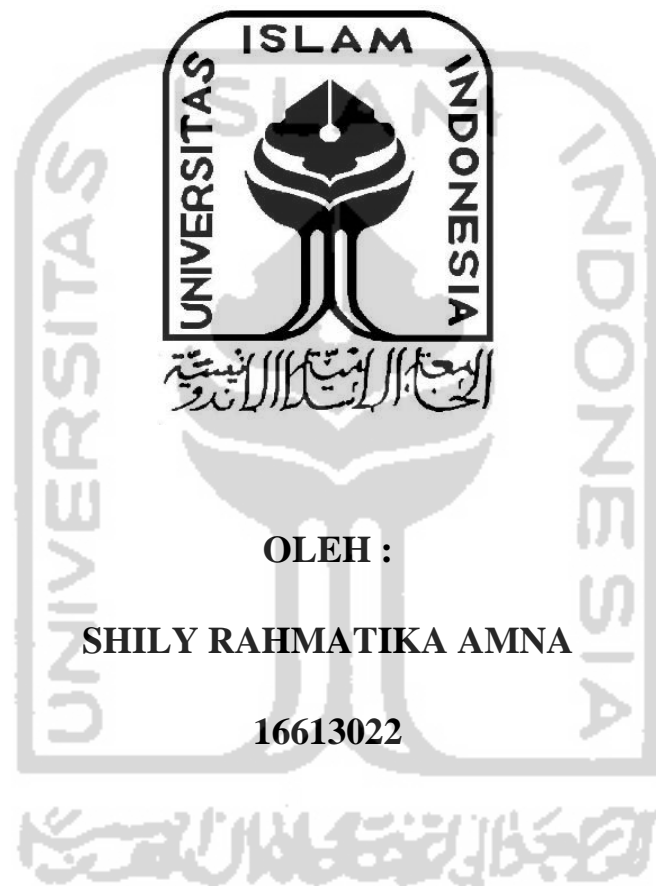


**FORMULASI DAN EVALUASI SEDIAAN NANOEMUL GEL  
MINYAK ATSIRI SEREH WANGI (*Cymbopogon nardus* L.)  
YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTI JERAWAT**

**SKRIPSI**



**OLEH :**

**SHILY RAHMATIKA AMNA**

**16613022**

**PROGRAM STUDI FARMASI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2020**

**FORMULASI DAN EVALUASI SEDIAAN NANOEMUL GEL  
MINYAK ATSIRI SEREH WANGI (*Cymbopogon nardus* L.)  
YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTIJERAWAT**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi  
(S.Farm)

Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia



Oleh :

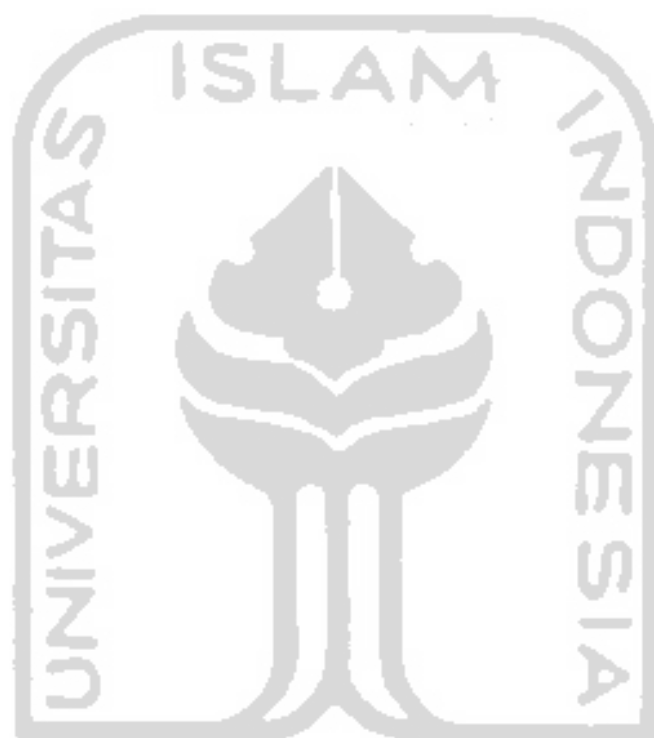
**SHILY RAHMATIKA AMNA**

**16613022**

**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2020**





Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia



**Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 Juni 2020

Penulis,

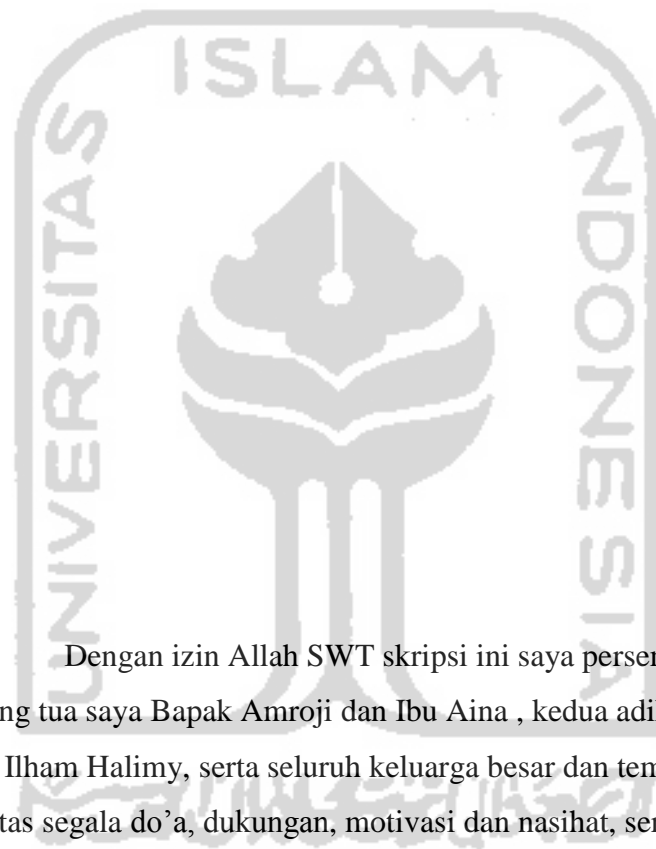


Shily Rahmatika Amna



*“Sungguh, para malaikat merendahkan sayapnya sebagai keridaan kepada penuntut ilmu. Orang yang berilmu akan dimintai ampunan oleh penduduk langit dan bumi, bahkan hingga ikan yang ada didasar laut.”*

(HR. Abu Daud, Tirmidzi dan Ibnu Majah)



Dengan izin Allah SWT skripsi ini saya persembahkan untuk:  
Kedua orang tua saya Bapak Amroji dan Ibu Aina , kedua adik saya Zida dan Syamila, Ilham Halimy, serta seluruh keluarga besar dan teman-teman saya. Terimakasih atas segala do'a, dukungan, motivasi dan nasihat, serta kasih sayang kepada saya.

