

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Daun Bandotan**

##### **1. Determinasi daun bandotan (*Agerantum conyzoides* L)**

Determinasi tanaman dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Morfologi dan Sistematika Tumbuhan Universitas Setia Budi Surakarta. Determinasi tanaman bertujuan untuk mengetahui kebenaran tanaman dan menghindari terjadinya kesalahan pengambilan sampel tanaman terkait dengan ciri makroskopis, ciri mikroskopis dan mencocokkan morfologi tanaman yang kemudian dibandingkan dengan kepustakaan Flora (Steenis C.G.G.G.J 1978). Berdasarkan hasil determinasi tanaman dapat dipastikan bahwa sampel tanaman yang digunakan adalah tanaman daun bandotan. Hasil determinasi dapat dilihat pada lampiran 1.

##### **2. Pengambilan bahan**

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman bandotan yang diambil pada bagian daun. Tanaman bandotan diperoleh dari daerah Tawangmangu, Jawa Tengah pada bulan Januari 2019. Daun bandotan yang digunakan adalah daun bandotan yang masih segar, berwarna hijau, tidak terlalu tua dan muda. Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Setia Budi Surakarta.

##### **3. Hasil pembuatan serbuk daun bandotan**

Daun bandotan yang sudah terkumpul dalam keadaan masih segar disortasi basah yaitu menghilangkan komponen pengotor berupa tanah, kerikil, ranting atau daun yang sudah rusak kemudian dicuci dengan menggunakan air bersih yang mengalir dan dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 40<sup>0</sup> C. Pengeringan pada tanaman bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung pada daun bandotan sehingga dapat mencegah proses pembusukan yang diakibatkan oleh mikroorganismenya dan menghentikan reaksi enzimatik pada daun bandotan. Daun bandotan yang telah kering kemudian

diserbuk dan diayak menggunakan ayakan mesh no 40. Tujuan dari pembuatan serbuk daun bandotan adalah memperluas luas permukaan dari daun bandotan, luas permukaan berpengaruh dalam proses remaserasi dimana jika permukaan daun bandotan semakin luas maka kontak antara permukaan daun bandotan dengan penyari semakin besar dan difusi zat dari daun bandotan juga semakin besar. Berat Serbuk daun bandotan yang telah diayak dengan mesh no 40 yaitu 1.050 gram dan diperoleh persentase rendemen serbuk daun bandotan yaitu 23,33%. Serbuk yang sudah didapat kemudian ditimbang sebanyak 1000 gram dan dilakukan proses remaserasi dengan pelarut etanol 70% dengan perbandingan 1: 10. Hasil persentase rendemen bobot kering serbuk terhadap bobot basah daun bandotan dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil persentase rendemen serbuk kering terhadap bobot basah daun bandotan**

Bobot basah (g)	Bobot kering (g)	Rendemen (% $\frac{b}{b}$ )
4500	1050	23,33%

Persentase rendemen bobot kering serbuk terhadap bobot basah daun bandotan diperoleh adalah sebesar 23,33%. Hasil perhitungan rendemen dapat dilihat pada lampiran 5.

#### **4. Hasil identifikasi serbuk daun bandotan**

##### **4.1 Hasil pemeriksaan organoleptis serbuk daun bandotan.**

Pemeriksaan organoleptis bertujuan untuk mengetahui kekhususan bentuk, warna, rasa dan bau pada simplisia yang akan diuji. Hasil pemeriksaan organoleptis serbuk daun bandotan dapat dilihat pada tabel

**Tabel 4. Hasil pemeriksaan organoleptis serbuk daun bandotan**

Pemeriksaan	Hasil
Bentuk	Serbuk halus
Warna	Hijau
Rasa	Pahit
Bau	Khas menyengat

Berdasarkan hasil pemeriksaan organoleptis serbuk daun bandotan berbentuk serbuk halus berwarna hijau, rasanya pahit dan memiliki bau yang khas menyengat.

##### **4.2 Hasil penetapan susut pengeringan serbuk daun bandotan.**

Penetapan susut pengeringan ekstrak bertujuan untuk mengetahui batasan

maksimal tentang besarnya senyawa yang menghilang pada proses pengeringan (Depkes 2000). Penetapan susut pengeringan serbuk daun bandotan menggunakan alat *moisture balance* dengan suhu 105° C selama 30 menit atau sampai berat konstan dan dinyatakan sebagai nilai persen. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Verawati dan Martinus (2015) bahwa susut pengeringan serbuk daun bandotan yaitu sebesar 8,6%.

**Tabel 5. Hasil penetapan susut pengeringan serbuk daun bandotan**

No	Berat serbuk (gram)	Susut Pengeringan (%)
1	2	7,3
2	2	7,1
3	2	7,6
Rata-rata ± SD		7,33±0,25

Hasil penetapan susut pengeringan serbuk daun bandotan diperoleh sebesar 7,33±0,25 %, kurang dari penelitian sebelumnya yaitu sebesar 8,6%. Hasil susut pengeringan dapat dilihat pada lampiran 5.

**4.3 Hasil penetapan kadar air serbuk daun bandotan.** Penetapan kadar air pada serbuk daun bandotan bertujuan untuk memberikan batasan minimal atau rentang tentang kandungan air didalam bahan (Depkes 2000). Penetapan kadar air serbuk daun bandotan menggunakan alat *sterling- bidwell*, dengan menggunakan pelarut *toluene* yang sudah dijenuhkan dengan air.

Persyaratan untuk kadar air pada serbuk simplisia tidak boleh lebih dari 10% (Depkes RI 1994), yang bertujuan untuk mengurangi dan mencegah adanya kerusakan serbuk saat penyimpanan yang diakibatkan oleh kadar kelembapan yang tinggi sehingga dapat memacu pertumbuhan mikroba serta reaksi enzimatik karena kadar air yang cukup tinggi. Hasil kadar air serbuk dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 6. Hasil penetapan kadar air serbuk simplisia daun bandotan**

No	Berat serbuk (gram)	Kadar air (%)
1	23,3 gram	8,58
2	23,05 gram	9,54
3	21,15 gram	9,46
Rata-rata ± SD		9,19±0,53

Hasil penetapan kadar air serbuk simplisia daun bandotan diperoleh sebesar  $9,19 \pm 0,53$ . Hasil susut pengeringan serbuk kurang dari 10 %, sehingga telah memenuhi persyaratan. Hasil perhitungan kadar air dapat dilihat pada lampiran 7.

### 5. Hasil pembuatan ekstrak etanol daun bandotan.

Metode yang digunakan untuk membuat ekstrak etanol daun bandotan adalah remaserasi. Metode remaserasi merupakan modifikasi dari metode ekstraksi maserasi, metode remaserasi memiliki beberapa kelebihan diantaranya cocok digunakan untuk menarik senyawa yang tidak tahan panas dan senyawa yang tertarik lebih maksimal. Serbuk daun bandotan sebanyak 1000 gram dimasukkan kedalam botol maserasi gelap, kemudian ditambahkan etanol 70% sebanyak 1000 mL, simpan selama 24 jam dan sesekali digojog. Penggojogan berguna untuk menjaga agar konsentrasi cairan di dalam dan di luar sel tetap seimbang. Setelah 24 jam disaring dengan kain flanel dan kertas saring, ampas yang didapat dilakukan maserasi lagi dengan jumlah pelarut setengah pada maserasi pertama, jadi pelarut yang digunakan adalah 500 mL, dan diamkan 24 jam dan sesekali digojog. Setelah itu sama seperti maserasi pertama, di saring kemudian hasil filtrat maserasi pertama dan kedua digabung kemudian cairan penyari diuapkan dengan *rotary evaporator* suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan 40 rpm sampai didapat ekstrak kental. Hasil rendemen ekstrak etanol daun bandotan dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7. Hasil rendemen ekstrak terhadap serbuk daun bandotan**

Berat serbuk (g)	Berat ekstrak (g)	Rendemen (% $\frac{b}{b}$ )
1000	121,524	12,15

Hasil ekstrak daun bandotan yang diperoleh adalah sebesar 121,524 dengan rendemen 12,15 % hasil perhitungan rendemen ekstrak dapat dilihat pada lampiran 6.

### 6. Hasil identifikasi ekstrak daun bandotan

#### 6.1 Hasil pemeriksaan organoleptis ekstrak daun bandotan.

Pemeriksaan organoleptis bertujuan untuk mengetahui kekhususan bentuk, warna, rasa dan bau pada ekstrak yang akan diuji. Hasil pemeriksaan organoleptis ekstrak daun bandotan dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8. Hasil pemeriksaan organoleptis serbuk daun bandotan**

Pemeriksaan	Hasil
Bentuk	Kental
Warna	Hijau tua
Rasa	Pahit
Bau	Khas

Berdasarkan pemeriksaan organoleptis ekstrak daun bandotan memiliki konsistensi yang kental, berwarna hijau, rasa pahit dan bau yang khas.

**6.2 Hasil pemeriksaan kadar air ekstrak daun bandotan.** Penetapan kadar air pada ekstrakbandotan bertujuan untuk memberikan batasan minimal atau rentang tentang kandungan air didalam bahan (Depkes 2000). Penetapan kadar air ekstrak daun bandotan menggunakan alat *sterling- bidwell*, dengan menggunakan pelarut *toluene* yang sudah dijenuhkan dengan air. Persyaratan kadar air ekstrak tidak boleh lebih dari 10% (Depkes RI 1979) hal ini bertujuan untuk mencegah kerusakan ekstrak akibat kadar air yang tinggi yang dapat menimbulkan tumbuhnya mikroba dan jamur serta perubahan senyawa kimia pada ekstrak karena reaksi enzimatis. Data hasil penetapan kadar air ekstrak daun bandotan dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9. Hasil penetapan kadar air ekstrak daun bandotan**

No	Berat ekstrak (gram)	Kadar air (%)
1	12,21 gram	8,19
2	11,23 gram	8,01
3	12,55 gram	9,56
Rata-rata ± SD		8,59± 0,85

Hasil penetapan kadar air ekstrak daun bandotan yaitu sebesar  $8,59 \pm 0,85$  %, dan hasil tersebut kurang dari 10% sehingga telah memenuhi persyaratan. Data perhitungan kadar air ekstrak etanol daun bandotan dapat dilihat pada lampiran 7.

### **6.3 Hasil Pemeriksaan bebas alkohol ekstrak etanol daun bandotan.**

Hasil pemeriksaan bebas alkohol dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10. Hasil pemeriksaan bebas alkohol ekstrak etanol daun bandotan**

Bahan	Pustaka (Depkes RI 1995)	Hasil
Ekstrak daun bandotan	Ekstrak tidak tercium bau khas ester dari alkohol	Ekstrak tidak tercium bau khas ester dari alkohol

Berdasarkan hasil pemeriksaan bebas alkohol pada tabel 10, ekstrak daun bandotan sudah tidak mengandung alkohol. Hal ini berarti cairan penyari yaitu alkohol 70% sudah menguap seluruhnya pada saat dipekatkan dengan alat *rotary evaporator*. Gambar uji bebas alkohol dapat dilihat pada lampiran 8.

