2. Pembuatan serbuk buah kapulaga

Buah kapulaga yang telah dikeringkan kemudian dihitung berat serbuk dari berat simplisia kering. Hasil persentase berat serbuk dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil persentase berat serbuk dari berat simplisia kering buah kapulaga

Tanaman	Berat simplisia kering (g)	Berat serbuk (g)	Persentase (%)
Buah kapulaga	1000	800	80

Hasil persentase berat serbuk dari berat simplisia kering buah kapulaga adalah 80%. Perhitungan persentase berat serbuk dari berat simplisia kering buah kapulaga dapat dilihat pada lampiran 9.

3. Pembuatan ekstrak buah kapulaga

Pembuatan ekstrak buah kapulaga (*Amomum compactum* Soland ex Maton) dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Pelarut etanol digunakan karena merupakan pelarut universal yang dapat menarik senyawa polar maupun non polar, tidak toksik dan mudah diuapkan. Perlakuan maserasi menggunakan etanol 96% yang bertujuan agar senyawa yang terdapat pada simplisia dapat larut dengan sempurna. Keuntungan pemakaian etanol dalam penyarian adalah menghasilkan bahan aktif yang optimal, memperbaiki stabilitas

bahan pelarut dan mampu memberikan perlindungan dan kontaminasi mikroorganisme lain. Keuntungan menggunakan maserasi adalah penyarian tanpa proses pemanasan, sehingga zat-zat aktif dalam buah kapulaga tersari secara murni dan tidak rusak. Hasil persentase rendemen ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil persentase rendemen ekstrak buah kapulaga

Nama ekstrak	Berat serbuk (g)	Total berat ekstrak (g)	Rendemen (%)
Buah kapulaga	500	47,725	8,716

Persentase rendemen menunjukkan kemaksmilan dari pelarut yang digunakan untuk menyari (Khoirani 2013). Rendemen tidak kurang dari 8,0% dengan pelarut etanol (Depkes RI 2008). Berdasarkan perhitungan rendemen ekstrak, ekstrak etanol 96% memiliki nilai rendemen yaitu 8,716%. Hasil rendemen ini dapat dipengaruhi oleh ukuran bahan yang digunakan pada proses ekstraksi. Pengecilan ukuran bahan dapat memperbesar luas permukaan yang kontak dengan pelarut sehingga dapat mempercepat pelarutan, mempercepat reaksi kimia, dan mempertinggi kemampuan penyerapan komponen aktif dalam bahan oleh pelarut (Ismail 2012). Perhitungan persentase rendemen ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada lampiran 9.

4. Karakterisasi ekstrak buah kapulaga

4.1. Pemeriksaan organoleptis. Hasil karakterisasi ekstrak kental mengacu pada pemeriksaan organoleptik yang ditetapkan atau dipersyaratkan oleh Farmakope Herbal Indonesia. Pemeriksaan organoleptis dilakukan dengan memeriksa ekstrak buah kapulaga dengan menggunakan panca indra atau tanpa alat bantu terhadap bentuk, warna, bau, dan rasa. Hasil pemeriksaan organoleptis ekstrak kental buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan organoleptis ekstrak buah kapulaga

Sampel	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Standar mutu (Depkes RI 2010)
Ekstrak buah kapulaga	Bentuk	Kental	Kental
	Warna	Coklat kehitaman	Coklat tua
	Bau	Khas aromatic	Khas
	Rasa	Sedikit Pahit	Agak pahit

Hasil pemeriksaan organoleptik ekstrak diperoleh hasil bahwa ekstrak buah kapulaga berbentuk kental, berwarna coklat kehitaman, berbau khas aromatik dan berasa sedikit pahit. Dari hasil pemeriksaan organoleptik di atas, menunjukkan bahwa ekstrak buah kapulaga telah memenuhi standar mutu menurut Depkes RI 2010.

4.2. Penetapan berat jenis. Berat jenis ekstrak ditentukan terhadap hasil pengenceran ekstrak sebesar 1% dalam pelarut tertentu (aquadest) dengan menggunakan alat piknometer. Tujuan dari penetapan berat jenis adalah untuk memberikan batasan tentang besarnya massa per satuan volume yang merupakan parameter khusus ekstrak pekat (kental) yang masih dapat dituang (Depkes RI 2000). Hasil penetapan berat jenis ekstrak buah kapulaga 1% dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil penetapan berat jenis ekstrak buah kapulaga 1%

Parameter	Replikasi		
	1	2	3
Bobot piknometer kosong (gr)	27,754	27,658	27,658
Bobot piknometer kosong+aquadest (20°C) (gr)	77,420	77,415	77,376
Bobot piknometer kosong+ekstrak 1% (gr)	77,568	77,515	77,575
Massa aquadest (gr)	49,666	49,757	49,718
Volume aquadest (cm ³)	49,666	49,757	49,718
Massa ekstrak (gr)	49,814	49,857	49,917
Berat jenis ekstrak (gr/ cm ³)	1,003	1,002	1,004
Rata-rata		1,003	
SD		0,001	

Hasil berat jenis yang didapat sebesar 1,003 gr/ cm³±0,001. Hal ini menggambarkan besarnya massa per satuan volume untuk memberikan batasan antara ekstrak kental dan ekstrak cair. Bobot jenis juga salah satu nilai atau rentang yang diperbolehkan terkait dengan kemurnian dan kontaminasi (Depkes RI 2000). Perhitungan berat jenis ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada lampiran 10.

4.3. Penetapan susut pengeringan. Penetapan susut pengeringan dilakukan untuk memperoleh persentase air yang terdapat dalam ekstrak. Kadar air yang terlalu tinggi dapat mengaktifkan enzim-enzim dalam simplisia mengakibatkan rusaknya atau berubahnya komposisi kimia pada simplisia

sehingga dapat menurunkan kualitas. Susut pengeringan adalah pengukuran sisa zat setelah pengeringan pada suhu 105°C selama 30 menit atau sampai berat konstan yang dinyatakan sebagai nilai persen (%) dengan alat oven. Penetapan susut pengeringan bertujuan untuk memberikan batasan maksimal besarnya senyawa yang hilang pada proses pengeringan. Hasil penetapan susut pengeringan ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil penetapan susut pengeringan ekstrak buah kapulaga

Parameter	Hasil		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
Bobot serbuk	2,0023 gr	2,0021 gr	2,0031 gr
Susut pengeringan	10,64 %	10,45 %	10,93%
Rata-rata		10,67%	
SD		0,242	

Persentase rata-rata susut pengeringan ekstrak buah kapulaga yang dilakukan dengan alat oven adalah $10,67 \pm 0,242\%$. Susut pengeringan ekstrak buah kapulaga tidak memenuhi syarat dimana kadar air suatu ekstrak buah kapulaga lebih dari 10%. Perhitungan susut pengeringan dapat dilihat pada lampiran 11.

