

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Gel**

##### **1. Definisi Gel**

Gel dapat didefinisikan sebagai sediaan semipadat yang terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel organik kecil atau molekul organik besar, berpenetrasi oleh suatu cairan. Gel adalah sistem semipadat yang pergerakan medium pendispersinya terbatas oleh sebuah jalinan jaringan tiga dimensi dari partikel – partikel atau makromolekul yang terlarut pada fase pendispersi (Allen *et. al.*, 2002).

Menurut Farmakope Indonesia V (2014) sediaan gel kadang – kadang disebut jeli, adalah sistem semipadat yang terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel anorganik kecil atau molekul organik besar, yang terpenetrasi oleh suatu cairan. Jika massa gel terdiri dari jaringan partikel kecil yang terpisah, gel digolongkan sebagai sistem dua fase (misalnya *Gel Aluminium Hidroksida*). Dalam sistem dua fase, jika ukuran partikel dari fase terdispersi relative besar, massa gel kadang – kadang dinyatakan sebagai magma (misalnya *Magma Bentonit*). Baik gel maupun magma dapat berupa tiksotropik, membentuk semipadat jika dibiarkan dan dapat menjadi cair pada saat pengocokan.

Terdapat beberapa uji yang perlu dilakukan untuk mengevaluasi kualitas dari sediaan gel yang telah diformulasi. *United States Pharmacopeia* (USP) merekomendasikan beberapa uji yaitu minimum pengisian, pH, viskositas, antimicrobial, dan kandungan alkohol pada sediaan tertentu. Adapun uji lainnya yaitu uji homogenitas, uji karakter reologi, uji daya lekat serta uji stabilitas (Gad, 2008) maupun uji extrudability, uji iritasi dan uji homogenitas (Kaur dan Guleri, 2013).

Salah satu cara yang paling cepat serta akurat dalam memberikan gambaran mengenai karakter suatu gel, serta untuk mengetahui bagaimana cara penanganan dan penyimpanannya yaitu dengan pengukuran viskositas. Pengujian reologi merupakan bagian dari pengujian viskositas yang digunakan untuk mengetahui karakter reologi suatu gel, yang mana umumnya merupakan sistem non – Newtonian. Pada pengujian reologi gel menggunakan viskometer dengan sistem *cup* dan *bob* serta sistem *cone* dan *plate* yang mana terdapat pada alat viskometer. Viskometer tersebut mengukur gaya gesek yang ditimbulkan pada saat gel mengalir, yang dipengaruhi oleh temperatur serta kecepatan putar pengukuran (Gad, 2008).

Gel memiliki sistem sistem *disperse* yang banyak tersusun dari air serta sangat rentan terhadap terjadinya instabilitas fisik, kimia maupun mikroba. Pada umumnya instabilitas fisik yang terjadi pada gel yaitu sineresis yang mana keluarnya medium dispersi dari sistem akibat adanya kontraksi sistem polimer gel. Faktor perubahan pada suhu penyimpanan yang ekstrim merupakan salah satu faktor utama yang terjadi pada sineresis yang dialami pada saat *cycling test*. Adanya penurunan tekanan osmotik pada sistem serta perubahan bentuk molekul dapat terjadi pada proses pembekuan saat *cycling test*. Molekul yang mengkerut ini memaksa keluarnya medium dari sistem matriks (Gad, 2008). Pada konsentrasi *gelling agent* yang rendah biasanya dapat terjadi sineresis. Sineresis menunjukkan adanya fenomena ketidakstabilan secara termodinamika (Kaur dan Guleri, 2013).