#### 6.4 Hasil identifikasi kandungan kimia ekstrak daun bandotan.

Pemeriksaan kandungan kimia ekstrak bertujuan mengetahui kandungan senyawa yang terdapat pada daun bandotan dan senyawa yang berkhasiat sebagai antibakteri dalam penyembuhan luka infeksi *Staphylococcus aureus* pada kulit punggung kelinci. Identifikasi yang dilakukan yaitu identifikasi senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dengan menggunakan uji tabung sedangkan minyak atsiri menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT). Hasil pengujian identifikasi kandungan ekstrak daun bandotan dapat dilihat pada tabel 11 dan 12.

**Tabel 11. Hasil identifikasi senyawa kimia ekstrak daun bandotan**

Kandungan senyawa kimia	Pustaka (Harbone 1987)	Hasil	Interpretasi data ekstrak
Alkaloid	Terbentuk endapan putih pada mayer, merah pada dragendroff, dan coklat pada wagner.	Terbentuk endapan putih pada mayer, merah pada dragendroff, dan coklat pada wagner.	+
Flavonoid	Terbentuk warna merah pada lapisan amil alkohol.	Terbentuk warna merah, kuning atau jingga pada lapisan amil alkohol.	+
Saponin	Terbentuk buih yang menetap walaupun ditambahkan HCL 2N (buih tidak hilang)	Terbentuk buih yang stabil walaupun ditambahkan HCL 2N (buih tidak hilang).	+
Tanin	Terbentuk warna hijau kehitaman	Terbentuk warna hijau kehitaman.	+

Keterangan :

(+) = Mengandung golongan senyawa kimia

(-) = Tidak mengandung golongan senyawa kimia

Berdasarkan hasil identifikasi kimia menggunakan uji tabung (reaksi warna) menunjukkan bahwa ekstrak daun bandotan mengandung alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin yang berperan sebagai antibakteri dalam penyembuhan infeksi punggung kelinci. Hasil identifikasi senyawa kimia dengan menggunakan uji tabung dapat dilihat pada lampiran 8.

Tabel 12. Hasil KLT ekstrak daun bandotan

Bahan	Pustaka (Depkes RI 1987)	Hasil	Interpretasi data ekstrak
Esktrak daun bandotan	Bercak KLT berwarna coklat jingga	Bercak KLT berwarna coklat jingga	+

Keterangan :

(+) = Mengandung minyak atsiri

(-) = Tidak mengandung golongan senyawa kimia

Berdasarkan hasil kromatografi lapis tipis minyak atsiri ekstrak bandotan, lempeng diamati dibawah sinar tampak, UV 254 nm, dan UV 366 nm. Hasil kromatografi lapis tipis menunjukkan bahwa ekstrak daun bandotan mengandung minyak atsiri. Profil kromatogram ekstrak daun bandotan dapat dilihat pada lampiran 8.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amadi *et al.* 2012 bahwa pada daun bandotan mengandung flavonoid, alkaloid, tanin dalam konsentrasi yang tinggi, dan saponin dalam konsentrasi yang sedang. Daun bandotan juga mengandung minyak atsiri yaitu monoterpen dan sequisterpen (Okunade 2001).

## 7. Hasil pengujian sifat fisik emulgel ekstrak daun bandotan

Uji sifat fisik emulgel ekstrak etanol daun bandotan yang dilakukan meliputi pengujian organoleptis, uji homogenitas, pH, viskositas, daya lekat, daya sebar dan uji stabilitas *freeze thaw*. Pengujian dilakukan 4 kali dalam sebulan yaitu pada hari ke 1, hari 7, hari ke 14, dan hari ke 21 sedangkan untuk uji stabilitas *freeze thaw* dilakukan 5 siklus (20 hari).

**7.1 Uji organoleptis.** Uji organoleptis bertujuan untuk melihat penampilan fisik dari sediaan emulgel, pengamatan sediaan meliputi pengamatan warna, bau dan konsistensi emulgel. Sediaan emulgel yang dihasilkan sebaiknya memiliki warna yang menarik, aroma yang menyenangkan serta konsistensi dari sediaan emulgel harusnya memiliki konsistensi yang stabil agar lebih nyaman dalam penggunaannya. Sediaan emulgel ekstrak daun bandotan memiliki warna hijau tua dikarenakan ekstrak yang berwarna hijau dan jumlah yang cukup banyak. Hasil yang diperoleh pada uji organoleptis dapat dilihat pada tabel 13.

**Tabel 13. Hasil uji Organoleptis Sediaan emulgel ekstrak daun bandotan**

Pemeriksaan	Waktu	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Warna	Hari ke 1	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua
	Hari ke 7	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua
	Hari ke 14	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua
	Hari ke 21	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua
Bau	Hari ke 1	***	***	***
	Hari ke 7	***	***	***
	Hari ke 14	***	***	***
	Hari ke 21	***	***	***
Konsistensi	Hari ke 1	++	+++	+++
	Hari ke 7	++	+++	+++
	Hari ke 14	+	++	++
	Hari ke 21	+	++	++

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%

Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%

Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%

\*\*\* : menunjukkan bau aromatis ekstrak daun bandotan lebih intensif

\*\* : menunjukkan bau aromatis ekstrak daun bandotan sudah berkurang

+

++ : menunjukkan konsistensi gel yang sedikit kental

+++ : menunjukkan konsistensi gel yang agak kental

++++ : menunjukkan konsistensi gel yang sangat kental

Berdasarkan hasil uji organoleptis dari sediaan emulgel ekstrak daun bandotan menunjukkan bahwa pada hari pertama setelah pembuatan sediaan emulgel memiliki warna hijau tua, warna tidak berubah pada pengamatan pada hari ke 7, hari ke 14, dan hari ke 21. Warna yang tidak berubah disebabkan karena ekstrak dapat bertahan cukup lama dalam campuran basis gel dan ekstrak yang digunakan cukup banyak yaitu sebesar 20 %. Bau dari sediaan emulgel ekstrak etanol daun bandotan pada hari pertama setelah pembuatan memiliki bau yang khas dari daun bandotan, bau yang dihasilkan berasal dari kandungan minyak atsiri yang terkandung dalam ekstrak daun bandotan. Bau yang dihasilkan pada pengujian hari ke 7, hari ke 14, dan hari ke 21 memiliki intensitas bau yang masih sama pada hari ke 1. Bau yang tidak berubah pada sediaan emulgel mungkin disebabkan karena kandungan minyak atsiri dalam ekstrak yang cukup banyak dan ekstrak dapat bercampur sempurna dengan basis gel, sehingga bau dari minyak atsiri dapat bertahan lama.

Setiap formula memiliki konsistensi yang berbeda-beda, pada formula 1 memiliki konsentrasi yang lebih encer dibanding formula 3 dan 4, sedangkan formula 3 memiliki konsistensi yang lebih encer dibanding formula 4. Perbedaan



konsistensi tersebut diakibatkan oleh konsentrasi *gelling agent* Na- CMC yang berbeda- beda, dimana semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang digunakan maka konsistensi dari sediaan emulgel yang dihasilkan semakin tinggi. Pengujian emulgel pada hari ke 7, hari ke 14 dan hari ke 21 mengalami penurunan terutama pada hari ke 14 dan 21, hal ini dikarenakan perubahan viskositas pada sediaan emulgel.

**7.2 Uji homogenitas.** Uji homogenitas adalah perataan fase terdispersi dalam bahan atau medium pendispersi, tidak adanya agregasi partikel sekunder, distribusi yang merata dan teratur dari fase terdispersi serta penghalusan partikel primer yang besar (Voight 1995). Tujuan dari uji homogenitas adalah untuk memastikan bahwa formula memiliki karakteristik yang homogen, jika sediaan homogen maka saat pengambilan sediaan, konsentrasi atau dosis akan selalu sama sehingga efektivitas terapi akan maksimal. Sediaan dikatakan homogen jika tidak terdapat partikel-partikel kasar, tidak gumpalan serta terlihat persamaan warna yang merata (Mardikasari 2017). Hasil pengujian homogenitas sediaan emulgel dapat dilihat pada tabel 14.

**Tabel 14. Hasil uji homogenitas emulgel ekstrak daun bandotan**

<b>Formula</b>	<b>Hari ke 1</b>	<b>Hari ke 7</b>	<b>Hari ke 14</b>	<b>Hari ke 21</b>
Formula 1	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
Formula 2	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
Formula 3	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

**Keterangan:**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan dengan Na CMC 4%

Hasil pengujian terhadap homogenitas sediaan emulgel yang dilakukan dengan cara dioleskan pada objek glass menunjukkan bahwa formula 1, formula 2 dan formula 3 memiliki homogenitas yang baik, dari pengujian hari ke 1, hari ke 7, hari ke 14 dan hari ke 21, dapat dilihat bahwa sediaan emulgel tetap homogen, tidak terdapat gumpalan baik dari ekstrak maupun basis gel. Hal ini berarti fase terdispersi yaitu emulsi ekstrak bandotan terdistribusi secara merata pada fase pendispersinya yaitu basis gel Na- CMC. Hasil pengujian homogenitas dapat dilihat pada lampiran 9.

**7.3 Hasil uji pH.** Uji pH dilakukan untuk mengetahui apakah nilai pH pada sediaan emulgel memenuhi persyaratan sediaan topikal. Pengujian pH menggunakan alat pH meter dapat dilihat pada tabel 15 dan lampiran 11.