Almamater kebanggaan saya, Universitas Islam Indonesia



bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca tetap diharapkan demi perbaikan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga Allah Swt berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang farmasi



Yogyakarta,.....2020

Penulis,

Shily Rahmatika Amna



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Studi Pustaka .....	4
2.1.1 Nanoemul gel.....	4
2.1.2 Tanaman Sereh Wangi ( <i>Cymbopogon nardus</i> L) .....	4
2.1.3 Akne Vulgaris .....	7
2.1.4 Bakteri Propionibacterium acnes .....	8
2.1.5 Monografi Bahan .....	9
2.2 Hipotesis .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Bahan Dan Alat.....	13
3.1.1 Bahan .....	13
3.1.2 Alat .....	13
3.2 Cara Penelitian.....	13
3.2.1 Determinasi tanaman sereh wangi ( <i>Cymbopogon nardus</i> L) .....	13
3.2.2 Pembuatan minyak atsiri sereh wangi menggunakan metode destilasi uap-air .....	13
3.2.4 Formula dan prosedur pembuatan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.....	14
3.2.5 Analisis ukuran partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi .....	15
3.2.6 Evaluasi sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>

4.1 Uji Determinasi Tanaman.....	17
4.2 Isolasi Minyak Atsiri Sereh Wangi dengan metode destilasi uap-air.....	17
4.3 Identifikasi Minyak Atsiri Sereh Wangi .....	18
4.4 Identifikasi ukuran dan distribusi partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi menggunakan Particle size analyzer (PSA).....	19
4.5 Evaluasi fisik sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi .....	21
4.5.2 Uji Organoleptis sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi .....	21
4.5.3 Uji pH .....	23
4.5.4 Uji Viskositas.....	24
4.5.5 Uji Daya Sebar.....	25
4.5.7 Uji Stabilitas .....	25
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>35</b>

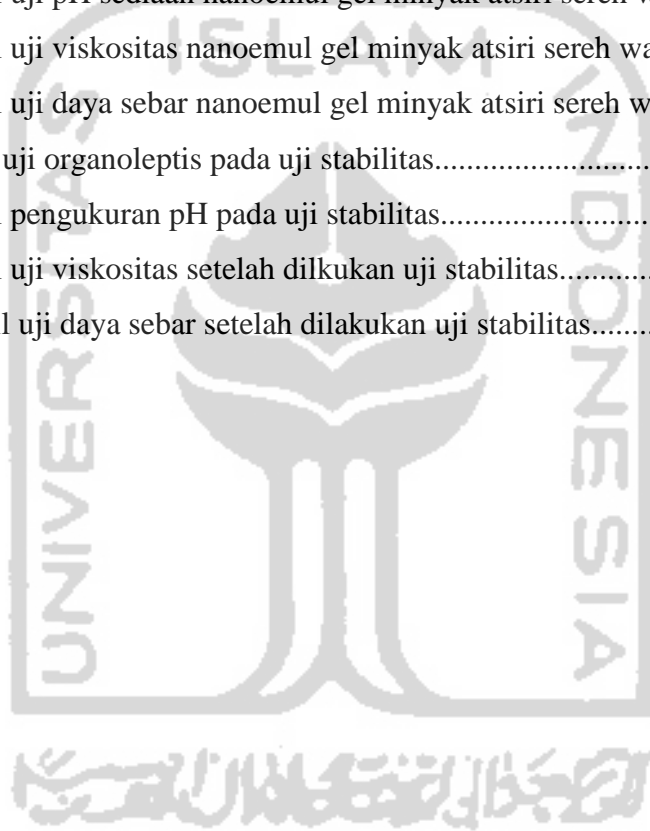


## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Tanaman Sereh Wangi.....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Struktur Senyawa Sitronellal.....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Struktur Senyawa Sitronellol .....	7
<b>Gambar 2.4</b>	Struktur Senyawa Geraniol.....	7
<b>Gambar 2.5</b>	Presentasi Klinis Akne Vulgaris.....	8
<b>Gambar 2.6</b>	Presentasi Klinis Akne Vulgaris.....	8
<b>Gambar 2.7</b>	Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i> .....	9
<b>Gambar 2.8</b>	Struktur Kimia Alkohol.....	9
<b>Gambar 2.9</b>	Struktur Kimia Propilen Glikol.....	10
<b>Gambar 2.10</b>	Struktur Kimia Tween 80.....	11
<b>Gambar 2.11</b>	Struktur Kimia Karbopol .....	11
<b>Gambar 4.1</b>	Minyak atsiri sereh wangi.....	17
<b>Gambar 4.2</b>	Kromatogram minyak atsiri sereh wangi.....	18
<b>Gambar 4.3</b>	Sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.....	22