## 2. Formulasi Sediaan Gel

### a. *Gelling agent* (Carbopol)

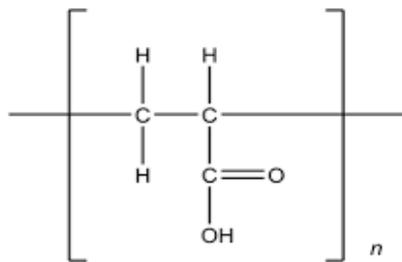
*Gelling agent* merupakan suatu gum alam atau sintesis, resin maupun hidrokoloid lain yang dapat digunakan dalam formulasi gel untuk menjaga konsistensi cairan serta padatan dalam suatu bentuk gel yang halus. Bahan berbasis polisakarida atau protein merupakan jenis bahan yang biasanya digunakan sebagai pembentuk gel. Beberapa contoh *gelling agent* yaitu CMC-Na, metil selulosa, asam alginat, sodium alginate, kalium alginat, kalsium alginate, agar, karagenan, locust bean gum, pektin serta gelatin (Raton, *et al.*, 1993).

Sistem setengah padatan yang terdiri dari suatu sistem dispers yang tersusun dari partikel anorganik kecil dan besar yang terserap oleh cairan (Ansel, 2008). *Gelling agent* memiliki komponen polimer dengan bobot molekul yang tinggi yang bergabung dengan molekul – molekul serta lilitan – lilitan molekul polimer yang membentuk suatu sifat kental dan gel yang diinginkan. Suatu molekul polimer akan berikatan melalui ikatan silang yang akan membentuk suatu struktur jaringan tiga dimensi pada molekul polimer yang terperangkap dalam jaringan (Clegg, 1995). Dalam preformulasi sediaan gel terutama pada *gelling agent* bahan polisakarida alami yang peka terhadap derajat pertumbuhan mikrobial. Maka dari itu, penambahan bahan pengawet perlu ditambahkan guna mencegah kontaminasi serta hilangnya karakter gel dalam kaitannya dengan mikrobial (Clegg, 1995).

Carbopol merupakan salah satu *gelling agent* yang sering digunakan. *Gelling agent* (basis) harus bersifat *inert*, aman serta tidak reaktif terhadap komponen lainnya. Pada penggunaan *gelling agent* karakteristiknya harus disesuaikan terhadap bentuk sediaan.

Semakin tinggi viskositas gel maka struktur gel akan semakin kuat (Zatz and Kushla, 1996).

Carbopol adalah polimer sintesis yang stabil, bersifat higroskopis, serta dapat digunakan sebagai bahan pengemulsi dalam sediaan krim, gel, salep, dan *lotion*. Carbopol berwarna putih, halus, bersifat asam, material koloid hidrofilik, larut didalam air hangat, etanol serta gliserin, tidak toksik dan tidak dapat mengiritasi pada kulit, *gelling agent* yang kuat, dan dapat meningkatkan viskositas pada sediaan serta produk kosmetik (Rowe *et al.*, 2009).



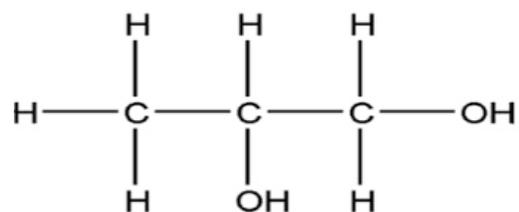
**Gambar 1.** Struktur Carbopol (Rowe *et al.*, 2009)

Konsentrasi sediaan yang lazim digunakan dalam *gelling agent* yaitu sebesar 0,5 – 2,0% pada pH optimum 6 – 11 (Rowe *et al.*, 2009). Inkompatibel carbopol dengan senyawa fenol, polimer kationik, asam kuat, dan elektrolit kuat. Carbopol dipilih karena bentuk basis yang bening transparan dengan tekstur lebih baik dari CMC-Na, memiliki stabilitas baik karena dapat mengikat air dengan cepat sedangkan pelepasan cairannya lambat serta memiliki viskositas paling baik, tidak mengiritasi kulit, memiliki karakteristik dan stabilitas fisik terbaik dalam formulasi sediaan gel dengan konsentrasi *gelling agent* carbopol sebesar 0,5% (Ida dan Noer, 2012).

