

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Nanoemulsi

Nanoemulsi adalah sistem emulsi yang *transparent*, tembus cahaya dan merupakan disperse minyak air yang distabilkan oleh lapisan film dari surfaktan atau molekul surfaktan, yang memiliki ukuran droplet 50 nm-500 nm (Shakeelet *al.*,2008). Ukuran droplet nanoemulsi yang kecil membuat nanoemulsi stabil secara kinetik sehingga mencegah terjadinya sedimentasi dan kriming selama penyimpanan (Solanset *al.*, 2005). Nanoemulsi telah diterapkan dalam berbagai industri farmasi, diantaranya yaitu untuk penghantar transdermal, bahan atau unsur yang potensial dalam beberapa produk perawatan tubuh, dan pembawa yang baik pada obat sehingga dapat meningkatkan bioavailabilitas obat dalam tubuh (Gutierrezet *al.*, 2008).

Nanoemulsi memiliki beberapa keuntungan antara lain memiliki luas permukaan yang lebih besar dan bebas energi jika dibandingkan dengan makroemulsi sehingga lebih efektif sebagai sistem pembawa. Nanoemulsi juga tidak toksik dan tidak mengiritasi, oleh karena itu dapat diaplikasikan dengan mudah melalui kulit maupun membran mukosa (Shah, 2010). Nanoemulsi juga dapat meningkatkan absorpsi, meningkatkan bioavailabilitas obat, membantu mensolubilisasi zat aktif yang bersifat hidrofob, serta memiliki efisiensi dan penetrasi yang cepat pada sebagian obat (Devarajanet *al.*, 2011).

Nanoemulsi terbuat dari surfaktan farmasetikal yang umumnya dianggap aman *Generally Regarded As Safe* (GRAS). Jenis dan konsentrasi surfaktan dalam fase air dipilih untuk memberikan stabilitas yang baik untuk mencegah *coalescence*. Umumnya sediaan nanoemulsi memiliki komponen eksipien yang digunakan seperti minyak, surfaktan, dan kosurfaktan. Pemilihan eksipien pada nanoemulsi tidak boleh mengiritasi dan sensitif terhadap kulit. Minyak adalah komponen penting dalam formulasi nanoemulsi karena dapat melarutkan bahan aktif lipofilik. Surfaktan non ionik umumnya digunakan karena memiliki toksisitas yang rendah dibandingkan dengan surfaktan ionik.

Penggunaan surfaktan saja tidak cukup untuk mengurangi tegangan antarmuka antara minyak-air, sehingga perlu surfaktan untuk membantu menurunkan tegangan antarmuka. Kosurfaktan juga dapat meningkatkan mobilitas ekor hidrokarbon sehingga penetrasi minyak pada bagian ekor menjadi lebih besar (Gupta *et al.*, 2010).

Sediaan nanoemulsi memiliki keuntungan sebagai berikut (Tardos, 2005):

1. Selama penyimpanan sediaan tidak terjadi *creaming* atau sedimentasi. Karena ukuran partikel yang sangat kecil menyebabkan penurunan gaya gravitasi dan Gerak Brown.
2. Mencegah terjadinya flokulasi karena ukuran tetesannya kecil, dan juga memungkinkan sistem untuk tetap tersebar tanpa pemisahan, serta dapat mencegah koalesens.
3. Sediaan nanoemulsi sangat cocok untuk penghantaran obat atau bahan aktif secara topikal/melewati kulit. Karena luas permukaan yang besar dari sistem emulsi akan mempercepat penetrasi.
4. Dapat melewati permukaan kulit yang kasar sehingga mempercepat penetrasi.
5. Karena sifatnya yang transparan dan fluiditasnya, dapat memberikan estetika yang menarik dan menyenangkan ketika digunakan.
6. Ukuran tetesan yang kecil memudahkan penyebaran dan penetrasi mungkin dapat ditingkatkan karena tegangan permukaan dan tegangan antar muka yang rendah.
7. Sediaan nanoemulsi dapat meningkatkan absorpsi, bioavailabilitas obat, membantu mensolubilisasikan zat aktif yang hidrofob.

## **B. Metode Pembuatan Nanoemulsi**

### **1. Komponen nanoemulsi**

Umumnya komponen excipien sediaan nanoemulsi yang digunakan seperti surfaktan, kosurfaktan dan minyak. Pemilihan excipien dalam nanoemulsi tidak boleh mengiritasi dan sensitif terhadap kulit.