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Formula sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi .....	14
<b>Tabel 3.2</b> Formula basis gel.....	14
<b>Tabel 4.1.</b> Hasil isolasi minyak atsiri sereh wangi.....	18
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil identifikasi ukuran partikel.....	20
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil uji organoleptis nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.....	22
<b>Tabel 4.4.</b> Hasil uji pH sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.....	23
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil uji viskositas nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.....	24
<b>Tabel 4.6.</b> Hasil uji daya sebar nanoemul gel minyak atsiri sereh wang.....	25
<b>Tabel 4.7</b> Hasil uji organoleptis pada uji stabilitas.....	26
<b>Tabel 4.8.</b> Hasil pengukuran pH pada uji stabilitas.....	27
<b>Tabel 4.9.</b> Hasil uji viskositas setelah dilakukan uji stabilitas.....	28
<b>Tabel 4.10</b> Hasil uji daya sebar setelah dilakukan uji stabilitas.....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran 1.</i>	Hasil uji determinasi tanaman sereh wangi.....	35
<i>Lampiran 2.</i>	Hasil analisis GC-MS minyak atsiri sereh wangi.....	36
<i>Lampiran 3.</i>	Tabel perhitungan hasil uji ukuran partikel.....	40
<i>Lampiran 4.</i>	Tabel perhitungan hasil uji pH.....	40
<i>Lampiran 5.</i>	Tabel perhitungan hasil uji viskositas.....	41
<i>Lampiran 6.</i>	Tabel perhitungan hasil uji daya sebar.....	41
<i>Lampiran 7.</i>	Tabel perhitungan hasil uji stabilitas pH.....	42
<i>Lampiran 8.</i>	Tabel perhitungan hasil uji stabilitas viskositas.....	43
<i>Lampiran 9.</i>	Tabel perhitungan uji stabilitas daya sebar.....	44
<i>Lampiran 10.</i>	Hasil analisis ukuran partikel nanoemulsi minyak sereh wangi...45	



# FORMULASI DAN EVALUASI SEDIAAN NANOEMUL GEL MINYAK ATSIRI SEREH WANGI YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTI JERAWAT

**Shily Rahmatika Amna**

**Prodi Farmasi**

## INTISARI

Minyak atsiri serih wangi (*Cymbopogon nardus* L.) diketahui memiliki aktivitas terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* yang merupakan bakteri penyebab jerawat. Untuk memberikan kenyamanan dan meningkatkan aktifitasnya, maka dibuat dalam bentuk sediaan nanomul gel. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat formulasi dan evaluasi sediaan nanoemul gel minyak atsiri serih wangi. Formulasi nanoemul gel minyak atsiri serih wangi dibuat dengan cara mencampurkan nanoemulsi minyak atsiri serih wangi kedalam basis gel. Formulasi sediaan nanoemul gel terbagi menjadi tiga formula dengan konsentrasi zat aktif yang berbeda, yaitu formula 1 (5%), formula 2 (7%), dan formula 3 (9%). Evaluasi yang dilakukan meliputi uji ukuran partikel terhadap nanoemulsi minyak atsiri serih wangi, dan uji organoleptis, uji pH, uji viskositas, uji daya sebar dan uji stabilitas terhadap nanoemul gel minyak atsiri serih wangi. Hasil analisis ukuran partikel menunjukkan nanoemulsi minyak atsiri serih wangi memiliki rentang ukuran partikel 14.7-108.87. Hasil evaluasi sediaan nanoemul gel minyak atsiri serih wangi menunjukkan bahwa sediaan nanoemul gel minyak atsiri serih wangi memiliki warna sediaan kuning hingga kuning pucat, transparan hingga semi transparan. Nanoemul gel minyak atsiri serih wangi memiliki rentang nilai pH 5.01-5.09, rentang nilai viskositas 1579.6-1761.7 cp, dan daya sebar 7.2-7.35 cm. Berdasarkan hasil evaluasi fisik sediaan nanoemul gel, formula yang terbaik adalah formula 1. Formula 1 memiliki ukuran partikel terkecil, daya sebar yang baik dan nilai pH yang relatif stabil. Sehingga diharapkan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai terapi antijerawat.

**Kata kunci :** *Cymbopogon nardus* L, Minyak atsiri serih wangi, Nanoemul gel.

**FORMULATION AND EVALUATION OF CITRONELLA OIL  
(*Cymbopogon nardus* L) NANOEMUL GEL THAT HAS POTENTIAL AS  
ANTIACNE**

**Shily Rahmatika Amna**

**Department of Pharmacy**

**ABSTRACT**

Citronella essential oil (*Cymbopogon nardus* L.) is known to have activity against *Propionibacterium acnes* which is a bacterium that causes acne. To provide comfort and increase the activity of citronella oil, therefore it is made into nanoemulgel preparations. The purpose of this research is to formulate and evaluate the preparation of citronella oil nanoemul gel. The purpose of this research is to formulate and evaluate the preparation of nanoemul gel of citronella oil. The formulation of nanoemul gel of citronella oil is made by mixing citronella oil nanoemulsion into a gel base. The nanoemul gel preparation formulation is divided into three formulas with different active ingredient compositions, that is formula 1 (5%), formula 2 (7%), and formula 3 (9%). Evaluations were carried out on particle size tests on the nanoemulsion of citronella essential oils, and organoleptic tests, pH tests, viscosity tests, spreadability tests and stability test on nanoemul citronella essential oil oils. The result shows, particle size of the citronella oil nanoemulsion that obtained was 14.7-108.87 nm. All three formulas have a thick and mild consistency of gel, produce light yellow until pale yellow, transparent until semi transparent, and fragrant of citronella oil. The pH and viscosity values that obtained were 5.01-5.09, 1579.6-1761.7 cP, and the spreadability was 7.2-7.35 cm. The best formula is Formula 1, because it has a particle size, has a good dispersion and a relatively stable pH value. So that, it is expected to have potential to be developed as anti-acne therapy.

**Keyword : Citronella oil, *Cymbopogon nardus* L, Nanoemul gel**

**BAB 1**  
**PENDAHULUAN**  
**1.1 Latar Belakang**

Genera *Corynebacteria*, *Propionibacteria* dan *Staphylococci* merupakan komunitas mikrobiota yang paling banyak ditemukan pada permukaan kulit (Dreno *dkk.*, 2018). Pada genera *Propionibacteria* terdapat spesies bakteri *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) yang merupakan bakteri yang paling dominan pada bagian sebacea kulit. Ia dapat berperan sebagai patogen oportunistik pada akne vulgaris (Dreno *dkk.*, 2018; Platsidaki dan Dessinioti, 2018). Pada kondisi kulit yang sehat, jumlah mikrobiota tersebut dalam jumlah yang seimbang. Tetapi apabila keseimbangan tersebut terganggu maka akan menyebabkan penyakit kulit yang serius (Platsidaki dan Dessinioti, 2018).