## b. Humektan

Humektan merupakan bahan dalam produk sediaan kosmetik yang bertujuan untuk mencegah hilangnya kelembaban dari suatu produk serta meningkatkan jumlah air pada lapisan kulit terluar saat produk diaplikasikan (Barel *et al.*, 2009). Mekanisme kerja dari humektan yaitu dengan cara menjaga kandungan air pada lapisan stratum korneum serta mengikat air dari lingkungan ke dalam kulit (Leyden *and* Rawlings, 2002).

Propilen glikol ( $C_3H_8O_2$ ) berbentuk cairan bening, tidak berwarna, bersifat kental, tidak berbau, memiliki rasa manis dan sedikit tajam menyerupai gliserin. Propilen glikol dapat larut dalam aseton, kloroform, etanol (95%), gliserin, dan air, tidak larut dalam minyak mineral ringan atau fixed oil, akan tetapi dapat melarutkan beberapa minyak esensial. Propilen glikol memiliki titik didih  $18^\circ C$ , titik lebur  $-59^\circ C$ , berat jenis 1,038g/mL pada suhu  $20^\circ C$ .



**Gambar 2.** Struktur Propilen glikol (Rowe *et al.*, 2009)

Propilen glikol (1,2 – Dihirdoksipropana) memiliki bentuk cairan jernih, tidak berwarna, *viscous*, serta tidak berbau, berasa manis seperti gliserin. Propilen glikol memiliki titik didih  $18^\circ C$ , titik lebur  $-59^\circ C$ , serta memiliki berat jenis 1,038g/mL pada suhu  $20^\circ C$ . Propilen glikol larut dalam aseton, kloroform, etanol, giserin, serta air. Propilen glikol biasa digunakan sebagai pengawet antimikroba, desinfektan, humektan, plasticizier, pelarut, dan zat penstabil. Konsentrasi yang biasa digunakan pada humektan yaitu sebesar 15% (Rowe *et al.*, 2009). Pada formulasi sediaan gel, propilen glikol berfungsi sebagai humektan yang menjaga kandungan air pada sediaan gel.

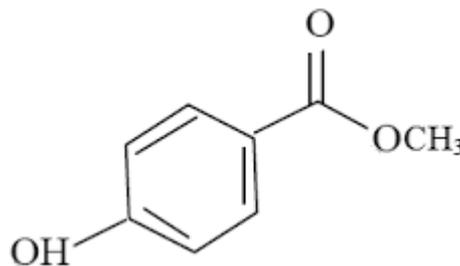
**Tabel 2.** Penggunaan propilen glikol dalam sediaan farmasi

Penggunaan	Bentuk Sediaan	Konsentrasi (%)
Humektan	Topikal	≈ 15
Pengawet	Larutan, Semisolid	15 – 30
Pelarut	Aerosol	10 – 30
	Larutan oral	10 – 25
	Parenteral	10 – 60
	Topikal	5 – 80

(Rowe *et al.*, 2005)

Keunggulan lainnya dari propilen glikol yaitu ekonomis dan dapat berperan sebagai co – solven. Secara teoritis penambahan propilen glikol pada sediaan gel dapat menurunkan viskositas serta dapat menaikkan daya sebar dari sediaan (Chem, 2008).

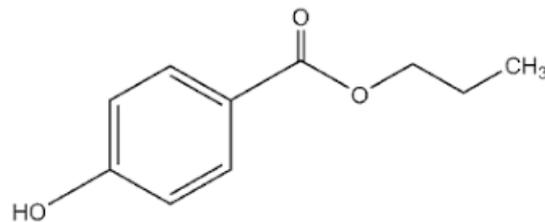
### c. Metil Paraben (Nipagin)