Surfaktan non ionik umumnya digunakan karena memiliki toksisitas yang rendah dibandingkan dengan surfaktan ionik (alkohol sulfat, alkohol ester sulfat, metil ester sulfonat dan fatty alkohol eter fosfat). Penambahan kosurfaktan dapat menurunkan tegangan antarmuka minyak-air dan dapat meningkatkan fluiditas pada antarmuka sehingga meningkatkan entropi sistem. Minyak merupakan komponen penting dalam formulasi nanoemulsi karena dapat melarutkan bahan aktif lipofilik (Gupta *et al.*, 2010).

## 2. Metode Pembentukan Nanoemulsi

Nanoemulsi ini dapat dibuat dengan teknis mekanikal yang berbeda. Salah satu metode pembuatan nanoemulsi adalah teknik energi tinggi seperti ultrasonikasi, mikrofluidisasi, dan homogenizer bertekanan tinggi. Pembuatan nanoemulsi dengan energi tinggi ini bergantung pada pembentukan ukuran globul yang kecil dengan adanya surfaktan atau campuran surfaktan dengan masukan energi yang tinggi. Selama pembuatan, beberapa parameter seperti tekanan homogenizer, jumlah siklus homogenizer, dan suhu homogenizer dapat berubah yang nantinya akan mempengaruhi ukuran globul nanoemulsi yang sangat penting dalam stabilitas fisik sistem tersebut.

Metode dengan energi tinggi tidak dapat digunakan pada beberapa kasus terutama untuk molekul yang labil. Pada kasus tersebut, digunakan teknik emulsifikasi dengan menggunakan energi rendah seperti emulsifikasi spontan atau suhu inverse fase (Fanun, 2010). Metode emulsifikasi spontan sering digunakan karena mudah dibuat dalam skala laboratorium, tidak membutuhkan peralatan yang rumit atau temperatur yang tinggi, dan secara umum, dapat menghasilkan ukuran globul yang kecil (Fanun, 2010).

## 3. Evaluasi Nanoemulsi

Karakteristik sifat fisik nanoemulsi dapat diketahui dengan beberapa pengujian, diantaranya organoleptis yang meliputi bentuk, warna, bau,

kejernihan, homogenitas, dan pemisahan fase, tipe nanoemulsi, pengukuran pH, persen transmittan, viskositas, serta ukuran droplet.

a. Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis adalah pengujian yang didasarkan pada proses pengindraan. Evaluasi organoleptis sediaan nanoemulsi dilakukan dengan mengamati warna, bau, kejernihan, homogenitas, dan pemisahan fase (Lawrence *et al.*, 2000). Nanoemulsi yang stabil ditandai dengan tidak terjadinya pemisahan fase, jernih, homogen, dan tidak berbau tengik.

b. Uji Tipe Nanoemulsi

Tipe nanoemulsi yang terbentuk dapat diketahui dengan melakukan pengenceran atau *dilution test*. Prinsip uji ini ialah dengan mengencerkan sistem yang terbentuk dengan fase minyak atau fase airnya. Terdapat tiga tipe emulsi yakni tipe minyak dalam air (M/A), tipe air dalam minyak (A/M), dan tipe emulsi ganda (M/A/M) dan (A/M/A). Nanoemulsi memiliki tipe M/A apabila sistem terlarut dalam fase airnya, sedangkan tipe A/M apabila sistem terlarut dalam fase minyaknya. Metode pengujian lainnya yakni dengan metode konduktivitas dimana air sebagai medium dispers memiliki konduktivitas lebih besar dibanding minyak, sehingga akan dapat menghantarkan arus listrik. Metode pewarnaan juga dapat digunakan dalam mengetahui tipe nanoemulsi. Prinsip metode ini yakni dengan menggunakan pewarna larut air dan pewarna larut minyak untuk melihat kelarutan pewarna tersebut dalam medium dispers (Troy, 2006).

c. Uji pH

Sediaan nanoemulsi yang ditujukan untuk pemakaian secara topikal harus didesain agar tidak menimbulkan iritasi. Oleh karena itu, pH sediaan harus berada pada pH 4,5-6,5 yang merupakan pH kulit (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995).

d. Uji Persen Transmittan

Pengujian persen transmittan dilakukan untuk mengukur kejernihan nanoemulsi yang terbentuk. Pengukuran persen transmittan merupakan satu faktor penting dalam melihat sifat fisik nanoemulsi yang terbentuk. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm dan menggunakan akuades sebagai blanko. Jika hasil persen transmittan sampel mendekati persen transmittan akuades yakni 100 %, maka sampel tersebut memiliki kejernihan atau transparansi yang mirip dengan air (Thakkar *et al.*, 2011).