4.4. Penetapan kadar air. Ekstrak buah kapulaga yang diperoleh dilakukan penetapan kadar air dengan cara destilasi toluene menggunakan rangkaian alat *Sterling-Bidwell*. Penetapan kadar air pada ekstrak buah kapulaga bertujuan untuk memberikan batasan minimal atau rentang tentang besarnya kandungan air setelah proses pengentalan atau pengeringan (Depkes RI 2000). Pelarut yang digunakan yaitu toluene karena toluene memiliki berat jenis dan titik didih yang lebih besar dibandingkan air dan tidak bercampur dengan air. Hasil penetapan kadar air ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil penetapan kadar air ekstrak buah kapulaga

Parameter	Hasil		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
Berat ekstrak (gr)	10,160	10,123	10,075
Volume air (ml)	1	0,9	0,9
Kadar air (%)	9,842	8,891	8,933
Rata-rata		9,222%	
SD		0,537	

Dari hasil penetapan, kadar air ekstrak buah kapulaga bernilai $9,222 \pm 0,537\%$. Menurut Soetarno dan Soediro (1997), kadar air dalam ekstrak tidak boleh melebihi 10%. Hal ini bertujuan untuk menghindari cepatnya pertumbuhan jamur dalam ekstrak. Dengan demikian kadar air ekstrak buah kapulaga memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan untuk formulasi sediaan pasta gigi gel. Jika kadar air terlalu tinggi akan dapat menyebabkan komponen-komponen aktif yang terkandung dalam pasta gigi gel menjadi tidak stabil. Perhitungan persentase kadar air ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada lampiran 12.

4.5. Penetapan kadar abu. Kadar abu adalah penentuan bahan yang dipanaskan dengan suhu tinggi dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap sehingga hanya tersisa unsur mineral dan anorganik. Pemeriksaan kadar abu bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kandungan mineral yang berasal dari proses awal sampai terbentuknya ekstrak (Depkes RI 2000). Penetapan kadar abu dengan cara ekstrak dipanaskan hingga senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap sampai sisa unsur mineral dan senyawa organik (Arifin *et al.* 2006). Dari hasil penetapan kadar abu, ekstrak buah kapulaga cukup tinggi yaitu 9,883%. Nilai kadar abu ekstrak buah kapulaga ini sedikit melampaui persyaratan kadar abu ekstrak buah kapulaga menurut SNI 01-3391-1994 yaitu 7,0%. Hal ini dapat disebabkan masih adanya mineral dan pengotor yang tertinggal pada ekstrak. Perhitungan persentase kadar abu ekstrak buah kapulaga dapat dilihat pada lampiran 13.

5. Hasil uji kandungan kimia ekstrak buah kapulaga

Pengujian kandungan kimia dilakukan terhadap ekstrak buah kapulaga. Pengujian kandungan kimia bertujuan untuk mengetahui keberadaan golongan senyawa kimia atau metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak buah kapulaga (*Amomum compactum* S.) secara kualitatif. Hasil uji kandungan kimia ekstrak dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji kandungan kimia ekstrak buah kapulaga

Kandungan kimia	Hasil reaksi	Hasil
Alkaloid	terbentuknya endapan merah bata/putih coklat	+
Flavonoid	terbentuk cincin pada lapisan amil alkohol	+
Saponin	Busa stabil selama 10 menit	+
Polifenol	terbentuknya endapan merah bata	+
Tanin	tidak ada perubahan warna	-
Kuinon	tidak ada perubahan warna	-
Steroid/triterpenoid	tidak ada perubahan warna	-
Minyak atsiri	Residu berbau aromatic	+

Keterangan: (+)= terdeteksi
(-)= tidak terdeteksi

Pengujian kandungan kimia terhadap ekstrak buah kapulaga bertujuan untuk mengetahui apakah senyawa yang diharapkan masih terkandung dalam ekstrak serta mengetahui pengaruh metode ekstraksi yang digunakan dalam menarik senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam simplisia. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam buah kapulaga terekstraksi dengan baik oleh pelarut etanol 96%. Identifikasi kandungan kimia ini dilakukan di Laboratorium Universitas Setia Budi Surakarta. Berdasarkan hasil identifikasi kualitatif kandungan kimia ekstrak buah kapulaga menunjukkan bahwa alkaloid, flavonoid, saponin, polifenol, dan minyak atsiri dinyatakan positif karena terdapat kesesuaian hasil dari pengamatan yang dilakukan.

Kandungan senyawa dari ekstrak buah kapulaga yang memiliki aktivitas antibakteri yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, polifenol dan minyak atsiri terbukti terkandung dalam ekstrak buah kapulaga. Zat aktif ini mampu menghambat *Streptococcus mutans* dengan zona hambat di sekitar kertas cakram. Mekanisme alkaloid sebagai antibakteri dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel (Robinson 1991). Mekanisme flavonoid dapat bekerja sebagai antibakteri dengan cara merusak dan menembus dinding sel, meracuni protoplasma, dan mengendapkan protein sel mikroba (Dwidjoseputro 1994). Mekanisme saponin dapat bekerja sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan membran sel melalui ikatan hidrogen, sehingga dapat menghancurkan sifat permeabilitas dinding sel bakteri dan

menimbulkan kematian sel bakteri (Noer dan Nurhayati 2006). Mekanisme polifenol sebagai senyawa antibakteri berperan sebagai toksin dalam protoplasma, merusak dan menembus dinding sel serta mendenaturasi protein sel bakteri (Rosidah *et al.* 2014). Mekanisme minyak atsiri sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin (Cowan 1999).

B. Formula Pasta Gigi Gel Ekstrak Buah Kapulaga

1. Formula basis pasta gigi gel variasi konsentrasi karbopol 940 dan gliserin

Optimasi basis bertujuan untuk mendapatkan formula basis terbaik yang nantinya akan diformulasikan menjadi sediaan pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga. Formula optimasi basis pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Formula basis pasta gigi gel variasi konsentrasi karbopol 940 dan gliserin.

Komposisi	Berat (gram) pada formula			
	KF1	KF2	KF3	KF4
Karbopol 940	0,5	1	1,5	2
Tween 80	10	10	10	10
Gliserin	2	1,5	1	0,5
Sorbitol 70%	15	15	15	15
Natrium lauril sulfat	2	2	2	2
Sodium benzoate	0,1	0,1	0,1	0,1
TEA	1,25	1,25	1,25	1,25
Aquadest hingga	100	100	100	100

Keterangan:

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Optimasi basis ini dibuat dalam 4 formula yang dimana masing-masing formula divariasikan konsentrasi karbopol 940 dan gliserin. Karbopol 940 pada pasta gigi gel berperan sebagai bahan pembentuk gel (*gelling agent*) sedangkan gliserin berperan sebagai bahan pelembab (*humectant*). Salah satu komponen penting pasta gigi gel adalah bahan pembentuk gel (*gelling agent*) dan bahan pelembab (*humectant*), kedua bahan tersebut dapat mempengaruhi konsistensi dan viskositas sehingga mempengaruhi stabilitas fisik sediaan (Elfiani *et al.* 2015).