**Tabel 15. Hasil pengujian pH emulgel ekstrak etanol daun bandotan**

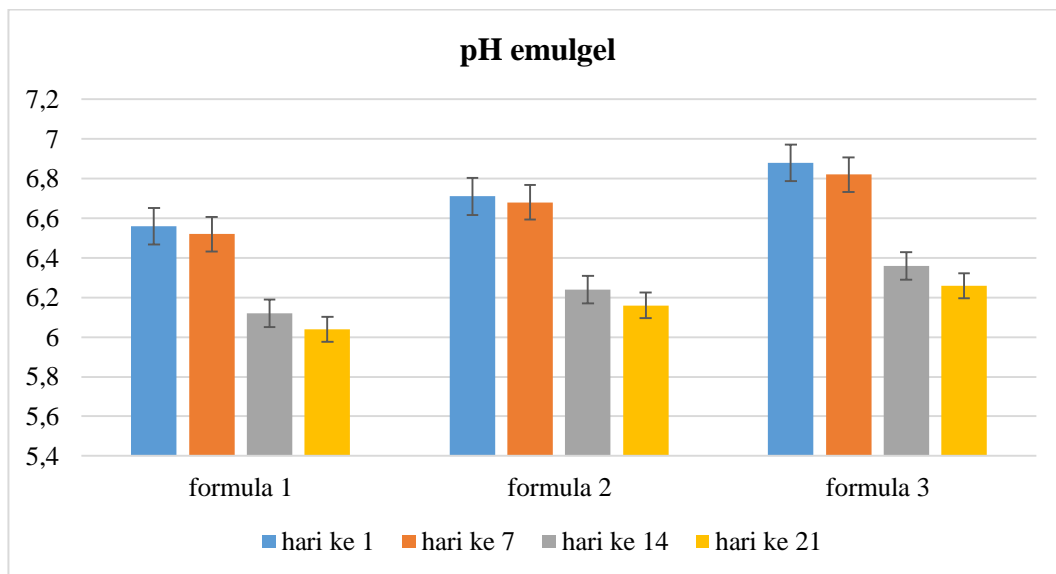
Waktu Pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Hari ke 1	6,56 ±0,02	6,71±0,02	6,88±0,03
Hari ke 7	6,52±0,02	6,68±0,01	6,82±0,02
Hari ke 14	6,12±0,02	6,24±0,02	6,36 ±0,02
Hari ke 21	6,04±0,02	6,16±0,02	6,26±0,01

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%

Hasil pengujian pH pada sediaan emulgel ekstrak daun bandotan pada tabel 15, menunjukkan bahwa pada penambahan konsentrasi Na- CMC akan meningkatkan pH dari sediaan . Na- CMC adalah gum hidrokoloid yang banyak mengandung gugus karboksil yang mudah terionisasi oleh air menjadi basa lemah dan Na- CMC merupakan garam yang mudah terhidrolisis, sehingga akan meningkatkan nilai pH pada bahan. Na-CMC dengan konsentrasi yang semakin tinggi pada sediaan emulgel, maka semakin banyak gugus-gugus karboksil yang terionisasi dan Na-CMC akan mudah terhidrolisis, sehingga nilai pH pada sediaan emulgel akan semakin meningkat (Ganz 1997).

Pada pengujian pH hari ke-1, ke-7, ke-14 dan ke-21, pH dari sediaan emulgel baik formula 1 , formula 2, formula 3 mengalami penurunan pH. Nilai pH yang turun kemungkinan diakibatkan oleh terjadinya penurunan gugus karboksil, karena kerusakan basis gel selama penyimpanan. Penurunan nilai pH juga disebabkan oleh karena reaksi spontan antara gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara dengan air (H<sub>2</sub>O) dari emulgel, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O membentuk H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Asam karbonat), sehingga dapat menurunkan nilai pH (Manoi 2006). Penurunan nilai pH pada setiap formula emulgel tidak signifikan dan masih berada dalam batas pH untuk sediaan topikal, sehingga dapat dikatakan pH sediaan emulgel masih relatif stabil pada penyimpanan, dapat dilihat pada gambar 11.



**Gambar 11. Diagram hasil pH emulgel ekstrak daun bandotan**

Berdasarkan data dan gambar 11 pH sediaan emulgel ekstrak daun bandotan memiliki rentang nilai pH 6,04-6,88. Nilai pH sangat penting untuk mengetahui tingkat keasaman suatu sediaan, agar tidak mengiritasi kulit. Nilai pH normal kulit yaitu sekitar 4,5-7,5. Jika suatu sediaan memiliki pH yang terlalu (basa) maka dapat menyebabkan kulit menjadi bersisik, sedangkan jika pH suatu sediaan terlalu rendah (asam) maka dapat mengiritasi kulit (Yumas 2016). Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH emulgel masih berada di kisaran pH normal kulit, sehingga masih bisa diterima dan tidak menimbulkan adanya efek iritasi.

Data pengujian terhadap pH emulgel dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig 0,369 >0,05, maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way ANOVA*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1, ke-7, ke-14 dan ke-21) dan formula terhadap nilai pH sediaan emulgel, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji 0,00 < 0,05 hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula terhadap nilai pH. Uji *Pos Hoc*, yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai pH yang bermakna antara formula emulgel. Hasil statistik dapat dilihat pada lampiran 21.

**7.4 Uji viskositas.** Uji viskositas bertujuan untuk mengetahui kekentalan dari sediaan emulgel ekstrak daun bandotan dengan variasi konsentrasi Na-CMC

(*gelling agent*) yang digunakan. Viskositas adalah tahanan cairan untuk mengalir semakin besar tahanan maka semakin besar pula nilai viskositas dari cairan tersebut (Martin 2008), maka dari itu viskositas sangat berpengaruh terhadap efektivitas terapi, kenyamanan, dan kemudahan pada saat penggunaan sediaan emulgel, sehingga nilai viskositas tidak boleh terlalu rendah (*encer*) dan tidak boleh terlalu tinggi (*sangat kental*). Nilai viskositas berbanding lurus dengan daya lekat dan berbanding terbalik dengan daya sebar, semakin tinggi viskositas maka semakin tinggi pula nilai daya lekat, begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai viskositas maka makin rendah nilai daya lekat tetapi nilai daya sebar akan semakin tinggi, sehingga nilai dari viskositas sangat penting dalam sediaan karena akan berpengaruh pada efektivitas penghantaran zat aktif ke kulit. Hasil pengujian viskositas dapat dilihat pada tabel 16 dan lampiran 11.

**Tabel 16. Hasil pengujian viskositas emulgel ekstrak daun bandotan**

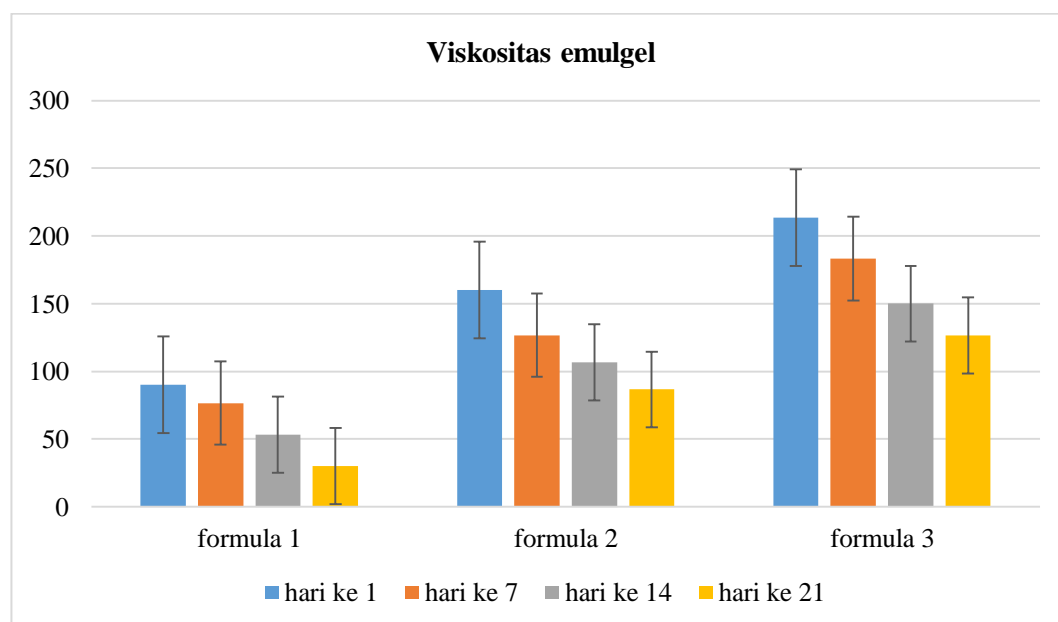
Waktu pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Hari ke 1	90±0	160±0	213,33±5,77
Hari ke 7	76,67±5,77	126,67±5,77	183,33±5,77
Hari ke 14	53,33±5,77	106,67±5,77	150±10
Hari ke 21	30±0	86,67±5,77	126,67±5,77

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%

Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%

Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.



**Gambar 12. Diagram hasil viskositas emulgel ekstrak daun bandotan**

Berdasarkan data dan gambar 12 menunjukkan bahwa konsentrasi 3 memiliki viskositas yang paling tinggi dibandingkan dengan formula 2 dan 1, dan formula 2 memiliki viskositas yang lebih tinggi dibanding formula 1, formula 1 memiliki nilai viskositas yang paling rendah, jadi semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka semakin tinggi pula nilai viskositas yang dihasilkan. Peningkatan viskositas disebabkan Na-CMC ketika bercampur dengan air, Na-CMC menjadi tidak stabil pada pH netral sehingga Na-CMC akan melepaskan ion  $\text{Na}^+$ , kemudian ion hidrogen masuk dan akan menggantikan  $\text{Na}^+$  dan akan berubah menjadi HCMC. Ikatan hidrogen yang terbentuk akan membuat terbentuknya ikatan *cross-linked*. *Cross linked* (tautan silang) adalah ketika sejumlah rantai polimer linier saling berhubungan di beberapa titik pada rantai struktur lain, mereka akhirnya menjadi makromolekul tunggal, tautan silang terjadi menggunakan interaksi ikatan kovalen, ikatan hidrogen, interaksi hidrofob, ikatan ion, dan ikatan koordinasi (Oyama 2014). Semakin banyak ikatan *cross-linked* yang terbentuk maka viskositas sediaan akan semakin meningkat. Meningkatnya ikatan *cross-linked* maka semakin banyak ion hidrogen yang akan menggantikan  $\text{Na}^+$  sehingga ikatan *cross-linked* semakin banyak dan viskositas meningkat (Bochek 2002).

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada emulgel bahwa cenderung terjadi penurunan viskositas pada hari ke-1, ke-7, ke-14, ke-21. Penurunan nilai viskositas seiring dengan waktu penyimpanan. Terjadinya penurunan viskositas terjadi karena kondisi lingkungan seperti udara, dimana molekul oksigen dari udara dapat menyebabkan kerusakan pada sistem dispersi koloid Na-CMC yang mengakibatkan putusnya gugus karboksil sehingga viskositas turun (pahmihadi 2011). Penurunan viskositas juga disebabkan oleh peristiwa sineresis, yaitu proses kontraksi didalam massa gel dan cairan yang terjat akan keluar dari massa gel. Mekanisme kontraksi berhubungan dengan adanya tekanan elastis pada gel selama masa penyimpanan, sehingga ketegaran gel berubah dan akan mengakibatkan jarak antar matriks berubah dan air akan keluar dari massa gel (Zats & Kushla 1996).

Data pengujian terhadap viskositas emulgel dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig  $0,760 > 0,05$ , maka data

terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1, ke-7, ke-14 dan ke-21) dan formula terhadap nilai viskositas sediaan emulgel, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji  $0,013 < 0,05$  hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula terhadap nilai pH. Uji *Pos Hoc*, yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai viskositas yang bermakna pada tiap formula emulgel. Hasil statistik dapat dilihat pada lampiran 23.

**7.5 Uji daya lekat.** Uji daya lekat bertujuan untuk mengetahui kemampuan sediaan emulgel untuk melekat pada permukaan kulit ketika diaplikasikan. Hasil pengujian daya lekat sediaan emulgel dapat dilihat pada tabel 17.