**Gambar 3.** Struktur Metil Paraben (Rowe *et al.*, 2009)

Metil paraben memiliki ciri – ciri serbuk hablur halus, berwarna putih, hampir tidak berbau serta, tidak memiliki rasa serta agak memabur dan diikuti rasa tebal (Depkes, 1979; Rowe, *et al.*, 2005). Kegunaan metil paraben yaitu sebagai bahan pengawet, mencegah adanya kontaminasi, perusakan serta pembusukan oleh bakteri dan fungi di dalam formulasi farmasetika, produk makanan, dan kosmetik pada rentang pH 4 – 8. Pada sediaan topikal, konsentrasi yang umum digunakan yaitu 0,02 – 0,3%. Metil paraben dapat larut dalam air panas, etanol dan methanol (Rowe *et al.*, 2009). Pada kisaran pH yang luas, memiliki aktivitas antimikroba yang kuat serta efektif terdapat pada jenis paraben lainnya. Metil paraben dapat meningkatkan aktivitas antimikroba

dengan panjang rantai alkali, serta dapat menurunkan kelarutannya terhadap air, sehingga paraben sering digunakan pencampuran dalam bahan tambahan yang berfungsi meningkatkan kelarutan. Kemampuan pengawet pada metil paraben juga dapat ditingkatkan dengan penambahan propilen glikol (Rowe *et al.*, 2005).

**d. Propil Paraben (Nipasol)**



**Gambar 4.** Struktur Propil Paraben (Rowe *et al.*, 2009)

Pada konsentrasi 0,01 – 0,6% propil paraben dapat digunakan sebagai bahan pengawet dalam kosmetik, makanan, serta produk farmasetika (Rowe *et al.*, 2009). Pada sediaan gel diperlukan penggunaan kombinasi antara metil paraben dan propil paraben untuk mencegah adanya kontaminasi mikroba yang diakibatkannya tingginya kandungan air pada sediaan. Kombinasi metil paraben dan propil paraben diperlukan dalam formulasi sediaan gel untuk mencegah kontaminasi mikroba dikarenakan tingginya kandungan air pada sediaan. Kombinasi konsentrasi propil paraben 0,02% dengan metil paraben 0,18% dapat menghasilkan kombinasi pengawet dengan aktivitas antimikroba yang kuat (Rowe & Owen, 2006).

**e. Aquadest**

Aquadest yaitu air murni yang dapat diperoleh melalui suatu tahap penyulingan. Aquadest merupakan suatu air yang bebas terhadap kotoran maupun mikroba yang ada jika dibandingkan dengan air biasa. Pada sediaan yang mengandung air, air murni banyak

digunakan tetapi tidak pada sediaan parenteral (Ansel, 1989). Pada sediaan farmasi aquadest dapat berfungsi sebagai pelarut maupun medium pendispersi.

### 3. Klasifikasi Gel

Gel dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu bagian pertama adalah klasifikasi gel inorganik dan organik, dan bagian kedua adalah klasifikasi gel hidrogel dan organel. Gel inorganik memiliki 2 fase sistem, sedangkan gel organik memiliki 1 fase sistem. Gel hidrogel mengandung bahan terdispersi seperti koloid (terlarut dalam air), meliputi hidrogel organik, natural dan gun sintetik dan hidrogel organik (Allen *et al.*, 2002)

Hidrogel yaitu sistem hidrofilik yang utamanya terdiri dari 85 – 95% air atau campuran *aqueous – alcoholic* dan *gelling agent*. Hidrogel memberikan efek yang dapat mendinginkan karena adanya evaporasi pelarut. Hidrogel mudah untuk diaplikasikan serta dapat memberi kelembaban secara instan. Sifat dari hidrogel yaitu kandungan airnya relatif tinggi dan bersifat lembut, konsistensinya elastis sehingga kuat (Swarbick *and* Boylan, 1992).

Hidrogel sangat cocok untuk penerapan pada kulit dengan fungsi kelenjar sebaceous yang berlebihan. Setelah hidrogel kering akan meninggalkan suatu film tembus pandang yang elastis serta daya lekat tinggi, tidak menyumbat pori kulit, dan mudah dicuci dengan air (Voight, 1994).