2. Hasil pemeriksaan mutu fisik sediaan pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga

2.1. Uji homogenitas. Pengujian homogenitas dilakukan terhadap 8 sediaan pasta gigi gel. Pengujian homogenitas bertujuan untuk menganalisa tingkat atau perubahan homogenitas pada sediaan pasta gigi gel yang mungkin terjadi beberapa faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi homogenitas adalah faktor penyimpanan selama berminggu-minggu dan *human error* misalnya dalam mengayak masih ada butiran kurang halus dan kurangnya pengadukan. Setiap formula pasta gigi gel terdapat variasi konsentrasi karbopol 940 (*gelling agent*) dan gliserin (*humectant*). Hasil yang diperoleh terhadap pengujian homogenitas sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji homogenitas sediaan pasta gigi gel

Formula	Lama penyimpanan			
	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
F1	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F2	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F3	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F4	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
KF1	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
KF2	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
KF3	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
KF4	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

Keterangan:

F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)

F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)

F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)

F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Hasil pengujian homogenitas bahwa seluruh pasta gigi gel memenuhi persyaratan homogenitas. Sediaan gel dikatakan homogen bila terdapat persamaan warna yang merata dan tidak adanya partikel atau bahan kasar yang dapat diraba (Setyaningrum 2013). Persyaratan homogenitas gel dimaksudkan agar bahan aktif dalam gel terdistribusi merata. Selain itu agar gel tidak mengiritasi gusi dan mukosa mulut ketika digosokkan di mulut. Pasta gigi gel tidak mengalami pemisahan antara padatan dan air. Pengaruh ketidakhomogenan yang dimaksud

adalah gradasi warna pada pasta gigi gel dan terdapat partikel-partikel yang menggumpal (Lachman 2008).

2.2. Uji organoleptis. Pengujian homogenitas dilakukan terhadap 8 sediaan pasta gigi gel. Pengujian organoleptis bertujuan untuk mengamati warna, bau, bentuk dan tekstur dari sediaan pasta gigi gel yang sudah dibuat secara visual setelah penyimpanan selama 3 minggu pada suhu ruangan. Setiap formula pasta gigi gel terdapat variasi konsentrasi karbopol 940% (*gelling agent*) dan gliserin (*humectant*). Hasil yang diperoleh terhadap pengujian organoleptis sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji organoleptis sediaan pasta gigi gel

Formula	Pengamatan	Lama penyimpanan			
		Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
F1	Warna	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih
	Bau	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
F2	Warna	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih
	Bau	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
F3	Warna	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih
	Bau	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
F4	Warna	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih	Coklat jernih
	Bau	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga	Khas kapulaga
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
KF1	Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
KF2	Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
KF3	Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut
KF4	Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Tekstur	Lembut	Lembut	lembut	lembut

Keterangan :

F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)

F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)

F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)

F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Hasil pengujian organoleptis seluruh pasta gigi gel tidak mengalami perubahan warna, bau dan tekstur. Penambahan ekstrak buah kapulaga dalam basis pasta gigi gel memberikan perubahan warna pada pasta gigi gel yaitu pasta gigi gel yang tidak berwarna berubah menjadi warna coklat jernih. Hasil pengujian organoleptis menunjukkan sediaan pasta gigi gel dengan penambahan ekstrak memiliki bau khas kapulaga dan tekstur yang lembut dengan konsistensi semi padat. Fase minyak dan fase air pada setiap formula pasta gigi gel tidak menunjukkan adanya perubahan.

2.3. Uji viskositas. Pengujian viskositas dengan alat *Viscotester* VT-04F menggunakan rotor no 1 (3-150 dPa·s) dan no 2 (100-4000 dPa·s). Pengamatan viskositas dilakukan pada hari ke-1 sampai hari ke-21 setelah pembuatan formula pasta gigi gel. Tujuan pengujian viskositas adalah untuk mengetahui stabilitas viskositas pasta gigi gel selama penyimpanan 21 hari. Standar viskositas sediaan pasta gigi gel berkisar antara 20-500 dPa·s. Hasil yang diperoleh terhadap pengujian viskositas sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji viskositas sediaan pasta gigi gel

Formula	Lama penyimpanan			
	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
F1	9,67±0,58	12,33±0,58	15,33±0,58	24,33±0,58
F2	40±0	43±0	43,33±0,58	44,67±0,58
F3	79±1	90,67±1,15	175±0	241,67±2,89
F4	135±0	200±0	300±0	400±0
KF1	3,5±0,2	6,33±0,58	9,33±0,58	14,67±0,58
KF2	45±1	60,33±0,58	74±1	79,33±0,58
KF3	104,33±0,58	105±0	109,67±0,58	129,33±1,15
KF4	126,67±5,77	200±0	250±0	300±0

Keterangan:

F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)

F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)

F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)

F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

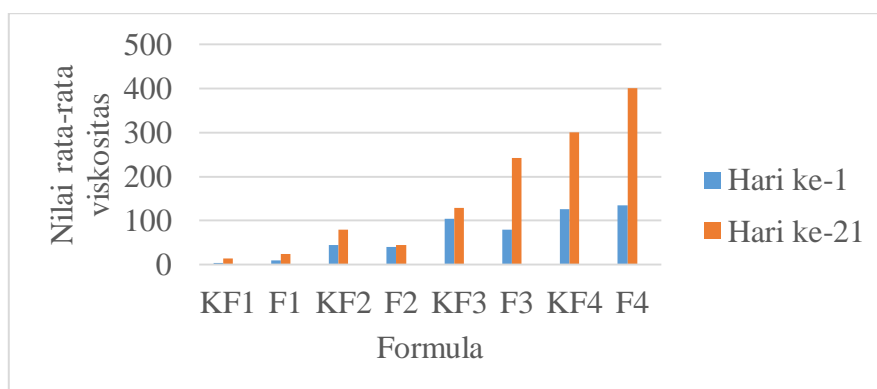
KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Berdasarkan hasil uji viskositas yang diperoleh data dianalisis menggunakan uji *paired samples t-test* dengan taraf kepercayaan 95%. Tujuan