Akne vulgaris atau jerawat merupakan penyakit kulit yang paling umum terjadi, dengan tingkat kejadian paling tinggi pada usia remaja meskipun dapat terjadi pada usia berapapun (Rathi, 2011). Akne vulgaris didefinisikan sebagai penyakit inflamasi kronis pada folikel polisebasea dan memiliki karakteristik berupa komedo terbuka, komedo tertutup, nodul, papul, pustul dan kista. (Semyonov, 2010; Tahir, 2010). Akne vulgaris memiliki tingkat kejadian paling tinggi pada usia 14-17 tahun untuk perempuan, dan 16-19 tahun untuk laki-laki (Rocha dan Bagatin, 2018). Penyebabnya adalah produksi sebum yang berlebih, hiperkreatiniasi folikel, hiperproliferasi bakteri *Propionibacterium acnes* dan inflamasi.

Prinsip terapi dalam pengobatan akne vulgaris yaitu dengan cara mengurangi produksi sebum berlebih, mengurangi inflamasi pada kulit, mengatasi ketidaknormalan folikel, dan mengurangi inflamasi pada kulit (Indarto *dkk.*, 2019). Selama ini antibiotik digunakan sebagai salah satu terapi yang efektif dalam pengobatan jerawat, seperti klindamisin, eritromisin, dan tetrasiklin (Meilina dan Hassanah, 2018). Tetapi penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat menyebabkan resistensi (Sholih *dkk.*, 2015). Oleh karena itu diperlukan adanya terapi alternatif yang efektif dan aman. Salah satu terapi yang dapat



digunakan dalam pengobatan akne vulgaris yaitu antibakteri yang berasal dari tanaman, karena memiliki efek samping yang lebih rendah dibandingkan dengan obat-obatan sintetis.

Tanaman sereh wangi merupakan tanaman yang terkenal dengan kandungan minyak atsirinya yang tinggi. minyak atsiri sereh wangi secara luas dimanfaatkan dalam pembuatan kosmetik, parfum dan obat-obatan. Pada penelitian sebelumnya, menyatakan bahwa minyak atsiri sereh wangi memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*. Sehingga minyak atsiri sereh wangi dapat berpotensi sebagai terapi alternatif dalam pengobatan jerawat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lertsatitthanakorn *dkk.* (2006) menyatakan bahwa minyak atsiri sereh wangi memiliki aktivitas antibakteri yang baik terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) dan memiliki aktivitas antiinflamasi. Hal tersebut didukung oleh penelitian Luangnarumitchai *dkk.* (2007) yang menunjukkan hambatan minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L) terhadap berbagai galur *P. acnes*.

Nanoemulgel merupakan sediaan nanoemulsi berbasis gel. Sediaan ini mempunyai ukuran partikel yang kecil, oleh karena itu dapat meningkatkan kemampuan partikel senyawa untuk menembus membran kulit dan bentuk gel yang memiliki pelepasan terkontrol serta bioavailabilitas yang baik (Jivani *dkk.*, 2018). Bentuk sediaan gel merupakan sediaan topikal yang mudah diaplikasikan pada kulit serta memiliki karakteristik organoleptis yang menarik dibanding sediaan topikal lainnya. Hal ini karena sediaan gel terdapat kandungan air yang dapat mendinginkan, menyejukkan, melembabkan, mudah penggunaannya dan mudah berpenetrasi pada kulit (Sukartiningsih *dkk.*, 2019).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang isolasi minyak atsiri sereh wangi yang dilakukan oleh Anwar *dkk.*, 2019, dan penelitian tentang formulasi dan evaluasi sediaan nanoemul gel dari minyak jintan hitam yang dilakukan oleh Natalia, 2012. Namun pembuatan nanoemul gel dari minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) belum pernah dilaporkan, sehingga

keterbaharuan penelitian ini adalah formulasi dan evaluasi sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi yang berpotensi sebagai antijerawat. Sediaan nanoemulgel dipilih karena sediaan ini cocok untuk penggunaan topikal, dan diharapkan dengan ukuran nano dapat berpenetrasi ke dalam kulit menjadi lebih baik. Dengan pembuatan sediaan ini diharapkan sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi memiliki efektivitas antijerawat yang lebih baik dan dapat diterima oleh masyarakat.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana formulasi dan evaluasi sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Membuat formulasi dan evaluasi sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Bagi peneliti khususnya dalam bidang teknologi farmasi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengembangan penelitian mengenai studi sediaan nanoemulgel berbahan dasar alam.
2. Bagi industri farmasi khususnya dibidang industri kosmetik bahan alam, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan inovasi terbaru pemanfaatan minyak atsiri sereh wangi dan pengembangan sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi.
3. Bagi masyarakat khususnya dalam bidang kesehatan, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai formulasi dan pembuatan sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Pustaka**

##### **2.1.1 Nanoemul gel**

Nanoemulsi adalah emulsi yang dibuat dari minyak, air dan surfaktan dengan ukuran 10-200 nm, yang dapat menjadi dua bentuk yaitu emulsi minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M). Nanoemulsi merupakan sistem penghantaran obat yang memiliki efikasi yang baik, dengan memaksimalkan penetrasi obat ke dalam kulit dan meminimalkan efek samping. Nanoemulsi dapat berpenetrasi dengan mudah menembus pori-pori kulit membawa zat aktif menuju lokasi target, menghasilkan sistem penghantaran obat yang efektif (Mulia dkk., 2018).

Gel merupakan sediaan topikal yang mudah diaplikasikan pada kulit serta memiliki penampilan fisik yang menarik dibanding sediaan topikal lainnya. Hal ini disebabkan karena sediaan gel memiliki kandungan air yang bersifat mendinginkan, menyejukkan, melembabkan, mudah penggunaannya, mudah berpenetrasi pada kulit, sehingga memberikan efek penyembuhan yang lebih cepat sesuai dengan basis yang digunakan (Sukartiningsih dkk., 2019).