**Tabel 17. Hasil pengujian daya lekat emulgel ekstrak daun bandotan**

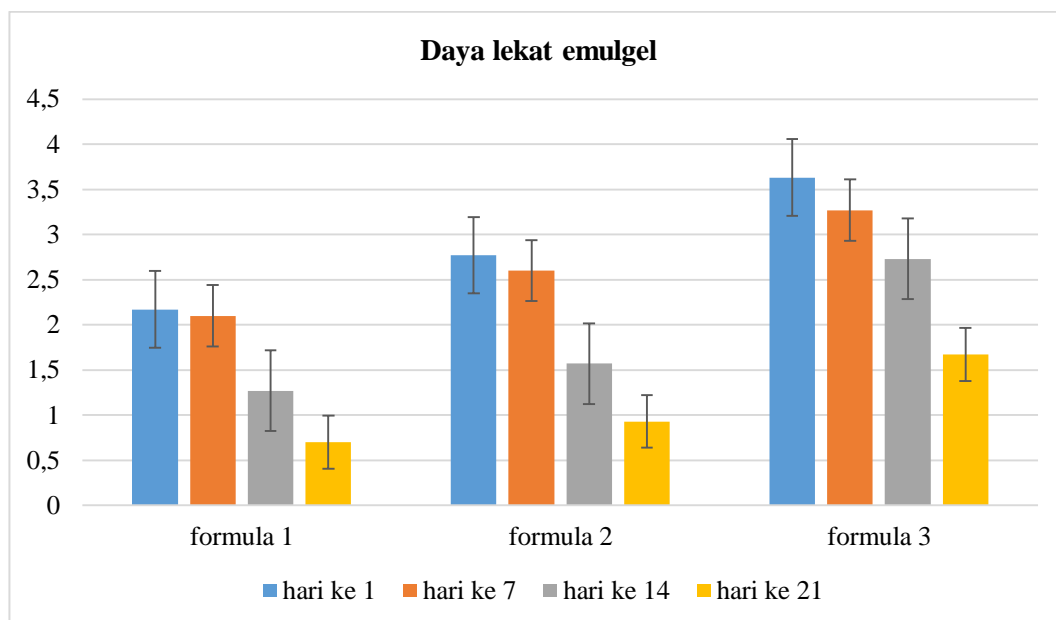
Waktu pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Hari ke 1	2,17±0,12	2,77±0,11	3,63±0,15
Hari ke 7	2,1±0,1	2,6±0,1	3,27±0,15
Hari ke 14	1,27±2,1	1,57±0,21	2,73±0,11
Hari ke 21	0,7±0,1	0,93±0,15	1,67±0,21

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%

Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%

Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.



**Gambar 13. Diagram hasil daya lekat emulgel ekstrak daun bandotan**

Emulgel yang baik adalah emulgel yang dapat menjamin waktu kontak efektif dengan kulit sehingga tujuannya penggunaan tercapai. Semakin lama waktu daya lekat maka semakin lama pula sediaan melekat pada kulit. Daya lekat gel yang baik adalah yang dapat melapisi kulit secara menyeluruh, tidak menyumbat pori, dan tidak mengganggu fungsi fisiologi kulit (Voigt 1994).

Berdasarkan hasil dan gambar 13 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC, maka semakin besar nilai daya lekat. Daya lekat sangat dipengaruhi oleh kekentalan atau viskositas suatu sediaan. Viskositas berbanding lurus dengan daya lekat semakin besar nilai viskositas maka makin besar pula nilai daya lekat. Pada pengujian hari ke-1, ke-7, ke-14 dan hari ke-21 menunjukkan terjadinya penurunan nilai daya lekat, hal ini dikarenakan terjadinya penurunan viskositas pada masing-masing formula selama penyimpanan. Persyaratan untuk daya lekat semipadat tidak pernah ditentukan, namun sebaiknya daya lekat sediaan lebih dari 1 detik (Zat & Kushla 1996). Berdasarkan data pada tabel 17 ketiga formula memenuhi syarat yang ditentukan akan tetapi pada formula 1 nilai daya lekat pada pengamatan hari ke 21 jauh dari syarat yang ditentukan.

Data pengujian terhadap daya lekat emulgel dianalisis menggunakan SPSS, pada uji Kolmogorof- Smirnov menyatakan bahwa nilai sig  $0,915 > 0,05$ , maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1, ke-7, ke-14 dan ke-21) dan formula terhadap nilai daya lekat sediaan emulgel, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji  $0,02 < 0,05$  hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula daya lekat. Uji *Pos Hoc*, yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai daya lekat yang bermakna pada tiap formula emulgel. Uji statistik dapat dilihat pada lampiran 25.

**7.6 Daya sebar.** Uji daya sebar bertujuan untuk melihat kemampuan sediaan menyebar pada kulit. Suatu sediaan topikal sebaiknya memiliki memiliki daya sebar yang baik agar menjamin pemberian obat yang efektif. Daya sebar sangat berpengaruh terhadap kecepatan difusi zat aktif dalam melewati membran kulit. Semakin luas membran tempat sediaan menyebar maka koefisien difusi

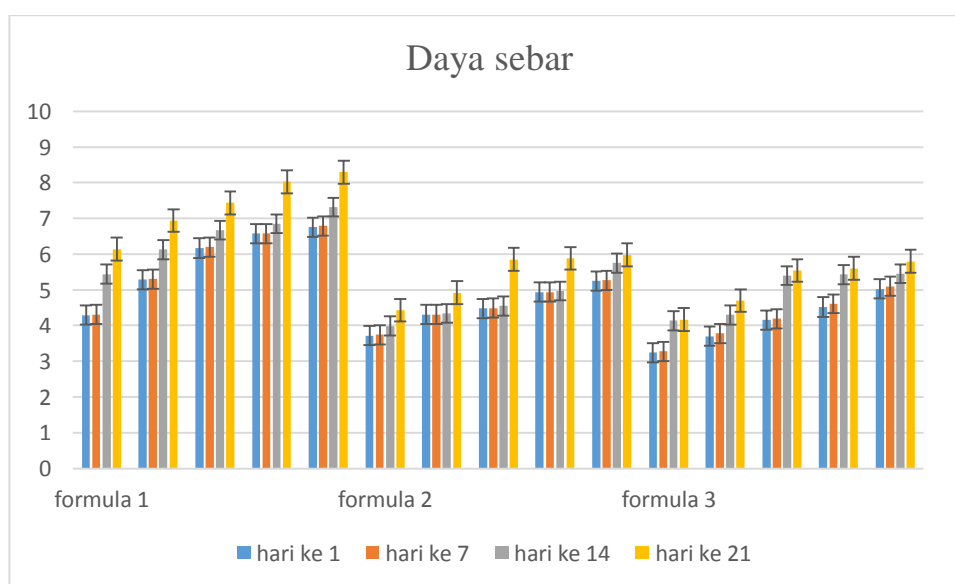
makin besar yang mengakibatkan difusi obat juga meningkat, sehingga daya sebar yang semakin besar pada suatu sediaan maka semakin baik (Hasyim 2012). Hasil uji daya sebar dapat dilihat pada tabel 18.

**Tabel 18. Hasil pengujian daya sebar emulgel ekstrak daun bandotan**

Waktu pemeriksaan	Beban	Formula 1	Formula 2	Formula 3
<b>Hari ke 1</b>	49,31	4,29±0,04	3,72±0,10	3,24± 0,11
	99,31	5,29±0,19	4,31±0,35	3,7±0,13
	149,31	6,17±0,15	4,49±0,46	4,16±0,10
	189,31	6,58±0,11	4,94±0,40	4,52±0,12
	249,31	6,76±0,07	5,25±0,52	5,03±0,22
<b>Hari ke 7</b>	49,31	4,31±0,13	3,74±0,09	3,28±0,11
	99,31	5,3±0,16	4,31±0,32	3,78±0,05
	149,31	6,2±0,13	4,49±0,33	4,19±0,10
	189,31	6,58±0,08	4,94±0,40	4,61±0,14
	249,31	6,79±0,08	5,27±0,49	5,10±0,18
<b>Hari ke 14</b>	49,31	5,44±0,26	3,99±0,18	4,14±0,17
	99,31	6,13±0,57	4,34±0,29	4,3±0,13
	149,31	6,67±0,88	4,55±0,38	5,40±0,17
	189,31	6,85±0,88	4,97±0,73	5,43±0,19
	249,31	7,32±0,79	5,75±0,14	5,45±0,46
<b>Hari ke 21</b>	49,31	6,14±0,80	4,43±0,36	4,17±0,32
	99,31	6,94±1,05	4,92±0,07	4,70±0,42
	149,31	7,44±1,18	5,85±0,11	5,54±0,12
	189,31	8,03±1,21	5,88±0,09	5,60±0,06
	249,31	8,3±1,26	5,98±0,17	5,80±0,16

**Keterangan**

- Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.



**Gambar 14. Diagram hasil daya sebar emulgel ekstrak daun bandotan**



Berdasarkan data dan gambar 14 bahwa pada formula 1, Formula 2 dan formula 3 mengalami penurunan daya sebar, hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi Na- CMC maka banyak matriks gel yang terbentuk dan berdampak pada kemampuan gel untuk menyebar (Hendriana 2016). Kenaikan nilai daya sebar juga disebabkan oleh viskositas sediaan, dimana nilai viskositas berbanding terbalik dengan nilai daya sebar, semakin besar nilai viskositas maka nilai daya sebar semakin kecil, begitu juga sebaliknya semakin kecil nilai viskositas, maka nilai daya sebar semakin besar. Pada pengamatan pada hari ke-1, ke-7, ke-14 dan ke- 21 mengalami peningkatan daya sebar, hal ini disebabkan karena penurunan nilai viskositas selama masa penyimpanan. Menurut Garg (2002) nilai daya sebar sediaan semipadat yang baik untuk penggunaan topikal dengan diameter 3 cm -5 cm. Berdasarkan data pada tabel 17 untuk formula II dan formula III memenuhi syarat tersebut, tetapi pada formula I diameter daya sebar yang melebihi dari syarat yang ditentukan.

Data pengujian terhadap daya sebar emulgel dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig 0,079 >0,05, maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1, ke-7, ke-14 dan ke - 21), formula dan beban terhadap nilai daya sebar sediaan emulgel, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji 0,021 < 0,05 hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula daya sebar . Uji *Pos Hoc* , yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai daya sebar yang bermakna pada tiap formula emulgel. Uji statistik dapat dilihat pada lampiran 27.

## **8. Hasil pengujian stabilitas emulgel**

Pengujian stabilitas sediaan gel menggunakan metode *freeze thaw* dilakukan dengan menyimpan sediaan pada suhu 4°C selama 48 jam kemudian dipindahkan ke suhu 40°C selama 48 jam (1 siklus), kemudian dilanjutkan sampai lima siklus (20 hari). Pengujian stabilitas ini bertujuan untuk mengetahui stabil tidaknya sediaan emulgel yang dibuat berdasarkan penyimpanan pada suhu yang

berbeda. Parameter yang digunakan yang digunakan dalam penentuan stabilitas emulgel yaitu organoleptis, pH, viskositas, daya lekat dan daya sebar emulgel.