e. Uji Viskositas

Viskositas menunjukkan sifat dari cairan untuk mengalir. Makin kental suatu cairan, maka semakin besar kekuatan yang diperlukan agar cairan dapat mengalir. Besarnya viskositas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, ukuran molekul, konsentrasi larutan, serta gaya tarik menarik antar molekul (Martin *et al.*, 2008).

f. Uji Ukuran Droplet

Pengujian ukuran droplet dilakukan untuk mengetahui apakah droplet yang terbentuk memenuhi kriteria droplet nanoemulsi yaitu 50-500 nm. Pengujian ukuran droplet menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) dengan tipe *dynamic light scattering*. Prinsip dasar alat ini adalah sampel yang akan ditembak dengan sinar laser dan akan terjadi penghamburan cahaya. Penghamburan cahaya tersebut akan dideteksi pada sudut tertentu secara cepat. Hasil pengukuran droplet dinyatakan sebagai diameter dari droplet yang terdapat pada medium dispers (Volker, 2009).

4. Stabilitas Fisik Nanoemulsi

a. Uji Sentrifugasi

Uji ini dilakukan dengan melakukan sentrifugasi pada kecepatan 3750 rpm selama lima jam untuk mengamati kemungkinan terjadinya ketidakstabilan yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Selain itu uji ini

diperlukan untuk mengetahui efek guncangan pada saat produk akan didistribusikan. Bila sampel tidak mengalami perubahan atau pemisahan fase, maka sediaan dinyatakan lolos uji.

b. Uji *Freeze-thaw cycle*

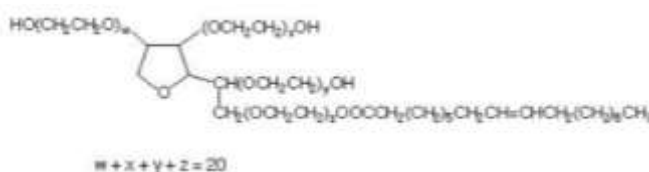
Uji ini dilakukan dengan menyimpan nanoemulsi pada suhu rendah yakni  $-1^{\circ}\text{C}$  dan pada suhu ruangan  $27^{\circ}\text{C}$  dengan lama penyimpanan pada masing-masing suhu selama 24 jam dan dilakukan 4 siklus. Ini bertujuan untuk menginduksi ketidakstabilan karena kondisi penyimpanan yang ekstrim. Uji ini dilakukan untuk mengamati perubahan dalam stabilitas seperti pemisahan fase, inverse, agregasi, *creaming*, *coalescence*, maupun *Oswald ripening* dari sediaan nanoemulsi.

### C. Monografi Bahan Nanoemulsi

1. Tween 80

Tween 80 mempunyai nama kimia Polyoxyethylene 80 sorbitan monolaurate, rumus molekulnya yaitu  $\text{C}_{64}\text{H}_{124}\text{O}_{26}$ , memiliki berat molekul 1310, gram/mol serta Tween 80 larut dalam air, etanol, tidak larut dalam minyak mineral dan minyak sayur.

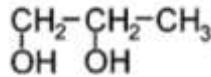
Tween 80 merupakan salah satu surfaktan non ionik yang pemerriannya berupa larutan minyak kuning, memiliki nilai HLB 15. Tween 80 stabil pada elektrolit, asam lemah, dan basa. Reaksi penyabunan bertahap dapat terjadi dalam lingkungan pH asam kuat dan basa. Tween 80 digunakan sebagai surfaktan dikarenakan nilai HLB yang mendekati dengan HLB gabungan minyak kelapa sawit dan VCO yaitu 15,5. Surfaktan atau amfifil dapat menurunkan tegangan antar muka minyak/air dan membentuk film monomolekuler (Anief, 2008).



Gambar 1. Rumus struktur Tween 80 (Anonim, 1995)

## 2. Propilen Glikol

Propilen glikol yaitu berupa cairan jernih, tidak berwarna, kental, tidak berbau, berasa sedikit asam. Untuk kelarutannya, dapat bercampur dengan aseton, kloroform, etanol 95%, gliserin dan air, tidak bercampur dengan minyak tumbuhan. Propilenglikol merupakan pelarut yang lebih baik dibandingkan dengan gliserin dan secara umum propilenglikol dianggap sebagai bahan yang tidak toksik. Propilenglikol dalam nanoemulsi digunakan sebagai kosurfaktan. Propilenglikol dapat menurunkan tegangan antarmuka minyak-air dan dapat meningkatkan fluiditas antarmuka (Gupta *et al.*, 2010).