Selain itu, menurut Lieberman *et al.*, (1998) gel dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat khas gel, yaitu :

- a) *Swelling* yaitu kemampuan gel yang dapat mengembang. Alasannya dikarenakan pada komponen pembentuk gel mampu mengabsorpsi larutan sehingga meningkatkan volume. Pelarut dapat berinteraksi dengan gel akibat adanya

penetrasi ke dalam gel. Adanya ikatan silang antara polimer di dalam matriks menyebabkan pengembangan gel kurang sempurna. Pengadukan yang terlalu cepat serta kuat pada proses pengembangan akan merusak sistem rantai atau polimernya sehingga gel yang dihasilkan banyak mengandung gelembung udara, tetapi jika dilakukan pengadukan yang terlalu rendah atau kurang tepat dapat membentuk flokulasi pada sediaan gel.

- b) Sineresis merupakan suatu proses yang terjadi akibat adanya kontraksi di dalam massa gel. Cairan yang terjebak di dalam akan keluar dan berada di atas permukaan gel. Adanya tekanan elastik saat pembentukan gel dapat di akibatkan oleh kontraksi yang berhubungan dengan fase relaksasi, pada saat terjadinya tekanan elastik maka terbentuklah massa gel yang tegar. Akibat adanya perubahan pada ketegaran gel menyebabkan jarak antar matriks berubah, sehingga memungkinkan cairan bergerak ke atas permukaan. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan sineresis pada saat pembentukan antara lain pH (keasaman dan kebasaan yang tinggi), mekanik (pengadukan dan tekanan), suhu (suhu tinggi menyebabkan denaturasi serta keluarnya cairan), garam (kandungan garam yang tinggi dapat mempercepat sineresis).
- c) Pada pembentukan gel mengakibatkan terbentuknya struktur gel yang bermacam – macam. Bentuk struktur gel resisten terhadap perubahan ataupun deformasi dan memiliki aliran viskoelastik.

#### **4. Stabilitas Gel**

Ketidakstabilan gel pada kondisi normal menunjukkan perubahan *rheology* secara *irreversible* sehingga menyebabkan hasil akhir yang tidak dapat diterima bila digunakan.

Khusus gel berbahan dasar polisakarida alam akan mudah mengalami degradasi mikrobial. Maka perlu penambahan *preservatif* untuk mencegah serangan mikrobial. Peningkatan suhu penyimpanan dapat menyebabkan efek yang berlawanan pada stabilitas polimer sehingga menghasilkan viskositas yang berubah dari waktu ke waktu (Zatz and Kushla, 1996).

## 5. Keuntungan Sediaan Gel

Menurut Voight (1994) terdapat beberapa keuntungan sediaan gel antara lain :

- a. Kemampuan penyebaran pada kulit baik
- b. Memberikan efek dingin, penguapan dari kulit lambat
- c. Tidak adanya penghambatan fungsi rambut secara fisiologis
- d. Kemudahan pencucian dengan air yang baik

### B. *Hand Sanitizer*

Antiseptik *hand sanitizer* adalah substansi yang melawan infeksi atau mencegah pertumbuhan mikroorganisme, bekerja dengan menghancurkan dan menghambat pertumbuhan serta aktivitasnya (J. Pelczar, 1988). Beberapa bahan antiseptik yang digunakan dalam formula sediaan gel biasanya dari golongan alkohol (etanol, propanol, isopropanol) dengan konsentrasi  $\pm 50\%$  -  $70\%$  serta jenis disinfektan yang lain seperti klorheksidin, triklosan (Block, 2001). Sedangkan perbedaannya dengan antibiotik yaitu antiseptik penggunaannya eksternal atau pemakaian luar, efektif terhadap berbagai mikroorganisme serta bekerja untuk mencegah pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme.

*Hand Sanitizer* merupakan sediaan antiseptik yang banyak dijumpai di pasaran. Sediaan ini memiliki aktivitas bakterisidal yaitu bekerja sebagai menghambat pertumbuhan

berbagai jenis bakteri tidak terhadap berbagai virus dan jamur (Retnosari dan Isadiartuti, 2006). Sediaan antiseptik *hand sanitizer* merupakan pembersih tangan yang praktis serta mudah dibawa kemana saja. *Hand sanitizer* sering digunakan dalam keadaan darurat atau saat ketika air tidak ditemukan. Kandungan antiseptik yang terdapat di dalam *hand sanitizer* umumnya berupa *ethyl alcohol* 62%, pelembut dan pelembab (Shu, 2013).