**8.1. Hasil uji organoleptis.** Uji organoleptis dilakukan secara pengamatan secara visual dengan melihat ada tidaknya perubahan yang terjadi pada sediaan emulgel ekstrak daun bandotan, setelah diuji stabilitas dengan metode *freeze thaw*. Hasil uji organoleptis stabilitas sediaan emulgel dengan metode *freeze thaw* dapat dilihat pada tabel 19.

**Tabel 19. Hasil uji organoleptis stabilitas sediaan emulgel ekstrak daun bandotan dengan metode *freeze thaw***

Siklus	Formula I	Formula II	Formula III
1	Stabil	Stabil	Stabil
2	Stabil	Stabil	Stabil
3	memisah	Stabil	Stabil
4	memisah	Stabil	Stabil
5	memisah	Stabil	Stabil

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%

Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%

Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual pada uji stabilitas menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu yang berbeda yaitu pada suhu 4°C dan suhu 40°C selama lima siklus, pada formula II dan formula III stabil, dikatakan stabil karena tidak terdapat pemisahan fase antara emulsi dengan basis gel Na-CMC. Sedangkan pada formula I emulgel mengalami pemisahan pada siklus 3, menjadi 2 fase yaitu emulsi pada bagian atas dan basis pada bagian bawah. Pemisahan fase tersebut bersifat *reversibel*, ketika sediaan dikocok akan kembali menyatu kembali menjadi sediaan emulgel. Pemisahan fase disebabkan oleh *stress* suhu yang menyebabkan droplet-droplet pada emulsi menjadi berdekatan dan tidak ada pembatas antar droplet tersebut, sehingga droplet menjadi bergabung menjadi satu membentuk suatu lapisan, dalam hal ini biasanya emulsi dikatakan *breaking* atau pecah. Emulsi yang pecah memisah dengan basis gel dari Na-CMC (Calderon *et al.* 2007).

**8.2. Hasil uji pH.** Indikator lain yang diamati dalam uji stabilitas adalah pH dari sediaan emulgel. Pada perlakuan sebelum dan sesudah proses uji stabilitas dengan metode *freeze thaw*. Berdasarkan pengujian terjadi penurunan pH pada

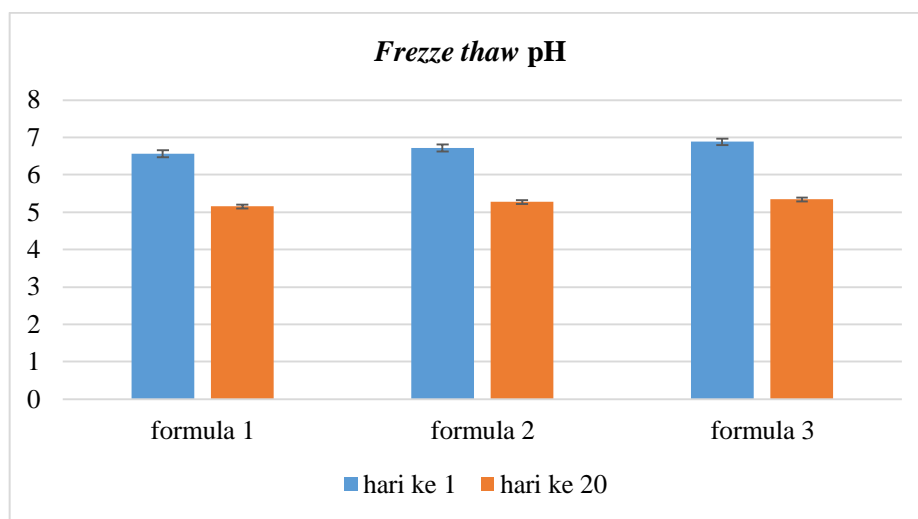
semua formula. Hasil pengujian pH sebelum dan setelah uji kestabilan dengan metode *freeze thaw* dapat dilihat pada tabel 20.

**Tabel 20. Hasil uji pH sediaan emulgel ekstrak daun bandotan dengan metode *freeze thaw***

Waktu pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Hari ke 1	6,56±0,02	6,71±0,015	6,88±0,03
Hari ke 20	5,15±0,1	5,27±0,02	5,34±0,03

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan dengan Na CMC 4%.



**Gambar 15. Diagram hasil *freeze thaw* pH emulgel ekstrak daun bandotan**

Berdasarkan data dan gambar grafik 15 terlihat bahwa ketiga formula mengalami penurunan pH. Penurunan pH disebabkan karena adanya *stress* suhu yang mengakibatkan reaksi hidrolisis Na- CMC semakin cepat dan dapat menurunkan pH pada sediaan emulgel. Penurunan pH terjadi disebabkan karena udara yang mengandung gas CO<sub>2</sub> yang terperangkap dalam wadah emulgel sehingga berinteraksi dengan air pada sediaan emulgel membentuk suatu asam yang berakibat pada menurunnya pH sediaan.

Data pengujian terhadap pH emulgel *freeze thaw* dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig 0,084>0,05, maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1 dan hari ke-20) dan formula terhadap pH sediaan, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula

dan waktu uji  $0,000 < 0,05$  hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula terhadap pH. Uji *Pos Hoc*, yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai pH yang bermakna pada tiap formula emulgel. Uji statistik dapat dilihat pada lampiran 28.

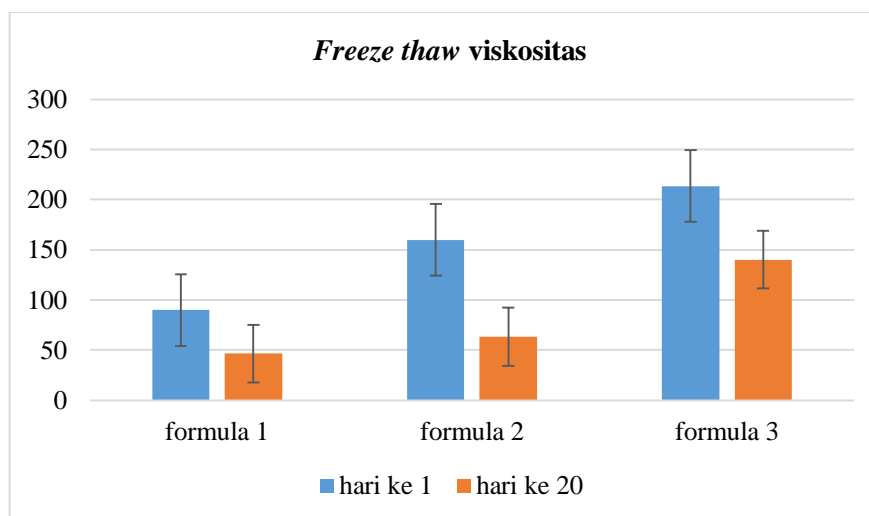
**8.3. Hasil uji viskositas.** Hasil uji viskositas menunjukkan bahwa terjadi penurunan viskositas diketiga formula setelah perlakuan uji stabilitas menggunakan *freeze thaw*. Hasil pengujian viskositas emulgel sebelum dan sesudah uji stabilitas dengan metode *freeze thaw* dapat dilihat pada tabel 20.

**Tabel 21. Hasil uji viskositas sediaan emulgel ekstrak daun bandotan dengan metode *freeze thaw*.**

Waktu pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Hari ke 1	90±0	160±0	213,33±5,77
Hari ke 20	46,67±5,77	63,33±5,77	140±10

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.



**Gambar 16. Diagram hasil *freeze thaw* viskositas emulgel ekstrak daun bandotan**

Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa terjadi penurunan viskositas dari ketiga formula emulgel. Perubahan viskositas pada formula dipengaruhi oleh *stress* suhu dimana ketika suhu dinaikkan viskositas akan turun, dan ketika suhu diturunkan maka viskositas akan naik atau kembali ke keadaan semula, perlakuan *stress* suhu yang terus menerus dan cukup lama akan mengakibatkan kerusakan pada matriks emulgel sehingga akan menurunkan viskositas dari sediaan emulgel.

Data pengujian terhadap viskositas emulgel *freeze thaw* dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig  $0,621 > 0,05$ , maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1 dan hari ke -20) dan formula terhadap viskositas sediaan, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji  $0,000 < 0,05$  hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula terhadap viskositas. Uji *Pos Hoc* ,yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai viskositas yang bermakna pada tiap formula emulgel. Uji statistik dapat dilihat pada lampiran 28.

**8.4. Hasil daya lekat.** Hasil uji daya lekat menunjukkan bahwa sediaan mengalami penurunan nilai daya lekat diketiga formula setelah perlakuan uji stabilitas menggunakan *freeze thaw*. Hasil pengujian daya lekat emulgel sebelum dan sesudah uji stabilitas dengan metode *freeze thaw* dapat dilihat pada tabel 21.

**Tabel 22. Hasil uji daya lekat sediaan emulgel ekstrak daun bandotan dengan metode *freeze thaw*.**

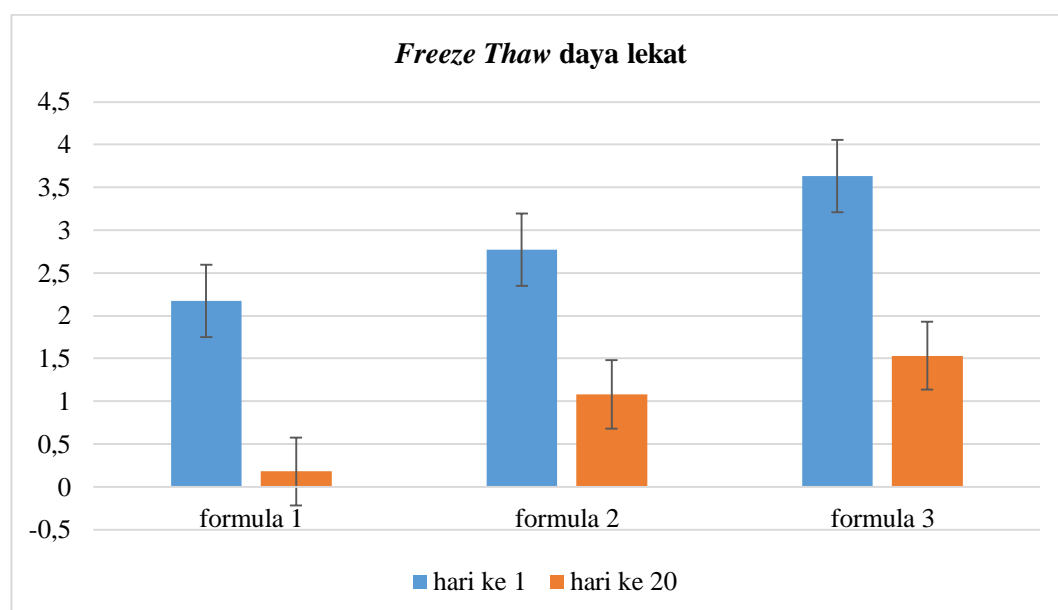
Waktu pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Hari ke 1	2,17±0,12	2,77±0,11	3,63±0,15
Hari ke 20	0,18±0,02	1,08±0,34	1,53±0,15

**Keterangan**

Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%

Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%

Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.