analisis menggunakan SPSS yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan terhadap kestabilan viskositas formula pasta gigi gel dan lama penyimpanan. Sebelum dilakukan uji *paired samples t-test*, data nilai viskositas dari semua formula diuji menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* terlihat nilai signifikan nilai viskositas pada hari ke-1 $0,970 > 0,05$ (H_0 diterima) dan nilai signifikan nilai viskositas pada hari ke-21 $0,980 > 0,05$ (H_0 diterima) disimpulkan data mengikuti distribusi normal sehingga dapat dianalisa uji *paired samples t-test*. Berdasarkan analisis *paired sample statistics* diperoleh SD nilai viskositas pada hari ke-1 51,05715 (lebih dari 20% rata-rata) dan SD nilai viskositas pada hari ke-21 143,36841 (lebih dari 20% rata-rata) hal ini menunjukkan variasi nilai viskositas yang besar. Hasil korelasi perlakuan waktu penyimpanan menghasilkan angka 0,906 dengan nilai probabilitas $0,002 < 0,05$ hal ini menyatakan bahwa korelasi nilai viskositas pada hari ke-1 dan hari ke-21 hari adalah tidak berhubungan secara nyata. Pengambilan keputusan berdasarkan hasil *paired samples t-test* terlihat probabilitas 0,044 untuk uji dua sisi angka probabilitas adalah $0,044/2 = 0,022 < 0,025$ maka H_0 ditolak dapat disimpulkan bahwa nilai viskositas pada hari ke-1 dan pada hari ke-21 berbeda secara nyata. Hasil nilai viskositas sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil nilai viskositas sediaan pasta gigi gel

Berdasarkan hasil evaluasi viskositas, dari 8 formula hanya 2 formula yang tidak memenuhi syarat yaitu KF1 sebagai kontrol negatif dengan nilai viskositasnya yaitu 3,5-14,67 dPa•s dan F1 sebagai formula uji dengan nilai viskositas yaitu 9,67-24,33 dPa•s, karena konsentrasi karbopol 940 yang

digunakan sedikit sehingga bentuknya tidak memenuhi persyaratan sediaan pasta gigi gel.

2.4. Uji pH. Pengujian pH sediaan pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga dilakukan dengan menggunakan alat pH meter merk *pH 6+ Eutech Instruments*. Pengujian dilakukan pada hari ke-1 sampai hari ke-21 hari setelah pembuatan formula pasta gigi gel. Pemeriksaan pH merupakan pemeriksaan sifat fisik dalam memprediksi kestabilan sediaan pasta gigi gel, dimana profil pH menentukan stabilitas bahan aktif dalam suasana asam atau basa (Lachman 1986). Sediaan pasta gigi gel diharuskan memiliki pH sama dengan pH fisiologis mulut dan apabila terdapat perbedaan pH harus aman bila digunakan. Selain itu, gel yang mengandung basis karbopol akan membentuk gel yang kental ketika pH basis sekitar 6-11. Karbopol 940 yang belum dinetralisasi memiliki pH sekitar 2,5 hingga 3,5. Karbopol 940 yang digunakan dalam penelitian memiliki pH 3,5 namun setelah penambahan TEA pH basis sediaan menjadi 6,0. Hasil pengukuran pH sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil uji pH sediaan pasta gigi gel

Formula	Lama penyimpanan			
	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
F1	5,99±0,01	6±0	6,14±0	6,21±0
F2	5,96±0	5,96±0	5,99±0,01	5,99±0,01
F3	5,66±0	5,66±1,15	5,91±0	5,91±0
F4	5,08±0,50	5,82±0	5,87±0,01	5,91±0
KF1	7,58±0,10	7,75±0,01	8,01±0,33	8,44±0
KF2	7,17±0,02	7,31±0,02	7,35±0,1	7,39±0,01
KF3	6,78±0,03	6,86±0	7±0,04	7,02±0,03
KF4	6,27±0,02	6,41±0	6,14±0	6,65±0,01

Keterangan:

F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)

F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)

F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)

F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

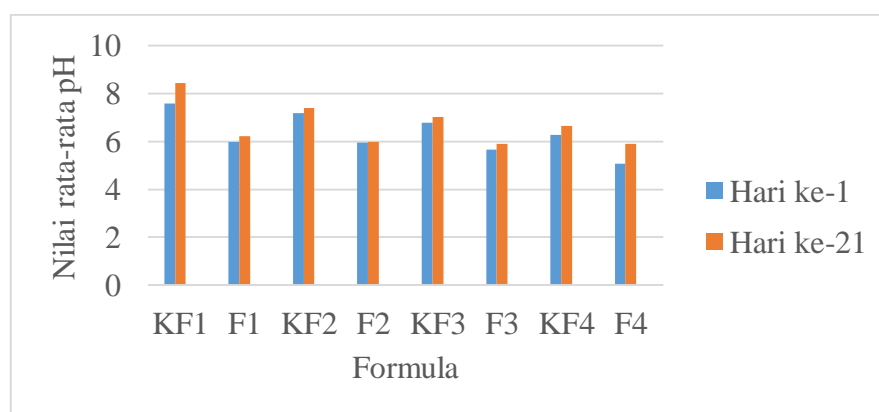
KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Berdasarkan hasil uji pH yang diperoleh data dianalisis menggunakan uji *paired samples t-test* dengan taraf kepercayaan 95%. Tujuan analisis menggunakan SPSS yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan terhadap

kestabilan pH formula pasta gigi gel dan lama penyimpanan. Sebelum dilakukan uji *paired samples t-test*, data nilai pH dari semua formula diuji menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* terlihat nilai signifikan nilai pH pada hari ke-1 $0,992 > 0,05$ (H_0 diterima) dan nilai signifikan nilai pH pada hari ke-21 $0,892 > 0,05$ (H_0 diterima) disimpulkan data mengikuti distribusi normal sehingga dapat dianalisa uji *paired samples t-test*. Berdasarkan analisis *paired sample statistics* diperoleh SD nilai pH pada hari ke-1 0,82343 (tidak lebih dari 20% rata-rata) dan SD nilai pH pada hari ke-21 0,89460 (tidak lebih dari 20% rata-rata) hal ini menunjukkan variasi nilai pH yang kecil. Hasil korelasi perlakuan waktu penyimpanan menghasilkan angka 0,941 dengan nilai probabilitas $0,000 < 0,05$ hal ini menyatakan bahwa korelasi nilai pH pada hari ke-1 dan hari ke-21 hari adalah tidak berhubungan secara nyata. Pengambilan keputusan bedasarkan hasil *paired samples t-test* terlihat probabilitas 0,010 untuk uji dua sisi angka probabilitas adalah $0,010/2 = 0,005 < 0,025$ maka H_0 ditolak dapat disimpulkan bahwa nilai pH pada hari ke-1 dan pada hari ke-21 berbeda secara nyata. Hasil nilai pH sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil nilai pH sediaan pasta gigi gel

Hasil pengujian pH setelah pembuatan sediaan menunjukkan bahwa formula sebagai kontrol negatif dengan variasi konsentrasi karbopol 940 dan gliserin (0,5:2), (1:1,5), (1,5:1), dan (2:0,5) memiliki pH berturut-turut berkisar antara 7,58-8,44; 7,17-7,39; 6,78-7,02 dan 6,27-6,65 sedangkan formula yang menggunakan ekstrak buah kapulaga dengan variasi konsentrasi karbopol 940 dan gliserin (0,5:2), (1:1,5), (1,5:1), dan (2:0,5) memiliki pH berturut-turut berkisar

antara adalah 5,99-6,21; 5,90-5,99; 5,66-5,91 dan 5,08-5,91. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka akan semakin rendah pH formula. Berdasarkan SNI 12-3524-1995, pH pasta gigi gel yang aman yaitu 4,5 – 10,5. Maka dapat disimpulkan bahwa seluruh formula pasta gigi gel yang telah diformulasi masih memenuhi persyaratan pH pasta gigi gel.