Terdapat dua jenis bakteri yang terdapat di tangan yaitu bakteri *resident* serta bakteri *transient*. Bakteri yang tinggal serta berkoloni di kulit biasanya ditemui pada lapisan stratum korneum kulit disebut dengan bakteri *resident* yang berfungsi sebagai flora normal, bakteri ini berperan protektif dengan melakukan kompetisi nutrisi dengan bakteri patogen. Sedangkan pada bakteri *transient* dapat ditemukan melalui kontak dengan permukaan benda asing. Bakteri ini tidak bersifat berkoloni ditangan serta lebih mudah untuk dihilangkan jika dibandingkan dengan bakteri *resident*. Bakteri *transient* dapat bersifat patogen serta dapat menyebabkan infeksi. *Hand sanitizer* bekerja dengan cara membunuh mikroorganisme *transient* yang hidup dipermukaan tangan serta menjaga bakteri *resident* agar dapat hidup setelah penggunaan (WHO, 2005).

### C. Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)

#### 1. Sinonim

*Syzygium aromaticum* L, *Eugenia caryophyllata*, *Eugenia aromatica*, *Caryophyllus aromaticus*, *Jambos carryhophyllus* (Thomas, 2007).

#### 2. Klasifikasi Tanaman

Klasifikasi tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) menurut Syamsuhidayat dan Hutapea (1991) adalah sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub kelas	: Monochlamydae
Bangsa	: Caryophyllales
Suku	: Caryophyllaceae
Famili	: Myrtaceae
Spesies	: <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Meer. & Perry



**Gambar 5.** Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) (Aulia, 2016)

Menurut Thomas (2007) mengatakan bahwa cengkeh termasuk jenis tumbuhan perdu yang memiliki batang pohon besar dan keras. Cengkeh mampu bertahan hidup puluhan hingga ratusan tahun, sedangkan tingginya dapat mencapai 20 – 30 meter dan memiliki cabang yang cukup lebat.

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) termasuk jenis tumbuhan perdu yang memiliki batang pohon besar serta berkayu keras. Daun tunggal, bertangkai, tebal, kaku, bentuk bulat telur sampai lanset memanjang, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi daun rata, tulang daun menyirip, permukaan atas mengkilap, panjang daun 6 – 13,5 cm serta lebar daun 2,5 – 5 cm, warna daun hijau muda dan cokelat muda. Saat masih muda daun berwarna hijau muda tetapi saat sudah tua daun berwarna cokelat (Kardian, 2003).

### **3. Kandungan**

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) mempunyai sifat khas karena semua bagian pohon mengandung minyak, mulai dari akar, batang, daun hingga bunga. Pada umumnya minyak cengkeh terdiri dari campuran berbagai senyawa kimia seperti : eugenol, eugenol asetat, kariofilen, metil n-amil keton, naftalen, dan seskuiterpen (Ketaren, 1985). Eugenol merupakan senyawa yang paling penting dan banyak kandungannya di dalam minyak atsiri daun cengkeh yaitu mencapai 70 – 90% (Ketaren, 1985). Salah satu senyawa yang terdapat dalam daun cengkeh yaitu eugenol, berkhasiat sebagai antibakteri. Dalam kesehatan digunakan sebagai antiseptik dan anastesi lokal (Kumala and Indriani 2008).