**Gambar 17. Diagram hasil *freeze thaw* daya lekat emulgel ekstrak daun bandotan**

Berdasarkan data dan gambar grafik 17 menunjukkan bahwa daya lekat emulgel mengalami penurunan. Penurunan nilai daya lekat dari sediaan emulgel disebabkan karena viskositas dari sediaan yang turun selama pengujian stabilitas *freeze thaw*, nilai viskositas berbanding lurus dengan nilai daya lekat, dimana jika nilai viskositas suatu sediaan besar maka nilai daya lekat juga semakin besar, begitu juga sebaliknya. Pada formula I memiliki daya lekat yang paling rendah dibandingkan dari formula II dan III, hal ini mungkin disebabkan karena viskositas sediaan yang berubah menjadi encer dan pada formula I mengalami pemisahan fase.

Data pengujian terhadap daya lekat emulgel *freeze thaw* dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig  $0,796 > 0,05$ , maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1 dan hari ke-20) dan formula terhadap daya lekat sediaan, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji  $0,000 < 0,05$  hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula terhadap daya lekat. Uji *Pos Hoc*, yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai daya lekat yang bermakna pada tiap formula emulgel. Uji statistik dapat dilihat pada lampiran 28.

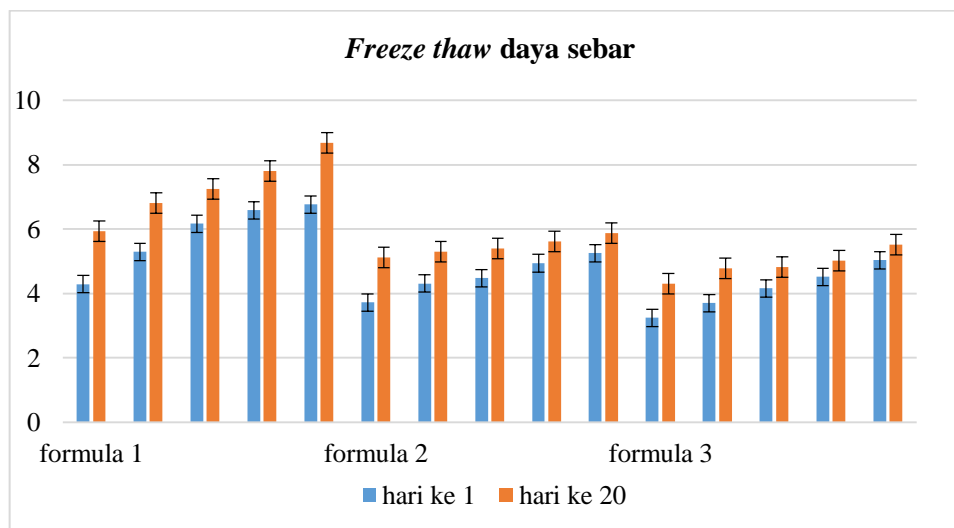
**8.5. Hasil daya sebar.** Hasil uji daya sebar menunjukkan bahwa sediaan mengalami peningkatan nilai daya sebar diketiga formula setelah perlakuan uji stabilitas menggunakan *freeze thaw*. Hasil pengujian daya sebar emulgel sebelum dan sesudah uji stabilitas dengan metode *freeze thaw* dapat dilihat pada tabel 22.

**Tabel 23. Hasil uji daya sebar sediaan emulgel ekstrak daun bandotan dengan metode *freeze thaw*.**

Waktu pemeriksaan	Beban	Formula 1	Formula 2	Formula 3
<b>Hari ke 1</b>	49,31	4,29±0,04	3,72±0,10	3,24± 0,11
	99,31	5,29±0,19	4,31±0,35	3,7±0,13
	149,31	6,17±0,15	4,48±0,47	4,16±0,10
	189,31	6,58±0,11	4,94±0,40	4,52±0,12
	249,31	6,76±0,07	5,25±0,52	5,03±0,22
<b>Hari ke 20</b>	49,31	5,93±0,04	5,11±0,58	4,31±0,03
	99,31	6,81±1,13	5,3±0,62	4,78±0,04
	149,31	7,25±0,06	5,4±0,52	4,82±0,05
	189,31	7,81±0,04	5,62±0,03	5,01±0,18
	249,31	8,67±0,05	5,88±0,02	5,52±0,25

**Keterangan**

- Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.



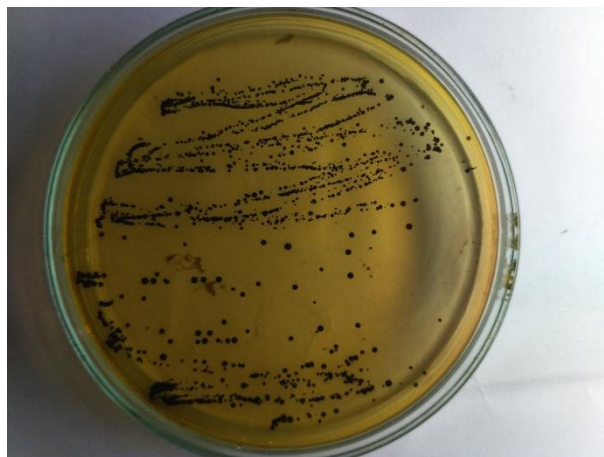
**Gambar 18.** Diagram hasil *freeze thaw* daya sebar emulgel ekstrak daun bandotan

Berdasarkan data dan gambar grafik 18 menunjukkan bahwa ketiga formula nilai daya sebar mengalami peningkatan. Peningkatan nilai daya sebar dari sediaan emulgel disebabkan karena viskositas dari sediaan yang turun selama pengujian stabilitas *freeze thaw*, nilai viskositas berbanding terbalik dengan nilai daya sebar, dimana jika nilai viskositas suatu sediaan besar maka nilai daya sebar kecil, begitu juga sebaliknya jika nilai viskositas suatu sediaan kecil maka nilai daya sebar besar.

Data pengujian terhadap daya sebar emulgel *freeze thaw* dianalisis menggunakan SPSS, pada uji *Kolmogorof- Smirnov* menyatakan bahwa nilai sig  $0,541 > 0,05$ , maka data terdistribusi normal dan dapat dilanjutkan pada uji analisis *Two Way Anova*, untuk melihat pengaruh waktu pengujian (hari ke-1 dan hari ke -20) dan formula terhadap daya sebar sediaan, hasil menunjukkan bahwa nilai sig untuk formula dan waktu uji  $0,001 < 0,05$  hal ini berarti terdapat hubungan atau pengaruh antara waktu uji dan formula terhadap daya sebar. Uji *Pos Hoc*, yaitu *Tukey* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai dayasebar yang bermakna pada tiap formula emulgel. Uji statistik dapat dilihat pada lampiran 28.

### 9. Identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 berdasarkan koloni

Identifikasi koloni bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 yaitu dengan menginokulasikan biakan *Staphylococcus aureus* pada media *Vogel Johnson Agar* (VJA) dan ditambahkan dengan kalium telurit 1% 0,2 mL untuk 10 mL media VJA dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil menunjukkan koloni berwarna hitam dengan sekeliling koloni berwarna kuning dan berbentuk bulat cembung. Warna hitam dari koloni karena *Staphylococcus aureus* mereduksi kalium telurit. *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan untuk memfermentasi manitol, sehingga indikator merah *phenol red* dari media akan berubah menjadi kuning (asam) (Dewi 2013). Hasil koloni dapat dilihat pada gambar 19.



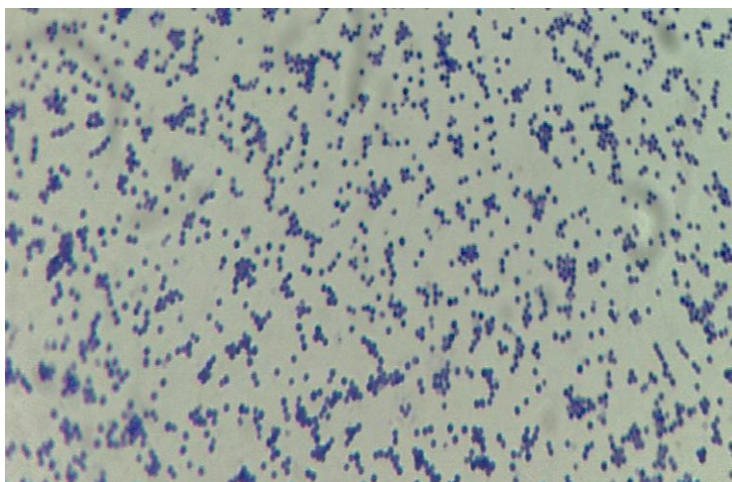
Gambar 19. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dalam medium VJA

### 10. Identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram bertujuan untuk mengamati morfologi sel *Staphylococcus aureus*, menentukan sifat Gram bakteri, termasuk golongan bakteri Gram positif atau negatif dan mengetahui kemurnian bakteri. Perbedaan respon pewarnaan Gram dipengaruhi oleh kandungan pada dinding sel, yaitu pada Gram positif kandungan peptidoglikan akan lebih tebal jika dibanding Gram negatif. Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bakteri berwarna ungu dan bergerombol seperti buah anggur. Warna ungu disebabkan bakteri dapat mempertahankan



warna ungu dari kristal violet, hal tersebut dikarenakan bakteri memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Peptidoglikan akan terhidrasi oleh alkohol menyebabkan pori-pori dinding tertutup dan mencegah kompleks iodine-kristal violet tidak dapat keluar sel dan cat penutup safranin (penutup) tidak bisa masuk ke dalam sel (Madigan *et al.* 2011). Hasil identifikasi pewarnaan Gram dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Pewarnaan Gram *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

#### 11. Hasil identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 secara biokimia

Identifikasi biokimia bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 secara biokimia menggunakan 2 pengujian yaitu uji katalase dan uji koagulase. Uji katalase dengan meneteskan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 3% pada objek yang bersih, kemudian ambil biakan bakteri dengan menggunakan ose steril dan oleskan pada objek glass. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung udara. Bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki enzim katalase, dimana enzim tersebut yang mengkatalisa penguraian hidrogen peroksida menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$ . Hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel karena hidrogen peroksida menginaktifkan enzim dalam sel. Hidrogen peroksida terbentuk sewaktu metabolisme aerob, sehingga mikroorganisme yang tumbuh dalam lingkungan aerob akan menguraikan hidrogen peroksida tersebut (Dewi 2013). Hasil identifikasi uji katalase menunjukkan terdapat gelembung-gelembung udara pada larutan hidrogen peroksida. Hasil uji katalase dapat dilihat pada gambar 21



**Gambar 21. Uji katalase *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

Uji koagulase bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan enzim koagulase, Koagulase merupakan protein ekstraseluler yang dihasilkan oleh *Staphylococcus aureus* yang dapat menggumpalkan plasma. Uji koagulase menggunakan plasma darah kelinci yang diberi asam sitrat, diencerkan dengan perbandingan 1:5 kemudian ditambah dengan satu ose biakan bakteri, sebagai kontrol positif menggunakan plasma darah kelinci yang ditambah media cair steril, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C. Hasil positif jika terdapat gumpalan putih plasma kuat tidak lepas dan tetap melekat pada dinding tabung ketika dimiringkan. Uji koagulase menunjukkan virulensi dari *Staphylococcus aureus*, dimana bakteri dapat melindungi dirinya dari fagositosis dan menghalangi kerja dari sistem imunitas inang. Hasil Uji koagulase menunjukkan terdapat gumpalan putih pada plasma darah kelinci yang kuat dan jika tabung dibalik gumpalan plasma tidak terlepas. Hasil uji koagulase dapat dilihat pada gambar 22.