**Gambar 2. Rumus struktur propilen glikol (Tokarsky *et al.*, 2011)**

## 3. *Virgin Coconut Oil* (VCO)

*Virgin Coconut Oil* atau VCO merupakan minyak yang dihasilkan dari buah kelapa segar. VCO dihasilkan tidak melalui penambahan bahan kimia atau proses pemanasan tinggi. VCO mengandung banyak asam lemak rantai menengah (*Medium Chain Fatty Acid*). Kandungan asam lemak rantai menengah yang paling banyak terkandung dalam VCO adalah asam laurat (Timoti, 2005). VCO dapat bermanfaat dalam pengobatan berbagai jenis penyakit berbahaya seperti kanker dan HIV/AIDS karena di dalam *coconut oil* terdapat kandungan senyawa penting yaitu *Medium Chain Triglycerides* (MCT) yang berperan sebagai zat aktif penyerang penyakit (Timoti, 2005).

MCT sangat stabil pada suhu ruangan rendah dan tinggi. MCT tidak mengalami polimerisasi atau penghitaman (perubahan warna) akibat penambahan panas. Sebaliknya, sebagian besar minyak nabati apabila dipanaskan pada suhu tinggi akan menjadi kental, namun MCT masih dalam wujud cair jernih dan tidak mengental meskipun pada suhu yang sangat rendah, yaitu 0<sup>0</sup>C (Syahet *et al.*, 2005). VCO juga mengandung *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA) dimana MCFA dapat merangsang

pembentukan kolesterol baik di dalam tubuh, sehingga VCO dapat bermanfaat mengurangi penumpukkan kolesterol di dalam darah yang dapat menyebabkan obesitas dan penyakit jantung (Timoti, 2005). VCO dalam pembuatan nanoemulsi ini berperan sebagai fase minyak. Minyak merupakan komponen penting dalam pembuatan sediaan nanoemulsi karena dapat melarutkan bahan aktif lipofilik (Gupta *et al.*, 2010).

#### 4. Akuades

Air murni yang diperoleh dengan cara penyulingan disebut akuades. Air murni yang bebas dari kotoran maupun mikroba. Penggunaannya sebagai pelarut dalam formulasi, bahan aktif, dan reagen analitikal dalam farmasi (Rowe,2009). Pemerian cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1979).

### D. Daun Mangkokan

#### 1. Sistematika Tanaman



Gambar 3. Daun Mangkokan(Batari, 2007)

Dalam sistematika tumbuhan ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Dicotyledonae  
Bangsa : Apiales  
Suku : Araliaceae  
Marga : Polyscias  
Jenis : *Polyscias scutellaria*  
Sinonim : *Nothopanax scutellarius*

#### 2. Morfologi

Tumbuh tegak dengan tinggi 1-3 meter. Batang berkayu, bentuknya bulat, bercabang atau lurus. Berdaun tunggal, bertangkai, agak tebal,

bentuknya bulat, berlekuk seperti mangkok, pangkal berbentuk jantung, tepi bergerigi, diameter 6-12 cm, pertulangan menyirip, warna hijau tua. Berbunga majemuk, bentuk payung, warnanya hijau. Buahnya buah buni, pipih, hijau. Biji kecil, keras, berwarna coklat (Dalimartha, 1999).

### 3. Kandungan Kimia

Daun mangkogan mengandung kalium oksalat, peroksidase, amigdalin, fosfor, besi, lemak, protein, vitamin A, B1, C, saponin, tanin dan flavonoid. Jenis flavonoid yang terkandung dalam daun mangkogan adalah flavonol (kuersetin, kaemferol, dan mrisetin) dan flavon (luteolin dan apigenin) (Dalimartha, 1999). Batang dan daun mangkogan mengandung kalsium-oksalat, peroksidase, amigdalin, fosfor, besi, lemak, protein, serta vitamin A, B1, dan C serta mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, dan polifenol (Anonim, 1995).

Berdasarkan penelitian identifikasi flavonoid, daun mangkogan memiliki kadar air sebesar 85.91%. Berdasarkan hasil analisis total fennol, kandungan fenol pada daun mangkogan adalah sebanyak 94.30 mg/100g untuk sampel segar dan 669.30 mg/100g untuk sampel kering. Hasil analisis dengan HPLC menunjukkan kromatogram sampel mangkogan memiliki puncak flavonoid yang muncul hanya kuercetin (pada menit ke- 7.025) dan kaemferol (pada menit ke- 16.409) (Batari, 2007).