### **4. Minyak Atsiri Daun Cengkeh**

Minyak atsiri merupakan salah satu sisa metabolisme dalam tanaman yang terbentuk karena reaksi antara berbagai senyawa kimia dengan air. Minyak atsiri disintesa di dalam

sel grandular pada jaringan dan ada yang terbentuk dalam pembuluh resin, misalnya pada minyak terpentin dari pohon pinus (Ketaren, 1985). Minyak atsiri pada tanaman cengkeh dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan sumbernya, yaitu minyak daun cengkeh (clove leave oil), minyak tangkai cengkeh (clove stem oil), dan minyak bunga cengkeh (clove bud oil). Minyak daun cengkeh merupakan salah satu minyak atsiri yang cukup banyak dihasilkan di Indonesia dengan cara penyulingan (Zulchi dan Nurul, 2006).

Minyak daun cengkeh berupa cairan berwarna bening sampai kekuning – kuningan, mempunyai rasa yang pedas, dan berbau aroma cengkeh. Warnanya akan berubah menjadi coklat atau berwarna ungu jika terjadi kontak dengan besi atau akibat penyimpanan (Zulchi dan Nurul, 2006).

#### **D. Metode Desain Faktorial**

Desain faktorial merupakan eksperimen yang optimal untuk mendeterminasikan efek maupun efikasi dari kombinasi 2 atau lebih jenis faktor. Pada desain faktorial dapat dilihat hubungan antara respon variabel dengan dua ataupun lebih faktor untuk menentukan suatu efek dari faktor yang dihasilkan kemudian diteliti serta interaksinya yang dapat berpengaruh secara signifikan. Dapat mengevaluasi efek dari dua ataupun lebih faktor dalam waktu yang bersamaan merupakan suatu keunggulan dari metode desain faktorial (Santoso, 2010).

Untuk mendeterminasi suatu efek – efek yang timbul secara stimulan serta adanya interaksi antar efek, dimana efek dari faktor atau suatu kondisi yang berbeda dalam penelitian dapat diketahui dengan menggunakan metode desain faktorial. Metode ini dapat mengetahui efek konsentrasi tiap faktor serta dapat pula melihat bagaimana hasil dari interaksi kedua faktor (Boltons, 1997).

Pada penelitian desain faktorial langkah awal yang dimulai dengan menentukan faktor maupun *level* yang akan diteliti serta respon yang akan diukur. Suatu variabel yang menentukan variabel lain atau suatu besaran yang memberi pengaruh terhadap respon disebut dengan faktor. Sedangkan untuk *level* merupakan suatu tetapan atau nilai dari faktor yang dinyatakan secara numerik. Suatu respon atau efek merupakan perubahan yang dapat disebabkan oleh variasi *level* dari faktor (Bolton, 1997). Untuk rancangan desain faktorial dengan dua *level* (A dan B) serta dua faktor (tinggi = i dan rendah = 0), maka rancangan penelitian yang dilakukan yaitu empat percobaan sebagai berikut :

Hasil optimasi pencampuran dua faktor dengan dua *level* dilakukan berdasarkan persamaan :

$$Y = b_0 + b_1(X_1) + b_2(X_2) + b_{12}(X_1)(X_2) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

Y : respon hasil atau sifat yang diamati

(X<sub>1</sub>),(X<sub>2</sub>) : *level* faktor A dan faktor B

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>12</sub> : koefisien yang dihitung dari percobaan

b<sub>0</sub> : rata – rata hasil semua percobaan

b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>12</sub> : koefisien yang dihitung dari hasil percobaan

(Lewis *et al.*, 1998).

Dari desain faktorial dua *level* dan dua faktor ini dapat menghasilkan empat percobaan (2<sup>n</sup> = 4), dimana 2 menunjukkan *level* dan n menunjukkan jumlah faktor.