**Gambar 22. Uji koagulase *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

## 12. Pembuatan suspensi bakteri uji

Biakan murni *staphylococcus aureus* ATCC 25923 diambil satu sampai dua ose kemudian dimasukkan secara aseptis ke dalam tabung reaksi steril yang berisi media BHI steril, kemudian suspensi bakteri disesuaikan dengan kekeruhannya dengan standar *Mc Farland* 0,5 setara dengan jumlah  $1,5 \times 10^8$  cfu/mL. Standar kekeruhan *Mc Farland* 0,5 ini berfungsi untuk memperkirakan kepadatan sel yang akan digunakan pada prosedur pengujian antimikroba (Sutton 2011). Hasil pembuatan suspensi dapat dilihat pada lampiran 13.

## 13. Pembuatan konsentrasi larutan uji

Pelarut yang digunakan adalah DMSO (*Dimethyl sulfoxide*) yang diencerkan menjadi konsentrasi 5%. DMSO 100% diambil sebanyak 5 mL dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan dimasukkan aqua destilata sampai tanda batas. Larutan induk yaitu dengan menimbang 4 gram ekstrak kemudian dilarutkan dalam DMSO 5% sampai 10 mL, kemudian dari larutan induk diencerkan menjadi 10%, 20% dan 30%. Hasil pembuatan konsentrasi larutan uji dapat dilihat pada lampiran 15.

## 14. Hasil pengujian aktivitas antibakteri secara difusi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC

Ekstrak daun bandotan dilakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan metode difusi sumuran. Pengujian menggunakan ekstrak daun bandotan dengan konsentrasi 10%, 20%, 30% dan 40%, dengan kontrol positif larutan antibiotik *Clindamycin*, kontrol negatif DMSO 5% dan dilakukan uji aktivitas pada nipagin, nipasol serta *gelling agent* Na-CMC. Masing-masing konsentrasi, kontrol negatif, kontrol positif, pengawet dan Na-CMC diinjeksikan dengan *micropipet* sebanyak 50  $\mu$ l pada lubang sumuran media MHA yang sudah diolesi suspensi bakteri, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C.

Aktivitas antibakteri ditandai dengan adanya zona bening pada sekitar sumuran yang tidak ditumbuhi bakteri, hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak daun bandotan dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Zona bening yang terbentuk kemudian diukur dengan menggunakan jangka

sorong manual. Hasil diameter hambat ekstrak daun bandotan dapat dilihat pada tabel 24.

**Tabel 24. Diameter hambat ekstrak daun bandotan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

Sampel	Konsentrasi	Diameter hambat (mm)			Rata-rata±SD
		Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	
Ekstrak daun bandotan	10%	18	16,5	15,2	16,57±1,4
	20%	19,7	18,4	16,5	18,2±1,6
	30%	19,2	20,3	18,4	19,3±0,9
	40%	21,75	21,4	19,2	20,78±1,4
K+ (Clindamycin)	150 mg/mL	30,2	27	27,2	28,13±1,8
K- (DMSO )	5%	0	0	0	0±0
Nipagin	1%	0	0	0	0±0
Nipasol	1%	0	0	0	0±0
Na-CMC	1%	0	0	0	0±0

Berdasarkan pengujian aktivitas antibakteri, ekstrak daun bandotan memiliki aktivitas menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, ditandai dengan adanya zona bening pada media. Berdasarkan hasil diameter hambat pada tabel 24 bahwa konsentrasi ekstrak daun bandotan yang semakin besar menghasilkan diameter hambat yang semakin besar, hal ini disebabkan kandungan zat aktif dari ekstrak daun bandotan seperti flavonoid dan alkaloid akan semakin besar konsentrasinya, sehingga lebih kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Mekanisme flavonoid akan mengikat ikatan hidrogen pada DNA sehingga terjadi kesalahan dalam informasi genetik (Cushnie 2005) dan flavonoid dapat merusak permeabilitas dinding sel bakteri (Rustama & Lingga 2005), sedangkan alkaloid menghambat bakteri dengan bekerja sebagai interkelator DNA dan menghambat enzim topoisomerase (Karou *et al.* 2005). Berdasarkan rata-rata hasil diameter hambat pada semua konsentrasi ekstrak daun bandotan lebih kecil dibanding kontrol positif *Clindamycin*, dimana pada kontrol positif *Clindamycin* mempunyai diameter hambat rata-rata sebesar 28,13 mm. Pada penelitian ini konsentrasi ekstrak etanol daun bandotan yang digunakan pada sediaan emulgel adalah sebesar 20%, dengan diameter hambat rata-rata 18,2 mm, dimana menurut Davis & Stout (1971) diameter hambat lebih dari 15 mm termasuk dalam kategori daya

hambat bakteri yang kuat. Ekstrak daun bandotan dengan konsentrasi 20% tidak berpengaruh pada penimbangan bahan untuk membuat emulgel. Konsentrasi 20% tidak terlalu kecil sehingga ketika diaplikasikan ke kulit, pelepasan zat aktif oleh emulgel akan lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 10%. Gambar uji aktivitas antibakteri ekstrak daun bandotan dapat dilihat pada lampiran 14.

### **15. Hasil pengujian aktivitas antibakteri secara *in vivo***

Hewan uji kelinci sejumlah 5 ekor yang sudah diaklimatisasi selama 5 hari, dicukur bulunya pada punggungnya, kemudian bagian punggung kelinci di bagi menjadi 6 bagian, sebagai lokasi penyuntikan suspensi bakteri. Bagian kiri punggung kelinci sebagai uji emulgel ekstrak daun bandotan 20 % dengan konsentrasi Na-CMC 2%, Na-CMC 3%, dan kontrol normal (tanpa perlakuan), bagian kanan punggung sebagai uji emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan konsentrasi konsentrasi Na-CMC 4%, kontrol positif gel *clindamycin*, dan kontrol negatif (emulgel tanpa ekstrak). Jarak lokasi penyuntikan suspensi bakteri  $\pm 5$  cm. Suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 diinjeksikan sebanyak 0,25 mL pada masing-masing lokasi kulit punggung kelinci yang telah dibuat. Lokasi penyuntikan ditutupi dengan *aluminium foil* agar tidak dijilat oleh kelinci dan menghindari kontaminasi bakteri. Pengamatan dilakukan selama 48 jam sampai terbentuknya nanah.

Hasil pengamatan secara makroskopis dengan mengamati gejala klinis yang muncul pada kulit punggung kelinci yang telah terinfeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, kemudian diberi perlakuan yaitu dengan pemberian kontrol positif (gel *Clindamycin*), kontrol negatif (emulgel tanpa ekstrak), emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC 2% ( formula I), emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC 3% (formula II) dan emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC 4% (formula III). Pengamatan yang dilakukan adalah lamanya waktu penyembuhan pada punggung kelinci yang telah terinfeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dilihat dari hilangnya eritema, tidak terbentuknya nanah dan mengerinya luka infeksi pada punggung kelinci. Hasil pengamatan kesembuhan kulit punggung kelinci dapat dilihat pada tabel 25 dan lampiran 18.

Tabel 25. Pengamatan kesembuhan kulit punggung kelinci

Formula	Kelinci	Pengamatan kulit punggung kelinci setelah pemberian emulgel (hari)									
		3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
FI	I	nk	nk	nk	nk	k	k	k	s	s	s
	II	nk	nk	k	k	k	k	s	s	s	s
	III	n	nk	nk	k	k	k	s	s	s	s
	IV	nk	nk	k	k	k	s	s	s	s	s
	V	nk	nk	nk	k	k	k	k	k	s	s
FII	I	nk	k	k	k	s	s	s	s	s	s
	II	k	k	k	s	s	s	s	s	s	s
	III	k	k	k	k	s	s	s	s	s	s
	IV	nk	k	k	s	s	s	s	s	s	s
	V	nk	k	k	s	s	s	s	s	s	s
FIII	I	nk	k	k	k	s	s	s	s	s	s
	II	k	k	k	k	s	s	s	s	s	s
	III	nk	nk	k	k	k	s	s	s	s	s
	IV	k	k	k	k	s	s	s	s	s	s
	V	nk	k	k	k	s	s	s	s	s	s
K(+)	I	k	k	s	s	s	s	s	s	s	s
	II	nk	k	s	s	s	s	s	s	s	s
	III	k	k	s	s	s	s	s	s	s	s
	IV	nk	k	s	s	s	s	s	s	s	s
	V	k	k	s	s	s	s	s	s	s	s
K(-)	I	n	nk	nk	nk	nk	k	k	k	s	s
	II	n	n	nk	nk	nk	k	k	k	s	s
	III	n	n	nk	nk	nk	k	k	k	s	s
	IV	n	nk	nk	nk	k	k	k	k	k	s
	V	n	nk	nk	nk	k	k	k	k	k	s
KN	I	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	II	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	III	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	IV	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	V	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s

**Keterangan :**

n : nanah

nk : nanah kering

k : kering

k(+): Gel *Clindamycin*

k(-): emulgel tanpa ekstrak

FI : emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na-CMC 2%

FII : emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na-CMC 3%

FIII : emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na-CMC 4%

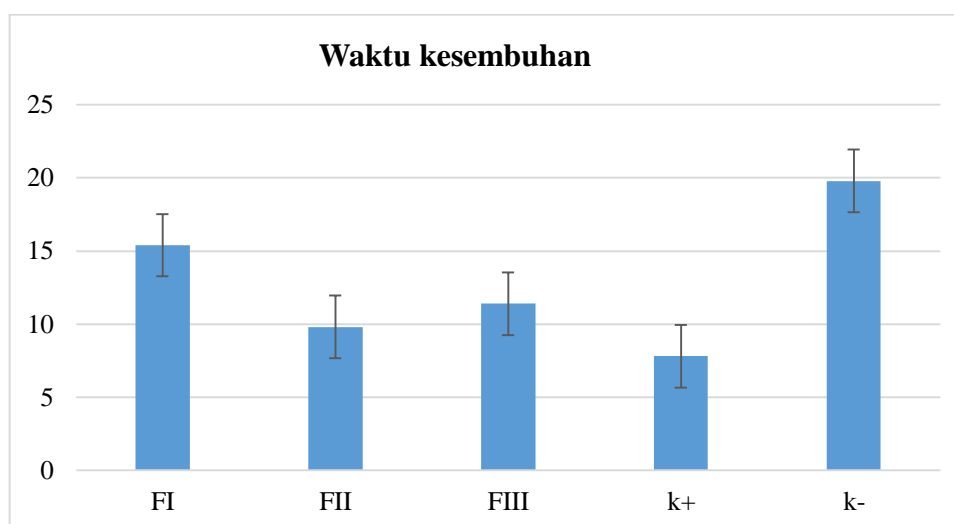
KN : kontrol normal

**Tabel 26. Waktu penyembuhan infeksi bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 pada kulit punggung kelinci**