## E. Daun Teh

### 1. Sistematika Tanaman



**Gambar 4. Daun Teh (Andriani, 2010)**

Dalam sistematika tumbuhan ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Sub Kelas : Dialypetalae  
Bangsa : Guttiferales  
Suku : Camelliaceae  
Marga : Camellia  
Jenis : *Camellia sinensis*

## 2. Morfologi

Tanaman teh tergolong tanaman perdu, sistem perakaran teh adalah akar tunggang. Bunganya kuning-putih berdiameter 2,5-4 cm dengan 7 hingga 8 petal, berkelamin dua dan terdapat di ketiak daun. Kelopak berbentuk mangkok, hijau, benang sari membentuk lingkaran, pangkal menyatu, melekat pada daun mahkota, pada bagian dalam lepas. Tangkai sari kurang lebih 1 cm, berwarna putih kekuningan. Kepala sari berwarna kuning, tangkai putik bercabang tiga, panjang kurang lebih 1 cm dan berwarna hijau kekuningan. Daun teh merupakan daun tunggal dan memiliki panjang 4-15 cm lebar 2-5 cm. Helai daun berbentuk lanset dengan ujung meruncing dan bertulang menyirip. Pangkal daun runcing dan tepinya lancip bergerigi. Daun muda berwarna hijau muda lebih disukai untuk produksi teh. Daun teh mempunyai rambut-rambut pendek putih di bagian bawah daun. Daun tua berwarna lebih gelap.

## 3. Kandungan Kimia

Senyawa kimia dalam teh yang merupakan salah satu kelas flavanol yaitu katekin. Jumlah katekin bervariasi untuk masing-masing jenis teh. Katekin teh memiliki sifat tidak berwarna, larut dalam air serta membawa sifat pahit dan sepat pada seduhan teh. Kandungan katekin dalam teh hijau berkisar antara 60-70%, dan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan

bahwa katekin memiliki daya hambat terhadap mikroorganisme (Setiawan *et al.*, 2010). Katekin sendiri digolongkan menjadi *epicatechin* (EC), *epigallocatechin gallate* (EGCG), *epigallocatechin* (EGC), dan *epicatechin gallate* (ECG) (Nishant *et al.*, 2012).

Kandungan terbesar pada pucuk tanaman teh hijau yakni *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG). EGCG merupakan senyawa polifenol yang memiliki 15 atom C dalam inti dasarnya yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6 yaitu 2 cincin aromatik yang dihubungkan oleh satuan 3 karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin.

#### **E. Ekstraksi**

Simplisia adalah bahan alamiah yang digunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun juga dan kecuali dinyatakan lain, simplisia merupakan bahan yang dikeringkan. Simplisia dapat berupa simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia mineral (Depkes RI, 1995).

1. Simplisia nabati adalah simplisia yang berupa tanaman utuh, bagian tanaman atau eksudat tanaman. Yang dimaksud dengan eksudat tanaman ialah isi sel yang secara spontan keluar dari tanaman atau yang dengan cara tertentu dikeluarkan dari selnya, atau zat-zat nabati lainnya yang dengan cara tertentu dipisahkan dari tanamannya.
2. Simplisia hewani adalah simplisia yang berupa hewan utuh, bagian hewan atau zat-zat berguna yang dihasilkan oleh hewan dan belum berupa zat kimia murni.
3. Simplisia pelikan atau mineral ialah simplisia yang berupa bahan pelikan atau mineral yang belum diolah atau telah diolah dengan cara sederhana dan belum berupa zat kimia murni.

Ekstrak merupakan sediaan kental yang diperoleh dengan cara mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian sebagian atau semua pelarut diuapkan dan masa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian rupa hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Depkes RI, 1995).

Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi keseimbangan.

Pembuatan ekstrak dengan cara maserasi mengikuti syarat Farmakope edisi III, yaitu bahan tumbuhan dihaluskan dengan cara dipotong-potong atau diserbukkan, kemudian disatukan dengan bahan pengekstraksi. Semakin kecil ukuran partikel dari bahan, maka akan semakin mudah cairan pengekstrak menarik senyawa kimia yang terkandung dalam bahan tersebut.