2.5. Uji luas daya sebar. Sediaan pasta gigi gel diuji luas daya sebar nya menggunakan alat *extensometer* (Voight 1984). Pengujian luas daya sebar bertujuan untuk mengetahui kelunakan massa pasta gigi gel sehingga memberi kenyamanan pada saat pemakaian dan untuk mengetahui kemampuan menyebar gel saat diaplikasikan pada sikat gigi. Kemampuan menyebar adalah karakteristik penting dalam formulasi, karena mempengaruhi bahan aktif menuju daerah target dengan dosis yang tepat, kemudahan penggunaan, tekanan yang diperlukan agar dapat keluar dari kemasan dan penerimaan oleh konsumen (Warnida *et al.* 2016). Dari data yang diperoleh bahwa semakin lama waktu penyimpanan daya sebar semakin besar, hal ini disebabkan karena semakin sediaan sering pasta gigi gel berinteraksi dengan udara (Mahdalin *et al.* 2017). Hasil pengujian kemampuan menyebar sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil uji luas daya sebar sediaan pasta gigi gel

Waktu penyimpanan	Formula	Luas daya sebar			
		Lempeng kaca	50 (gr)	100 (gr)	150 (gr)
Hari ke 1	F1	16,81±0,97	24,19±0,43	29,96±1,45	35,28±2,10
	F2	10,9±0,29	14,02±0,33	17,18±1,10	20,45±1,60
	F3	9,76±0,28	12,41±0,62	14,87±1,02	16,82±1,45
	F4	7,19±0,24	9,22±0,54	10,76±0,87	12,74±1,26
	KF1	16,98±0,36	23,33±0,85	28,29±1,41	32,44±2,02
	KF2	10,18±0,28	13,37±0,54	16,63±1,08	19,85±1,58
	KF3	8,68±0,26	11,35±0,6	13,54±0,98	15,57±1,4
	KF4	5,41±0,21	7,55±0,49	8,96±0,79	10,34±1,14
Hari ke 7	F1	19,83±0,39	28,51±0,95	35,53±1,58	41,87±2,29
	F2	12,25±0,31	15,73±0,70	18,68±1,15	21,87±1,66
	F3	9,76±0,28	12,73±0,63	15,39±1,04	17,37±1,48
	F4	7,67±0,24	9,76±0,55	11,50±0,90	13,22±1,29
	KF1	17,72±0,37	27,51±1,79	31,43±1,49	36,07±2,13
	KF2	10,46±0,29	14,02±0,66	17,55±1,11	20,65±1,61
	KF3	9,21±0,27	12,41±0,62	14,70±1,02	17,19±1,47
	KF4	6,72±0,23	8,91±0,67	10,62±0,86	12,27±1,24
Hari ke 14	F1	24,19±0,43	33,18±1,02	44,78±1,78	53,58±1,99
	F2	12,88±0,32	17,91±0,75	21,25±1,22	23,78±1,73
	F3	10,18±0,28	13,05±0,64	15,56±1,05	18,12±1,51
	F4	8,04±0,25	10,32±0,57	13,44±1,32	14,21±1,33

Waktu penyimpanan	Formula	Luas daya sebar			
		Lempeng kaca	50 (gr)	100 (gr)	150 (gr)
Hari ke 21	KF1	19,44±0,39	26,96±0,48	33,71±1,54	39,88±1,68
	KF2	11,05±0,29	15,21±0,69	18,49±1,14	22,50±1,68
	KF3	9,48±0,27	12,41±0,62	16,56±1,04	17,74±1,49
	KF4	6,72±0,23	8,82±0,53	10,62±0,86	12,43±1,25
	F1	27,11±0,46	33,70±1,02	48,72±2,47	60,15±2,75
	F2	13,69±0,33	18,67±0,76	22,28±1,25	24,21±1,74
	F3	10,61±0,29	13,05±0,64	15,92±1,06	18,30±1,51
	F4	8,17±0,25	10,90±0,58	14,20±1,01	14,25±1,03
	KF1	20,43±0,40	29,71±0,97	34,74±1,57	41,02±2,27
	KF2	11,34±0,3	15,73±0,70	19,45±1,17	23,56±1,72
	KF3	9,76±0,28	13,53±0,65	15,92±1,06	18,88±1,54
	KF4	8,17±0,25	10,18±0,56	12,42±0,94	14,37±1,34

Keterangan:

- F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)
- F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)
- F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)
- F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)
- KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)
- KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)
- KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)
- KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Berdasarkan hasil uji luas daya sebar yang diperoleh data dianalisis menggunakan uji *paired samples t-test* dengan taraf kepercayaan 95%. Tujuan analisis menggunakan SPSS yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan terhadap kestabilan luas daya sebar formula pasta gigi gel dan lama penyimpanan. Sebelum dilakukan uji *paired samples t-test*, data nilai luas daya sebar dari semua formula diuji menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* terlihat nilai signifikan nilai luas daya sebar pada hari ke-1 $0,269 > 0,05$ (H_0 diterima) dan nilai signifikan nilai luas daya sebar pada hari ke-21 $0,208 > 0,05$ (H_0 diterima) disimpulkan data mengikuti distribusi normal sehingga dapat dianalisa uji *paired samples t-test*. Berdasarkan analisis *paired sample statistics* diperoleh SD nilai luas daya sebar pada hari ke-1 7,57290 (kurang dari 20% rata-rata) dan SD nilai luas daya sebar pada hari ke-21 12,08869 (kurang dari 20% rata-rata) hal ini menunjukkan variasi nilai luas daya sebar yang kecil. Hasil korelasi perlakuan waktu penyimpanan menghasilkan angka 0,964 dengan nilai probabilitas $0,000 < 0,05$ hal ini menyatakan bahwa korelasi nilai luas daya sebar pada hari ke-1 dan hari ke-21 hari adalah tidak berhubungan secara nyata. Pengambilan keputusan berdasarkan hasil *paired samples t-test* terlihat probabilitas 0,000 untuk uji dua sisi angka

probabilitas adalah $0,000/2 = 0,000 < 0,025$ maka H_0 ditolak dapat disimpulkan bahwa nilai luas daya sebar pada hari ke-1 dan pada hari ke-21 berbeda secara nyata.