Nanoemulgel merupakan suatu sediaan emulsi dengan ukuran droplet 1-10-200 nm yang disuspensikan dalam basis gel. Kelebihan dari formulasi nanoemulgel yaitu memiliki basis hidrofilik dan hidrofobik yang dapat berpenetrasi ke dalam kulit dengan baik. Nanoemul gel memiliki viskositas yang lebih rendah dibanding dengan sediaan hidrogel, sehingga dapat menghasilkan daya sebar yang baik (Mao dkk., 2019). Selain itu nanoemulgel juga lebih melekat pada permukaan kulit (Bhattacharya dan Prajapati, 2017). Karakteristik fisik nanoemul gel berupa sediaan semisolid yang kental, bertekstur lembut, dan mudah diratakan pada kulit (Eid dkk., 2014).

##### **2.1.2 Tanaman Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L)**

Sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L) merupakan tanaman yang tergolong dalam genus *Cymbopogon* dan famili *Poaceae* dan sering disebut dengan nama Citronella. Tanaman sereh wangi tumbuh di daerah tropis dan subtropis seperti

Asia, Afrika dan Amerika (El Kamari dkk., 2018). Karakteristik tanaman serih wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yaitu tumbuh tumbuh berumpum, memiliki daun berwarna hijau dan memiliki permukaan daun yang kasar (Sulaswatty dan Adilina, 2019).



**Gambar 2.1** Tanaman serih wangi (Sumber : Ibrahim dan Khalid, 2013)

Pemanenan pertama dari tanaman serih wangi, dilakukan setelah 6 bulan penanaman dan panen berikutnya dapat dilakukan setiap 3 bulan. Jika panen terlambat, kualitas minyak atsiri yang dihasilkan rendah. Dalam hal ini, bagian yang biasa disuling kdanungan minyak atsirinya adalah daun serih wangi. daun serih wangi memiliki kdanungan minyak atsiri yang tinggi dibdaning dengan batang tanaman serreh wang (Sulaswatty dan Adilina, 2019).

#### **2.1.2.1 Klasifikasi Tanaman**

Adapun klasifikasi tanaman serih wangi (*Cymbopogon nardus* L) sebagai berikut :

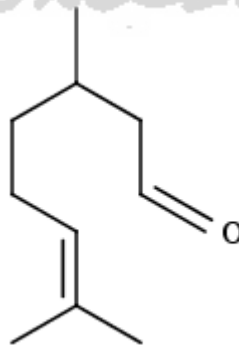
- Dunia : Plantae
- Divisi : Magnoliopita
- Kelas : Liliopsida
- Bangsa : Cyperales
- Suku : Poaceae
- Marga : Cymbopogon
- Spesies : *Cymbopogon nardus* (L.) Rendel (Sulaswatty dan Adilina, 2019)

### 2.1.2.2 Minyak atsiri sereh wangi

Genus *Cymbopogon* terkenal memiliki kandungan minyak atsiri yang tinggi. Karakteristik minyak atsiri sereh wangi yaitu cairan berwarna kuning pucat sampai coklat, memiliki aroma yang khas dan segar seperti aroma kayu, aroma rumput dan aroma lemon (Sulaswatty dan Adilina, 2019; Wijayanti, 2015). Minyak atsiri sereh wangi secara luas dimanfaatkan dalam produksi minyak Citronella (*Citronella Oil*), makanan, minuman, parfum, sabun, produk farmasetik dan produk kosmetik (El Kamari *dkk.*, 2018; Wei dan Wee, 2013).

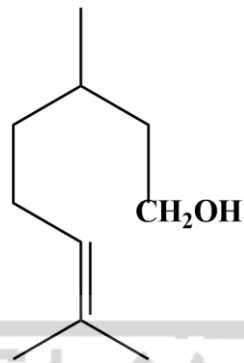
Komponen utama yang terkandung dalam minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yaitu sitronelal, sitronelol, dan geraniol. Menurut penelitian El Kamari *F et. al* (2018), senyawa Sitronelal merupakan komponen terbesar dalam minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.). Selain Sitronelal kandungan lain yang terdapat dalam minyak atsiri daun sereh wangi yaitu Sitronelol, Geraniol, Nerol, Eugenol, dan Limonen.

Senyawa yang berperan dalam aktivitas antibakteri yaitu senyawa sitronelal, sitronelol dan geraniol. Mekanisme dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu dengan cara merusak dinding sel bakteri. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan uji aktivitas antibakteri minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) terhadap bakteri *P. acnes* oleh Luangnarumitchai *dkk.*, 2007 dan (Lertsatitthanakorn *dkk.*, 2006). Penelitian keduanya menunjukkan bahwa minyak atsiri memiliki daya antibakteri terhadap bakteri *P. acnes*.



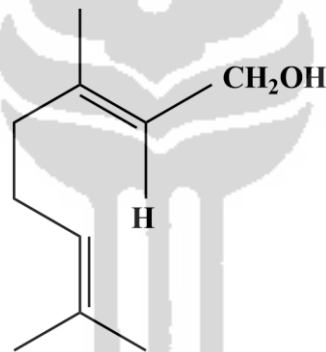
**Gambar 2.2** Struktur senyawa sitronellal

(Sumber : Chamdraw)



**Gambar 2.3** Struktur kimia Sitronellol

(Sumber : Chamdraw)

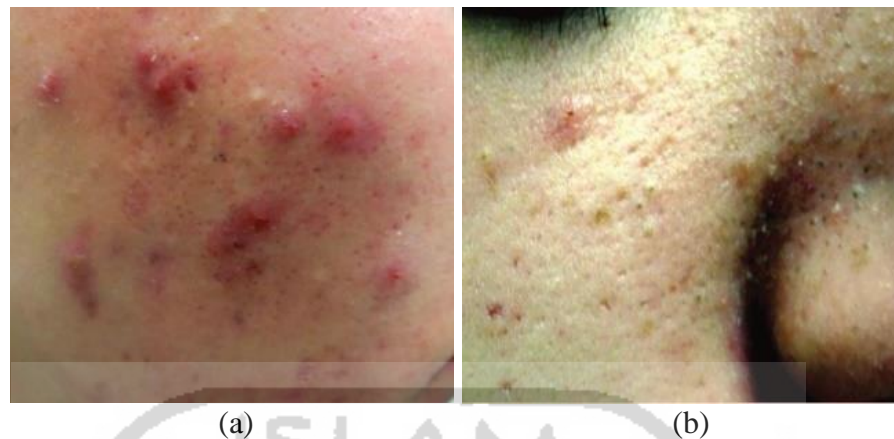


**Gambar 2.4** Struktur kimia Geraniol

(Sumber : Chamdraw)