Metode ini tidak menggunakan pemanasan, sehingga zat aktif yang terkandung di dalam simplisia tidak rusak. Selama maserasi zat disimpan dan terlindung dari cahaya langsung untuk mencegah reaksi perubahan warna. Kerugian dari ekstraksi dengan maserasi adalah pengerjaannya lama dan penyarian kurang sempurna. Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan.

#### **G. Metode SLD (*Simplex Lattice Design*)**

Optimasi adalah suatu metode atau desain eksperimental untuk memudahkan dalam penyusunan dan interpretasi data secara matematis. Formulasi yang optimal seringkali didapati dari penerapan SLD. *Simplex Lattice Design* (SLD) merupakan salah satu metode untuk mengetahui profil efek campuran terhadap suatu parameter. Penerapan SLD digunakan untuk menentukan formula optimal dari campuran bahan, dalam desainnya jumlah total bagian komposisi campuran dibuat dengan satu bagian (Bolton, 1997).

Dasar metode ini adalah adanya dua variabel bebas A dan B. Rancangan ini dibuat dengan memilih 3 kombinasi dan yang diamati adalah respon yang didapat. Respon yang didapat haruslah mendekati tujuan yang ditetapkan sebelumnya baik maksimal atau minimal (Bolton, 1997).

Hubungan responden komponen yang digambarkan sebagai berikut :

$$Y = a(A) + b(B) + ab(A)(B)$$

Keterangan:

Y = respon atau efek yang dihasilkan

a, b, ab = koefisien yang didapat atau dihitung dari hasil percobaan

[A], [B] = kadar komponen, [A] + [B] selalu harus satu bagian (Bolton, 1997)

Hubungan respon dan komponen yang digambarkan sebagai berikut:

Komponen dengan syarat:

$$0 \leq (A) \leq 1$$

$$0 \leq (B) \leq 1$$

$$(A) + (B) = 1$$

A, b, dan ab sebagai suatu koefisien yang menyatakan nilai parameter mutu fisik. Untuk mengetahui nilai a, b, ab diperlukan 3 formula sebagai berikut; A=1 bagian atau diambil 100% tanpa B, B=1 bagian atau diambil 100% tanpa A, dan campuran A dan B masing-masing 50%.

Dengan memasukan respon yang didapat dari hasil percobaan dengan hasil diatas maka dapat dihitung harga koefisien a, b, dan ab. Dengan diketahuinya harga-harga koefisien ini dapat pula dihitung nilai Y (respon) pada setiap variasi campuran A dan B sehingga digambarkan profilnya (Bolton, 1997).

Profil efek campuran terhadap suatu parameter dapat dianalisa dengan metode *simplex lattice design* menggunakan bantuan software *design expert*. Pada software *design expert* untuk mengetahui respon dari variabel terdapat 3 model yaitu model *Linear*, model *Quadratic* dan model *Special cubic*.

1. *Linear* model:

$$Y = \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2) + \beta_3(X_3)$$

2. *Quadratic* model:

$$Y = \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2) + \beta_3(X_3) + \beta_{12}(X_1)(X_2) + \beta_{13}(X_1)(X_3) + \beta_{23}(X_2)(X_3)$$

3. *Special* model:

$$Y = \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2) + \beta_3(X_3) + \beta_{12}(X_1)(X_2) + \beta_{13}(X_1)(X_3) + \beta_{23}(X_2)(X_3) + \beta_{123}(X_1)(X_2)(X_3)$$

Keterangan:

$X_1, X_2, X_3$  = fraksi campuran komponen

$B_1, \beta_2, \beta_3$  = koefisien regresi (dihitung berdasarkan respon percobaan)

Dalam optimasi model *simplex lattice design*, jumlah sesungguhnya suatu komponen dalam campuran, diterjemahkan sebagai proporsi yang merupakan bilangan nol atau positif dan tidak boleh berupa bilangan negatif. Jumlah seluruh proporsi dari semua komponen adalah 1. Jika  $X_1, X_2, \dots, X_q$  adalah proporsi komponen 1, 2, ..., q, maka  $0 < X_i < 1$  jika terdapat 3 komponen ( $q = 3$ ) yaitu A, B dan C maka digambarkan dalam bentuk dua dimensi berupa segitiga samasisi (model *special cubic*) dengan 3 sudut. Pada masing-masing sudut segitiga sama sisi menunjukkan komponen tunggal dengan nilai proporsi = 1. Hal yang perlu diperhatikan adalah ketiga sisi segitiga harus mempunyai skala yang sama respon yang didapat haruslah mendekati tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya baik maksimal atau minimal (Bolton, 1997).