Pada formula kontrol negatif, konsentrasi basis terendah (0,5:2) memiliki luas daya sebar tertinggi dari hari ke-1 sampai hari ke-21 yaitu $16,98 \text{ cm}^2 - 41,02 \text{ cm}^2$ dan konsentrasi basis tertinggi (2:0,5) memiliki luas daya sebar terendah yaitu $5,41 \text{ cm}^2 - 14,37 \text{ cm}^2$. Hal ini juga terjadi pada formula yang menggunakan ekstrak, konsentrasi basis terendah (0,5:2) memiliki luas daya sebar tertinggi yaitu $16,81 \text{ cm}^2 - 60,15 \text{ cm}^2$ dan konsentrasi basis tertinggi (2:0,5) memiliki luas daya sebar terendah dari hari ke-1 sampai hari ke-21 yaitu $7,19 \text{ cm}^2 - 14,25 \text{ cm}^2$. Hasil yang diperoleh dapat disimpulkan semakin tinggi konsentrasi basis yang digunakan maka semakin kecil luas penyebarannya dimana kekentalannya meningkat maka akan lebih sulit menyebar. Hal ini disebabkan karena daya sebar berhubungan dengan kandungan air, semakin banyak kandungan air maka semakin luas daya sebar. Adanya bahan alam ekstrak mempengaruhi daya sebar formula dengan terjadinya penurunan viskositas. Daya sebar akan semakin tinggi jika sediaan memiliki viskositas yang semakin rendah, begitu juga sebaliknya (Laverius 2011).

2.6. Uji tinggi busa. Ukuran tinggi busa dikaitkan pada nilai estetika yang disukai konsumen. Berdasarkan hasil pengujian tinggi busa kedelapan formula pasta gigi gel dapat membentuk busa dengan baik karena hasil kemampuan suatu detergen untuk menghasilkan busa. Parameter pada pengujian tinggi busa umumnya dipengaruhi oleh konsentrasi detergen yang digunakan. Pada basis pasta gigi gel ini digunakan NLS (natrium lauril sulfat) sebagai detergen. NLS merupakan surfaktan anionik yang memiliki karakteristik sebagai pembentuk busa yang baik dan memiliki daya pembersih yang tinggi. Uji tinggi busa bertujuan untuk melihat banyaknya busa yang dihasilkan oleh pasta gigi gel untuk mengangkat kotoran dan membersihkan mulut saat menyikat gigi. Hasil pengujian tinggi busa sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil uji tinggi busa sediaan pasta gigi gel

Sediaan	Lama penyimpanan				Persentase penurunan tinggi busa
	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21	
F1	9,57±0,06	9,07 ± 0,11	8,87 ± 0,11	8,8 ±0,3	8,01%
F2	9,2±0,1	9,03 ± 0,06	8,8 ± 0,1	8,67 ±0,06	5,80%
F3	9,57±0,11	9,07 ± 0,06	9,07 ± 0,11	8,57 ±0,06	10,45%
F4	9,50± 0,10	9,23 ± 0,06	8,8 ± 0,2	8,5 ±0,1	10,53%
KF1	8,87±0,06	8,67 ± 0,11	8,53 ± 0,06	8,57 ±0,31	3,38%
KF2	9,53±0,06	9,23 ± 0,05	9,2 ± 0,2	9,2 ±0,2	3,50%
KF3	9,8±0,2	9,1 ± 0,1	8,77 ± 0,06	8,63 ±0,15	11,90%
KF4	9,2±0,2	8,67 ± 0,11	8,2 ± 0,1	8,03 ±0,25	12,68%

Keterangan:

F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)

F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)

F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)

F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

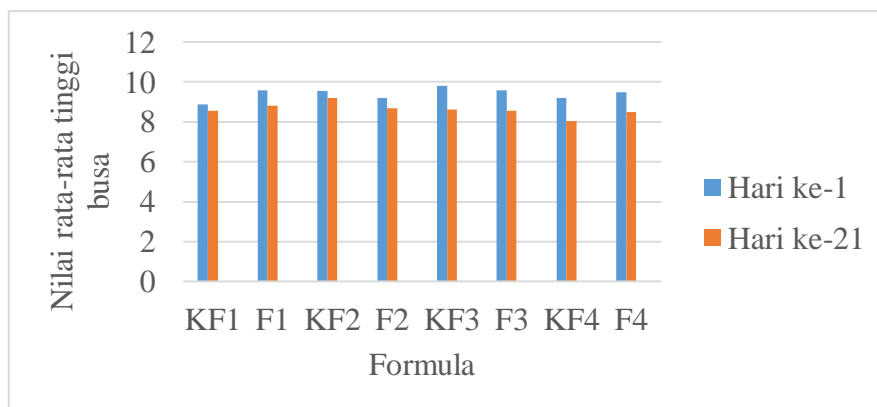
KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

Berdasarkan hasil uji tinggi busa yang diperoleh data dianalisis menggunakan uji *paired samples t-test* dengan taraf kepercayaan 95%. Tujuan analisis menggunakan SPSS yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan terhadap kestabilan tinggi busa formula pasta gigi gel dan lama penyimpanan. Sebelum dilakukan uji *paired samples t-test*, data nilai tinggi busa dari semua formula diuji menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* terlihat nilai signifikan nilai tinggi busa pada hari ke-1 $0,687 > 0,05$ (H_0 diterima) dan nilai signifikan nilai tinggi busa pada hari ke-21 $0,793 > 0,05$ (H_0 diterima) disimpulkan data mengikuti distribusi normal sehingga dapat dianalisa uji *paired samples t-test*. Berdasarkan analisis *paired sample statistics* diperoleh SD nilai tinggi busa pada hari ke-1 0,29463 (kurang dari 20% rata-rata) dan SD nilai tinggi busa pada hari ke-21 0,32413 (kurang dari 20% rata-rata) hal ini menunjukkan variasi nilai tinggi busa yang kecil. Hasil korelasi perlakuan waktu penyimpanan menghasilkan angka 0,341 dengan nilai probabilitas $0,408 > 0,05$ hal ini menyatakan bahwa korelasi nilai tinggi busa pada hari ke-1 dan hari ke-21 hari adalah berhubungan secara nyata. Pengambilan keputusan berdasarkan hasil *paired samples t-test* terlihat probabilitas 0,000 untuk uji dua sisi angka probabilitas adalah $0,000/2 =$