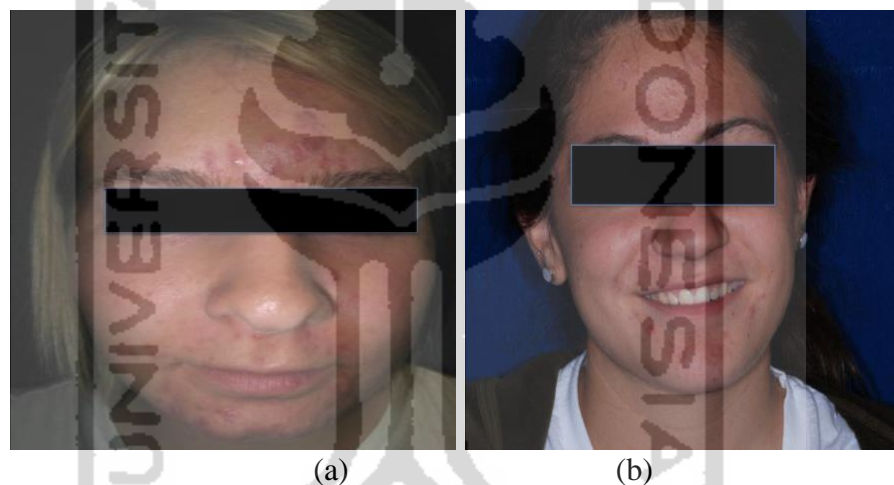
### 2.1.3 Akne Vulgaris

Akne vulgaris (AV) atau jerawat merupakan penyakit inflamasi kronis pada folikel sebacea, yang disebabkan oleh peningkatan sekresi sebum dan penyumbatan folikel (Semyonov, 2010; Well, 2014). Memiliki presentasi klinis seperti komedo, papul, pustul, nodul dan kista (Tahir, 2010). Patogenesis jerawat meliputi 4 proses yaitu, produksi sebum yang berlebih, hiperproliferasi folikel, proliferasi bakteri *P. acnes* dan inflamasi (Collier *dkk.*, 2008). Faktor yang mempengaruhi terjadinya akne vulgaris yaitu faktor genetik, endokrin, psikis, musim, stres, makanan, keaktifan kelenjar sebacea, infeksi bakteri, kosmetika, dan penggunaan bahan kimia lain (Meilina dan Hassanah, 2018).



(a) (b)  
**Gambar 2.5** Presentasi klinis akne vulgaris : (a) Kista, (b) Komedo

(Sumber : Well, 2014)



(a) (b)  
**Gambar 2.6** Presentasi klinik akne vulgaris : (a) Nodul dan kista, (b) Papul dan pustul

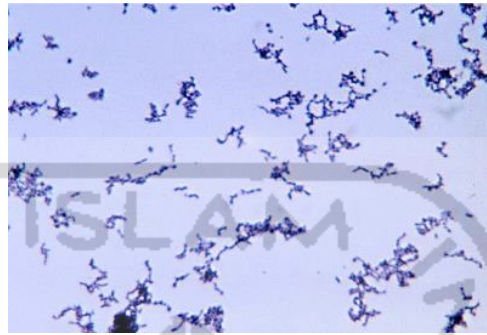
(Sumber : Tan *dkk.*, 2017)

Antibiotik digunakan sebagai salah satu cara efektif dalam pengobatan jerawat, seperti klindamisin, tetrasiklin, dan eritromisin (Guay, 2007). Tetapi, penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat menyebabkan resistensi (Sholih *dkk.*, 2015). Oleh karena itu, diperlukan adanya terapi alternatif dari tumbuhan yang berpotensi tinggi sebagai antibakteri.

#### 2.1.4 Bakteri *Propionibacterium acnes*

*Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) merupakan flora normal pada kulit, yang dapat ditemukan pada bagian wajah, dada dan punggung (Fauzi *dkk.*, 2017;

Saper *dkk.*, 2015). *P. acnes* termasuk bakteri gram positif anaerob, berbentuk basil, tidak membentuk spora dan memiliki pertumbuhan yang lambat (Behzadi *dkk.*, 2016; Platsidaki dan Dessinioti, 2018).

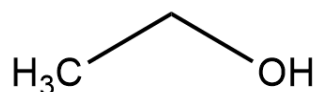


**Gambar 2.7** Bakteri *Propionibacterium acnes* yang dilihat secara mikroskopik.  
(Sumber : Saper *dkk.*, 2015 )

Populasi *P. acnes* mencakup 50% kulit manusia sebagai flora normal, dengan jumlah yang berbeda-beda disetiap bagian tubuh. Di bagian hidung terdapat  $< 10 \text{ sel/cm}^2$  dan  $10^7 \text{ sel/cm}^2$  pada kulit wajah. *P.acnes* juga dapat berperan sebagai mikroorganisme patogen pada kulit, yang akan menyebabkan penyakit kulit seperti akne vulgaris. (Saper *dkk.*, 2015). Peran *P. acnes* dalam patogenesis akne vulgaris yaitu memodulasi diferensiasi keratinosit dan meningkatkan inflamasi lokal, yang akan berimplikasi dalam lipogenesis produksi sebum. *P acnes* juga berperan dalam meningkatkan perkembangan lesi inflamasi pada jerawat dan berinteraksi dengan senyawa pendana yang menginisiasi sistem imun bawaan (Dessinioti dan Katsambas, 2016).

## 2.1.5 Monografi Bahan

### 2.1.5.1 Alkohol 96%



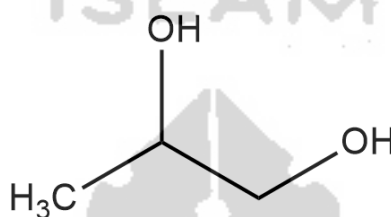
**Gambar 2.8** Struktur kimia alkohol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )

(Sumber : Chamdraw; (Rowe *dkk.*, 2009)



Alkohol memiliki nama lain yaitu etil alkohol atau etil hidroksida, memiliki bobot molekul sebesar 46,07. Alkohol 96% digunakan secara luas dalam formulasi farmasetis dan kosmetik. Secara umum digunakan sebagai pelarut, akan tetapi juga dapat digunakan sebagai preservatif antimikroba. Dalam preparasi sediaan topikal etanol dimanfaatkan untuk meningkatkan penetrasi dan juga digunakan sebagai kosurfaktan. Konsentrasi etanol 96% sebagai pelarut sediaan topikal yaitu 60-90 % (Rowe *dkk.*, 2009).