Kelinci	Waktu penyembuhan infeksi pada punggung kelinci (hari)				
	Formula I	Formula II	Formula III	Kontrol (+)	Kontrol (-)
I	17	11	11	7	19
II	15	9	11	9	19
III	15	11	13	7	19
IV	13	9	11	9	21
V	17	9	11	7	21
<b>Rata-rata ±SD</b>	15,4±1,67	9,8±1,09	11,4±0,89	7,8±1,09	19,8±1,09

**Keterangan**

- Formula I : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 2%  
 Formula II : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 3%  
 Formula III : Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na CMC 4%.  
 Kontrol (+) : Gel *Clindamycin*  
 Kontrol (-) : Emulgel tanpa ekstrak



**Gambar 19. Diagram waktu kesembuhan kelinci**

Berdasarkan data pada tabel 23 dan 24 menunjukkan hasil pengamatan secara makroskopis dengan berkurangnya gejala klinis dan mengamati waktu penyembuhan infeksi bakteri *Staphylococcus aureus* pada kulit punggung kelinci dengan tiga konsentrasi emulgel daun bandotan, kontrol positif dan kontrol negatif. Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na-CMC 2% (formula I) dapat menyembuhkan 13-17 hari. Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC yang ditingkatkan yaitu 3% (formula II) aktivitas penyembuhan semakin cepat yaitu membutuhkan waktu penyembuhan 9-11 hari. Emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan Na-CMC yang ditingkatkan lagi sebesar 4% (formula III) daya kesembuhan menurun 11-13 hari. Kontrol positif gel dipasaran yang mengandung *Clindamycin phospat* 1% memiliki daya

kesembuhan 7-9 hari dan kontrol negatif basis emulgel yang tidak mengandung ekstrak memiliki daya kesembuhan 19-21 hari. Pada formula II emulgel ekstrak daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC 3% memiliki daya kesembuhan yang hampir mendekati dengan kontrol positif gel *clindamycin* 1%

Penyembuhan luka infeksi pada punggung kelinci disebabkan oleh 2 faktor yaitu aktivitas antibakteri dari kandungan senyawa dalam ekstrak dan sifat fisik dari formula I, formula II dan formula III. Konsentrasi ekstrak yang digunakan pada masing-masing formula (formula I,II dan III) sama yaitu 20%, didalam ekstrak daun bandotan mengandung berbagai senyawa kimia yang berperan dalam aktivitas antibakteri seperti flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin. Flavonoid memiliki aktivitas antibakteri ,dimana flavonoid memiliki 3 cincin aromatis yaitu A, B,dan C, cincin B akan masuk kedalam ikatan hidrogen pada asam nukleat, dimana asam nukleat merupakan senyawa yang mengandung informasi-infomasi genetik berupa DNA dan RNA. Pada DNA terdiri gula, fosfat dan basa nitrogen seperti adenin,guanin,sitosin dan urasil, dimana setiap basa nitrogen dihubungkan oleh ikatan hidrogen, jika ikatan hidrogen dihambat maka pasangan basa nitrogen tidak bisa berpasangan dan menyebabkan terjadinya kesalahan pada pengkodean informasi genetik (Cushnie 2005) dan merusak permeabilitas dari dinding sel bakteri (Rustama & lingga 2005) .Senyawa alkaloid memiliki aktivitas antibakteri sebagai interkelator DNA dan menghambat enzim topoisomerase bakteri (Karou *et al.* 2005). Saponin berperan dalam menstimulasi pembentukan kolagen yang berperan dalam proses penutupan luka infeksi dan meningkatkan proses pembentukan jaringan epitel baru (epitelisasi) (Miladiyah & Prabowo 2012), sedangkan tanin berperan sebagai agen *astringensia* yaitu memperkecil pori-pori, sehingga mempercepat penyembuhan luka infeksi dan peradangan pada selaput lendir (Okwu & Okwu 2004).

Sifat fisik dari sediaan merupakan faktor terpenting pada sediaan semipadat untuk menghasilkan efektivitas dalam suatu pengobatan melalui membran kulit. Sifat fisik sangat berpengaruh pada kemampuan pelepasan suatu obat dari polimer atau pembawa, dalam suatu sediaan semi padat Sifat fisik yang sangat berpengaruh dalam pelepasan obat terutama pada membran kulit yaitu



viskositas, daya lekat dan daya sebar. Menurut Martin *et al.* 1993 proses difusi obat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah viskositas, viskositas adalah tahanan atau retensi zat cair untuk mengalir, dimana semakin besar viskositas suatu zat maka koefisien difusi semakin besar dan proses difusi akan menjadi lambat. Viskositas juga berpengaruh terhadap nilai dari daya sebar dan daya lekat. Daya sebar menggambarkan kemampuan sediaan untuk menyebar pada kulit sedangkan daya lekat menggambarkan kemampuan krim untuk melekat pada kulit ketika diaplikasikan. Viskositas berbanding terbalik dengan daya sebar yaitu jika nilai viskositas besar, maka nilai daya sebar kecil dan nilai daya lekat akan semakin besar begitu juga sebaliknya.

Pada formula I emulgel ekstrak etanol daun bandotan 20% konsentrasi Na-CMC 2%, konsentrasi Na-CMC yang rendah menyebabkan ikatan *cross-linked* antara ion  $\text{Na}^+$  dari Na-CMC dan ion hidrogen dari air tidak banyak terbentuk, menyebabkan matriks gel yang terbentuk sedikit dan banyak ion hidrogen dari air yang belum terikat sehingga menyebabkan konsistensi menjadi encer dan nilai viskositas sangat rendah berpengaruh terhadap nilai daya sebar dan daya lekat. Emulgel ketika diaplikasikan ke kulit memiliki daya sebar emulgel sangat luas tidak terpusat pada luka infeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan emulgel cenderung menetes. Emulgel juga memiliki daya lekat yang rendah, sehingga emulgel mudah hilang pada kulit. Hal tersebut berpengaruh pada proses pelepasan senyawa- senyawa yang terdapat pada ekstrak daun bandotan seperti flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin, dimana pelepasan zat aktif menjadi kurang maksimal karena daya sebar yang tidak terpusat pada luka infeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, daya lekat yang rendah sehingga emulgel mudah hilang, tidak melekat sempurna pada permukaan kulit proses kesembuhan luka akan lama yaitu memerlukan waktu 13-17 hari.

Pada formula II emulgel ekstrak etanol daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC 3%, pada formula ini ikatan *cross-linked* antara ion  $\text{Na}^+$  dari Na-CMC dan ion hidrogen dari air banyak terbentuk, menyebabkan matriks gel yang dihasilkan cukup besar sehingga didapatkan konsistensi yang cukup kental dan nilai viskositas yang cukup tinggi. Pada konsentrasi 3% daya sebar yang

didapatkan memenuhi persyaratan dimana nilai daya sebar tidak terlalu luas, sehingga emulgel dapat berpusat pada luka infeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan memiliki daya lekat yang cukup besar sehingga sediaan tidak mudah hilang dari kulit. Pelepasan senyawa- senyawa dalam ekstrak bandotan seperti flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin, menjadi maksimal karena sifat fisik yang baik, proses kesembuhan infeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 semakin cepat yaitu memerlukan waktu 9-11 hari.

Pada formula III emulgel ekstrak etanol daun bandotan 20% dengan konsentrasi Na-CMC 4%, pada formula ini didapatkan konsistensi yang sangat kental, konsentrasi Na-CMC pada konsentrasi 4% ikatan *cross-linked* antara ion Na<sup>+</sup> dari Na-CMC dan ion hidrogen dari air banyak terbentuk, sehingga menyebabkan viskositas dari emulgel sangat tinggi. Daya sebar yang terbentuk kecil sehingga sediaan kurang menyebar luas pada area luka infeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 pada kulit serta daya lekat cukup besar menyebabkan sediaan emulgel sulit untuk dihilangkan. Viskositas yang sangat tinggi juga berpengaruh pada pelepasan senyawa senyawa aktif dalam ekstrak daun bandotan, dimana viskositas yang tinggi maka matriks gel yang terbentuk sangat banyak dan bobot molekul pada Na-CMC menjadi besar sehingga menghalangi pelepasan senyawa alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin yang terkandung dalam ekstrak daun bandotan. Pelepasan senyawa seperti alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin menjadi kurang maksimal sehingga menyebabkan lamanya proses kesembuhan luka infeksi dibanding dengan formula II yaitu memerlukan waktu 11-13 hari.

Kontrol positif berupa gel yang ada di pasaran dengan kandungan *Clindamycin phospat* 1%, mampu menyembuhkan luka infeksi dalam waktu yang cukup singkat, karena kandungan zat aktif *Clindamycin*, dimana *Clindamycin* memiliki aktivitas antibakteri yaitu menghambat sintesis protein pada tingkat ribosom 50S (Smieja 1998). Mutu fisik yang telah teruji juga menjadi salah satu faktor penting, yang menjadikan gel *Clindamycin* efektif dalam menyembuhkan luka infeksi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan waktu kesembuhan 7-9 hari.

Kontrol negatif merupakan emulgel penambahan ekstrak daun bandotan, kontrol negatif berisi emulgel dengan konsentrasi Na-CMC 3%. Pada kontrol negatif memiliki daya kesembuhan yang cukup lama, hal ini dikarenakan emulgel tidak mengandung senyawa dari ekstrak yang berfungsi sebagai antibakteri pada luka infeksi. Proses kesembuhan pada kontrol negatif dibantu oleh sistem imunitas pada kelinci, dimana sistem imun akan melindungi diri dari substansi yang menyebabkan penyakit dengan mengenali, merespon dan menghancurkan antigen.

Data pengujian terhadap waktu kesembuhan emulgel dianalisis menggunakan SPSS, dari hasil Kolmogorof Smirnov nilai sig  $0,184 > 0,05$  maka data terdistribusi normal dan dilanjutkan uji *One Way Anova*. Hasil uji homogenitas sig  $0,392 > 0,05$  maka data homogen, memenuhi syarat uji Anova. Hasil uji *One Way Anova* didapat nilai sig  $0,000 < 0,05$  maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara formula dengan waktu penyembuhan, Untuk mengetahui perbedaan antar formula di lanjutkan uji *T-test (Independent Sample T- test)* hasil yang diperoleh semua nilai sig  $< 0,05$  maka tiap formula memiliki perbedaan yang bermakna dalam waktu kesembuhan. Hasil uji statistik dapat dilihat pada lampiran 29.