$0,000 < 0,025$ maka H_0 ditolak dapat disimpulkan bahwa nilai tinggi busa pada hari ke-1 dan pada hari ke-21 berbeda secara nyata. Hasil nilai tinggi busa sediaan pasta gigi gel dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil nilai tinggi busa sediaan pasta gigi gel

Pada formula kontrol negatif, konsentrasi basis terendah (0,5:2) memiliki persentase penurunan tinggi busa terendah dari hari ke-1 sampai hari ke-21 yaitu 3,38% dengan nilai rata-rata tinggi busa sebesar $8,87 \pm 0,06$ cm - $8,57 \pm 0,31$ cm dan konsentrasi basis tertinggi (2:0,5) memiliki persentase penurunan tinggi busa tertinggi yaitu 12,68% dengan nilai rata-rata tinggi busa sebesar $9,2 \pm 0,2$ cm - $8,03 \pm 0,25$ cm. Hal ini juga terjadi pada formula yang menggunakan ekstrak, konsentrasi basis terendah (0,5:2) memiliki persentase penurunan tinggi busa terendah dari hari ke-1 sampai hari ke-21 yaitu 5,80% dengan nilai rata-rata tinggi busa sebesar $9,2 \pm 0,1$ cm - $8,67 \pm 0,06$ cm dan konsentrasi basis tertinggi (2:0,5) memiliki persentase penurunan tinggi busa tertinggi yaitu 10,53% dengan nilai rata-rata tinggi busa sebesar $9,50 \pm 0,10$ cm - $8,5 \pm 0,1$ cm. Terjadinya penurunan tinggi busa dipengaruhi oleh faktor yaitu surfaktan yang digunakan, kesadahan air, suhu ruangan saat pengukuran dan waktu pendiaman. Tinggi busa kedelapan formula mengalami penurunan ketinggian dari hari ke-1 sampai hari ke-7 namun hal ini masih dapat memenuhi syarat tinggi busa maksimal sediaan pasta gigi gel yaitu 15 cm (Depkes RI 1985).

Secara tidak langsung viskositas mempengaruhi tinggi busa. Semakin tinggi viskositas maka zat yang keluar dari senyawa obat akan semakin sulit. Semakin besar viskositas pasta gigi gel maka akan semakin sulit penetrasi air

untuk bertemu surfaktan. Surfaktan yang sulit keluar inilah yang dapat mempengaruhi tinggi busa (Mada dan Sigh 2010). Viskositas pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga (*Amomum compactum* S.) yang mengalami peningkatan setiap minggunya mempengaruhi nilai tinggi busa pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga sehingga terjadi penurunan tinggi busa pada sediaan tersebut.

C. Hasil Identifikasi Bakteri *Streptococcus mutans*

1. Identifikasi mikroskopis

Identifikasi ini dengan cara pengecatan Gram. Pengecatan Gram ini dilakukan untuk memastikan kebenaran bakteri yang diujikan supaya tidak terkontaminasi bakteri lain dan mengelompokkan bakteri menjadi 2 yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram Negatif. Reagen yang digunakan untuk pengecatan Gram adalah kristal violet dan safranin. Hasil yang didapat dari pengecatan Gram akan ditentukan dari komposisi dinding sel pada bakteri. Hasil pengecatan Gram bakteri *Streptococcus mutans* pada penelitian ini termasuk bakteri Gram positif yang dapat dilihat dengan mikroskop bahwa bakteri berwarna violet, berbentuk bulat dan berderet seperti rantai. Bakteri Gram positif dapat mempertahankan warna ungu dari kristal violet karena dinding selnya terdiri dari satu lapisan peptidoglikan yang tebal dan permeabilitas dari dinding sel berkurang. Bakteri Gram positif mempunyai pori dinding sel yang dapat mengikat kuat dari pewarna kristal violet sehingga dinding sel tetap menahan warna ungu.

Bakteri Gram Positif berwarna ungu disebabkan oleh kompleks zat warna kristal violet – yodium tetap dipertahan meskipun diberi larutan pemucat, karena sebagian besar dinding sel terdiri dari peptidoglikan. Pemberian larutan lugol untuk meningkatkan afinitas pengikatan zat warna oleh bakteri menjadi lebih kuat. Zat warna akan lebih jelas terlihat dan lebih sulit dilarutkan setelah penambahan larutan lugol. Penambahan zat warna kedua yaitu safranin tidak menyebabkan perubahan warna pada bakteri Gram positif karena senyawa kompleks dari kristal violet-yodium tetap terikat pada dinding sel. Pemberian warna safranin bertujuan sebagai pembeda terhadap zat warna kristal violet. Gambar dapat dilihat pada lampiran 7.

2. Identifikasi makroskopis

Hasil identifikasi makroskopis pada bakteri uji menunjukkan positif karena adanya koloni berwarna putih dengan tepian koloni berwarna hijau pada media *blood agar* (BA). Warna koloni bakteri *Streptococcus mutans* pada media *blood agar* (BA) bersifat alpha hemolisis, hal ini disebabkan karena lisisnya sel darah merah disebabkan terjadinya reduksi hemoglobin menjadi methemoglobin. Gambar dilihat pada lampiran 7.

Streptococcus dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan hemolisis dalam media *blood agar* (BA) yaitu alpha hemolisis (tidak komplit, hemolisis berwarna hijau), beta hemolisis (terang, lisis komplit sel darah), dan gamma hemolisis (tidak terjadi hemolisis) (Patterson 1996). Alpha hemolisis disebabkan karena zat besi mengalami reduksi dalam hemoglobin, menjadikan *Streptococcus* berwarna hijau dalam media *blood agar* (BA). Beta hemolisis adalah sel darah merah yang meluruh secara penuh, terang luas, daerah sekitar koloni bakteri bersih dalam media *blood agar* (BA). Gamma hemolisis merupakan jenis *Streptococcus* yang tidak mengalami hemolisis (Jawetz *et al.* 1995). Gambar dapat dilihat pada lampiran 7.

3. Uji biokimia

Uji biokimia digunakan untuk spesies yang secara khas tidak bereaksi dengan antibodi yang umumnya digunakan untuk zat golongan spesifik. Identifikasi bakteri uji dilakukan dengan uji biokimia untuk bakteri Gram Positif (uji katalase dan uji koagulase) (Jawetz *et al.* 1995).