### 2.1.5.2 Propilen glikol



**Gambar 2.9** Struktur kimia propilen glikol ( $C_3H_8O_2$ )

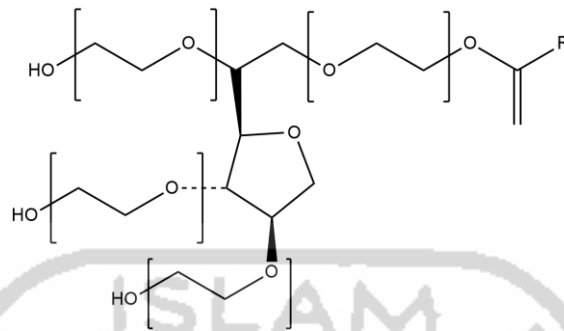
(Sumber : Chamdraw; Rowe *dkk.*, 2009)

Propilen glikol ( $C_3H_8O_2$ ) memiliki nama lain 1,2-Dihydroxypropane atau metil glikol, dan nama kimia 1,2 propanediol (57-55-6). Memiliki karakteristik cairan yang kental, jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau. Propilen glikol telah digunakan secara luas sebagai pelarut, *extractant*, dan preservatif dalam berbagai formulasi sediaan parenteral dan non-parenteral. terhadap berbagai materi, seperti kortikosteroid, fenol, obat golongan sulfa, obat golongan barbiturat vitamin (A dan D), sebagian besar alkaloid dan beberapa anastesi lokal. Propilen glikol juga digunakan dalam formulasi kosmetik sebagai agen pengemulsi. Konsentrasi propilenglikol untuk sediaan semisolid sebagai preservatif yaitu 15-30%, dan 5-80% sebagai *solvent* dan *cosolvent* untuk sediaan topical.

### 2.1.5.3 Tween 80

Tween 80 atau polisorbat 80 memiliki nama kimia polioksietilen 20 sorbitan monooleat dengan formula kimia  $C_{64}H_{124}O_{26}$  dan bobot molekul 1310. Polisorbat dengan kandungan 20 unit oksietilen merupakan surfaktan non-ionik hidrofilik yang digunakan secara luas sebagai agen pengemulsi

dalam preparasi sediaan emulsi tipe minyak dalam air (M/A) yang stabil. Struktur kimia tween 80 dapat dilihat pada **Gambar 2.10**.

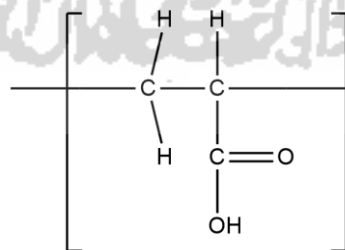


**Gambar 2.10** Struktur kimia Tween 80 ( $C_{64}H_{124}O_{26}$ )

(Sumber : Chamdraw; (Rowe *dkk.*, 2009)

Polisorbat juga digunakan sebagai agen pelarut berbagai substansi termasuk minyak atsiri dan vitamin yang larut dalam minyak serta digunakan secara luas dalam pembuatan kosmetik dan produk makanan. Karakteristik polisorbat 80 yaitu cairan berminyak berwarna kuning dan memiliki rasa yang pahit. Memiliki nilai HLB 15 dan nilai viskositas 425 mPas. Konsentrasi polysorbat sebagai agen pengemulsi jika digunakan secara tunggal yaitu 1-15%, dan jika dikombinasikan dengan agen pengemulsi hidrofilik dalam tipe emulsi M/A yaitu 1-10%.

#### 2.1.5.4 Karbopol



**Gambar 2.11** Struktur kimia karbopol

(Sumber : Chamdraw; (Rowe *dkk.*, 2009)

Karbopol memiliki nama lain karbomer. Karbopol digunakan secara luas dalam formulasi sediaan krim, gel, lotio dan salep untuk tujuan

penggunaan topikal, optalmik, rektal maupun vaginal. Berfungsi sebagai agen pengemulsi, penstabil emulsi, agen penstabil, *controlled-release agent* dan pemodifikasi sifat alir. Konsentrasi karbopol sebagai *gelling agent* adalah 0.5-2.0 %. Karakteristik karbopol yaitu berwarna putih, bersifat asam, serbuk higroskopik dengan aroma yang ringan. karbopol larut dalam air dan gliserin. bersifat tidak iritan dan tidak toksik .

## 2.2 Hipotesis

Minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) dapat diformulasikan kedalam bentuk sediaan nanoemul gel.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Bahan Dan Alat**

##### **3.1.1 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L) yang didapatkan dari perkebunan sereh wangi di Kulonprogo, Yogyakarta Indonesia. Tween 80 (PT. KAO Indonesia Chemicals), propilen glikol (Dow Chemical Pacific Singapore Private Limited), alkohol 96% (PT. Brataco Chemical, Indonesia), natrium hidroksida (Merck, Jerman), dan aquadestilata.

##### **3.1.2 Alat**

Alat-alat gelas (Merck), *homogenizer*, pH meter, viskometer brookfield, lemari pendingin, *particle size analyzer* (Horiba Scientific, Nanoparticle Analyzer SZ-100), sentrifugator, timbangan analitik (metler toledo), pemanas listrik dan aluminium foil.

#### **3.2 Cara Penelitian**

##### **3.2.1 Determinasi tanaman sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L )**

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman sereh wangi yang didapatkan dari Kulonprogo, Yogyakarta. Selanjutnya dideterminasi di Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

##### **3.2.2 Pembuatan minyak atsiri sereh wangi menggunakan metode destilasi uap-air**

Dipasang rangkaian alat destilasi. Sebanyak 5 kg tanaman sereh wangi yang telah dipotong-potong dimasukkan ke dalam ddanang yang telah berisi air dan dipisahkan dengan saringan serta dilengkapi dengan kondensor, kemudian dipanaskan dengan api kecil. Pada saat pemanasan, terjadi proses pengembunan di dalam kondensor dan distilat yang keluar ditampung pada erlenmeyer. Kemudian,

dipisahkan destilat dengan air dan tambahkan natrium sulfat untuk menarik sisa air. Minyak atsiri yang didapat kemudian disimpan dalam gelas tertutup dan terlindung dari paparan cahaya.