**Tabel 3.** Rancangan desain faktorial dengan dua faktor dan dua level

Formula	A (faktor I)	B (faktor II)
F1 (1)	-	-
F2 (A)	+	-
F3 (B)	-	+
F4 (AB)	+	+

**Keterangan :**(-) = *level* rendah(+) = *level* tinggi

Formula (1) = faktor I rendah, faktor II rendah

Formula (2) = faktor I tinggi, faktor II rendah

Formula (3) = faktor I rendah, faktor II tinggi

Formula (4) = faktor I tinggi, faktor II tinggi

Menurut perhitungan Bolton (1990), dari persamaan diatas dan disubsitusikan secara sistematis dapat mengetahui besarnya efek masing – masing formula maupun efek interaksinya. Suatu besaran terhadap efek dapat dicari dengan menghitung selisih rata – rata respon pada level tinggi dan rendah. Konsep perhitungan efek yaitu :

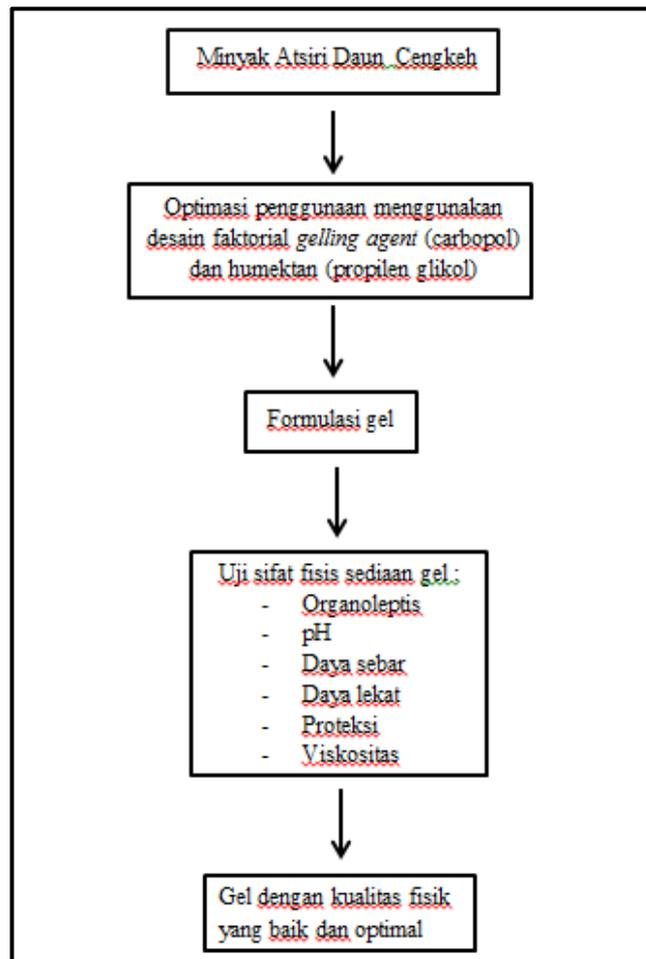
$$\text{Efek faktor I} = \frac{((a-(1)))+(ab-b)}{2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Efek faktor II} = \frac{((b-(1)))+(ab-a)}{2} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Efek interaksi} = \frac{((ab-b)+(ab-1))}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Keuntungan utama yang terdapat pada faktorial desain yaitu dapat memungkinkan mengidentifikasi efek pada tiap – tiap faktor maupun efek interaksi antar faktor. Selain itu juga terdapat beberapa keuntungan pada desain faktorial yaitu efektif yang maksimum dalam memperkirakan efek yang dominan dalam hal menentukan respon. Selain itu metode ini juga ekonomis karena dapat mengurangi banyaknya jumlah penelitian dibandingkan dengan meneliti dua efek faktor secara terpisah.

## E. Kerangka Konsep



Gambar 6. Kerangka konsep penelitian

## F. Hipotesis

1. Diperoleh formula gel antiseptik *hand sanitizer* minyak atsiri daun cengkeh dengan menggunakan *gelling agent* carbopol 0,5% - 2,0% dan humektan propilen 5,0% - 9,0% menggunakan desain faktorial.
2. Diperoleh area optimum dengan kualitas fisik yang baik (memenuhi syarat) pada sediaan gel antiseptik *hand sanitizer* dari minyak atsiri daun cengkeh menggunakan desain faktorial yaitu F1 (carbopol 0,5% dan propilen glikol 5,0%) dan F3 (carbopol 0,5% dan propilen glikol 9,0%).