2.1. Uji katalase. Hasil uji katalase pada bakteri uji menunjukkan negatif karena bakteri tidak menghasilkan gelembung-gelembung oksigen. Hal ini berarti H_2O_2 yang diberikan tidak pecah oleh bakteri katalase negatif, sehingga tidak menghasilkan oksigen, salah satunya adalah genus *Streptococcus*. Enzim katalase sangat penting untuk pertumbuhan aerobik karena akan memecah H_2O_2 yang bersifat racun terhadap sel mikroba karena bahan ini menginaktivasi enzim dalam sel. Saat mengalami metabolisme aerob akan terbentuknya H_2O_2 sehingga mikroorganisme yang tumbuh dalam lingkungan aerob harus menguraikan bahan toksik tersebut. Mekanisme enzim katalase memecah H_2O_2 saat melakukan

repirasi. Bakteri yang memiliki kemampuan memecah H_2O_2 dengan enzim katalase akan membentuk suatu sistem pertahanan dari toksik H_2O_2 yang dihasilkan dari bakteri tersebut. Bakteri katalase positif akan memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 dimana parameter yang menunjukkan adanya aktivitas katalase tersebut adalah adanya gelembung-gelembung oksigen (Hart dan Shears 2004). Gambar dapat dilihat pada lampiran 7.

2.2. Uji koagulase. Hasil dari pengujian koagulase bakteri *Streptococcus mutans* penelitian ini menunjukkan terbentuknya gumpalan sehingga menandakan bakteri tersebut adalah *Streptococcus mutans*. Hal ini disebabkan karena bakteri *Streptococcus mutans* dapat menghasilkan enzim koagulase yang menyebabkan fibrin dalam plasma menjadi membeku. Gambar dapat dilihat pada lampiran 7.

D. Hasil pengamatan pengujian aktivitas antibakteri

1. Hasil suspense bakteri uji *Streptococcus mutans*

Pembuatan suspense bakteri *Streptococcus mutans* menggunakan larutan NaCl 0,9%. Hasil suspense disesuaikan dengan kekeruhan *Mc Farland* 0,5 menunjukkan konsentrasi kekeruhan bakteri sama dengan 10^8 CFU/ml. jika suspense terlalu keruh maka ditambahkan larutan NaCl 0,9% dan sebaliknya jika suspense terlalu encer maka ditambahkan suspense bakteri (Suhartati 2014). Gambar dapat dilihat pada lampiran 8.

2. Hasil uji daya hambat antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri sediaan pasta gigi gel yang mengandung ekstrak buah kapulaga dilakukan terhadap 4 formula tanpa menggunakan ekstrak sebagai kontrol negatif, 4 formula menggunakan ekstrak sebagai formula uji dan antibiotik siprofloksasin sebagai kontrol positif dengan metode difusi agar terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Prinsip dari metode difusi adalah menempatkan kertas cakram yang telah diberikan senyawa antimikroba dengan konsentrasi tertentu pada media yang sebelumnya telah ditanami organisme yang akan diuji secara merata. Penentuan aktivitas antimikroba dengan metode difusi dilakukan dengan mengukur diameter zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Zona bening disebut daerah sekeliling kertas cakram yang tidak

ditemukan adanya pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* yang terdapat pada media. Menurut Lorain (2005), semakin besar konsentrasi antimikroba, maka semakin cepat terjadi difusi, sehingga daya antibakteri akan semakin besar dan diameter zona hambat yang dihasilkan semakin luas.

Zona bening di sekitar kertas cakram yang tidak ditumbuhi bakteri menunjukkan bahwa formula pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga memiliki daya hambat terhadap bakteri *S.mutans*. Hasil uji aktivitas antibakteri pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga terhadap *Streptococcus mutans* dengan metode difusi dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil uji aktivitas antibakteri pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga terhadap bakteri *Streptococcus mutans*

Sediaan uji	Diameter hambat (mm)			Rata-rata (mm)	SD
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III		
K(+)	30	29,5	30	29,83	0,29
F1	20	20,75	21,75	20,83	0,88
F2	18,25	18,75	19,5	18,83	0,63
F3	23,5	21	22,25	22,25	1,25
F4	25,25	25	25,75	25,33	0,38
KF1	-	-	-	-	-
KF2	-	-	-	-	-
KF3	-	-	-	-	-
KF4	-	-	-	-	-

Keterangan:

F1 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (0,5:2:1)

F2 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1:1,5:1)

F3 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (1,5:1:1)

F4 : karbopol 940 + gliserin + ekstrak buah kapulaga = (2:0,5:1)

KF1 : karbopol 940 + gliserin = (0,5:2)

KF2 : karbopol 940 + gliserin = (1:1,5)

KF3 : karbopol 940 + gliserin = (1,5:1)

KF4 : karbopol 940 + gliserin = (2:0,5)

K(+): ciprofloksasin

Hasil dari uji difusi dari tabel diatas diuji kebenarannya menggunakan uji *one way anova* dengan taraf kepercayaan 95%. Tujuan uji *one way anova* yaitu untuk membandingkan formula uji pada tiap konsentrasi. Data yang dianalisis dengan *one way anova* adalah formula dengan penambahan ekstrak dan antibiotik siprofloksasin sebagai kontrol positif. Sebelum dilakukan uji *one way anova*, data diameter daya hambat dari keempat formula uji dan kontrol positif diuji menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* untuk mengetahui apakah

data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Dari data uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* diperoleh Signifikansi $0,901 > 0,05$ (H_0 diterima). Disimpulkan data tersebut mengikuti distribusi normal sehingga dapat dilakukan uji ANOVA

Selanjutnya dilakukan uji *one way ANOVA* untuk mengetahui adanya perbedaan diameter daya hambat formula uji dengan kontrol positif. Nilai probabilitas *Lavene Statistic* adalah $0,417 < 0,050$ maka H_0 diterima atau kelima sampel uji mempunyai varians yang sama. Pada tabel ANOVA terlihat bahwa nilai signifikan pada diameter daya hambat lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,00 sehingga H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Karena uji ANOVA menyatakan bahwa keseluruhan terdapat perbedaan signifikan maka perlu dilakukan uji lanjut atau uji Post Hoc yang digunakan adalah uji LSD pada taraf kepercayaan 95%. Dari hasil yang diperoleh jika tanda * ada di angka *Mean Difference*, maka perbedaan tersebut signifikan. Jika tidak ada tanda * maka perbedaan tidak signifikan.

Kekuatan daya antibakteri dibagi menjadi empat kategori yaitu menghambat lemah (<5mm), sedang (5-10 mm), kuat (10-20 mm), dan sangat kuat (>20 mm) (Davis dan Stout 2009). Berdasarkan tabel di atas menunjukkan hasil penelitian bahwa formula pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga dengan konsentrasi (2:0,5) termasuk ke dalam kategori sangat kuat, sedangkan formula pasta gigi gel ekstrak buah kapulaga dengan konsentrasi (0,5:2), (1:1,5), dan (1,5:1) termasuk ke dalam kategori kuat. Hal ini dapat disebabkan karena formula pasta gigi gel dengan penambahan ekstrak mempunyai mekanisme kerja sebagai antibakteri sedangkan formula basis pasta gigi gel tidak mempunyai mekanisme kerja sebagai antibakteri. Hasil pengujian aktivitas antibakteri dapat dilihat pada lampiran 18.