### 3.2.4 Formula dan prosedur pembuatan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

Formulasi sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi terbagi menjadi tiga formulasi dengan variasi pada konsentrasi minyak atsiri sereh wangi dan aquadestilata. Persentase komposisi bahan masing-masing formula pada percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Formula sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

Bahan (gram)	Konsentrasi %b/b		
	Formula I	Formulasi II	Formulasi III
Minyak sereh wangi (5 gram)	5	7	9
Tween 80 (35 gram)	35	35	35
Propilenglikol (5 gram)	5	5	5
Alkohol 96% (15 gram)	15	15	15
Aquadestilata (10 gram)	10	8	6
Basis gel (30 gram)	30	30	30

**Tabel 3.2** Formula basis gel

Bahan	Konsentrasi %b/b
Karbopol (0.2 gram)	0.2
TEA (0.8 gram)	0.8
Aquadestilata (97.2 gram)	97.2

(Natalia, 2012)

Prosedur pembuatan sediaan nanoemulgel formula 1,2 dan 3 yaitu aquadest dan tween dipanaskan pada wadah yang terpisah hingga suhunya mencapai 35°C. Selanjutnya, tween 80 dituang ke dalam aquadest dan dihomogenkan dengan kecepatan 3000 rpm selama 8 menit (Campuran I). Minyak sereh wangi yang telah

ditimbang ditambahkan ke dalam campuran tween 80 dan aquadest sambil dihomogenkan menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 7 menit (Campuran II). Campuran propilen glikol dan alkohol 96% ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam campuran II sambil dihomogenkan menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Nanoemulsi yang telah dibuat, dibiarkan selama 24 jam.

Pembuatan basis gel dilakukan dengan cara mendispersikan karbopol kedalam aquadest dan dibiarkan hingga karbopol larut, kemudian ditambahkan larutan TEA sedikit demi sedikit sambil diaduk. Campuran karbopol dan TEA dihomogenkan menggunakan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 5 menit, sehingga terbentuk basis gel. Basis gel yang telah terbentuk didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya, basis gel yang telah ditimbang diaduk menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 1 menit. Nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam basis gel sambil dihomogenkan menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 4 menit. Setelah seluruh nanoemulsi ditambahkan kecepatan homogenizer ditingkatkan menjadi 3500 rpm dan campuran diaduk selama 5 menit hingga terbentuk nanoemulsi gel.

### **3.2.5 Analisis ukuran partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi**

Analisis ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan *particle size analyzer* (Horiba Scientific, Nanoparticle Analyzer SZ-100). Analisis ukuran partikel dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel pada nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi.

### **3.2.6 Evaluasi sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi**

#### **3.2.7.1 Uji organoleptis**

Sediaan nanoemulgel diamati secara langsung dari segi warna, aroma, kejernihan dan konsistensi sediaan.

### 3.2.7.2 Pengukuran pH

Pengukuran pH sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi diukur menggunakan pH meter. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan pH meter kedalam sediaan dan catat pH yang ditunjukkan. Pengukuran dilakukan tiga kali replikasi dan pada temperatur ruang ( $25 \pm 2$  °C)

### 3.2.7.3 Uji viskositas

Pengukuran viskositas nanoemulgel menggunakan viskometer brookfield pada suhu ruang 25°C, dengan kecepatan rotasi 10 rpm. Percobaan dilakukan 3 kali.

### 3.2.7.4 Uji daya sebar

Sediaan nanoemul gel ditimbang 0,5 gram dan diletakkan pada bagian tengah kaca dengan milimeter blok dan kaca penutup diletakkan di atas kaca pertama sebagai beban awal selama 1 menit. Diukur diameter penyebaran gel. Diulang pengukuran daya sebar gel dengan penambahan beban 50 gram tiap 1 menit sampai beban yang diberikan sebesar 150 gram.

### 3.2.7.5 Uji Stabilitas dengan metode Freeze dan thaw

Pengujian stabilitas dengan metode *freeze thaw* sebanyak 4 siklus. Tiap siklus terdiri dari penyimpanan sediaan pada suhu  $4 \pm 2$ °C selama 24 jam, lalu dilanjutkan pada suhu ruang untuk 24 jam berikutnya (1siklus). Pengamatan dilakukan terhadap organoleptis, pH, daya sebar, dan viskositas sediaan.

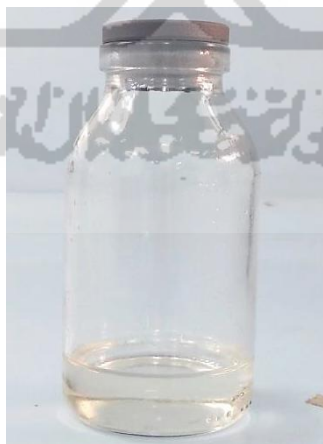
## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Uji Determinasi Tanaman**

Uji determinasi tanaman bertujuan untuk mengetahui kebenaran jenis tanaman yang akan digunakan dalam penelitian. Bagian tanaman yang akan di determinasi yaitu daun, batang dan akar. Hasil determinasi tanaman yang dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta terhadap tanaman yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan yang digunakan benar sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.). Hasil uji determinasi disajikan pada *Lampiran 1*.

### **4.2 Isolasi Minyak Atsiri Sereh Wangi dengan metode destilasi uap-air**

Metode destilasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu destilasi uap-air. Metode destilasi uap-air memiliki kelebihan yaitu mudah digunakan, sederhana dan ekonomis (Muhammad *dkk.*, 2013). Gambar dan data hasil isolasi minyak atsiri sereh wangi menggunakan metode destilasi uap-air dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dan **Tabel 4.1**. Proses destilasi minyak atsiri sereh wangi dilakukan di Laboratorium Minyak Atsiri (CEOS) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



**Gambar 4.1** Minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.)



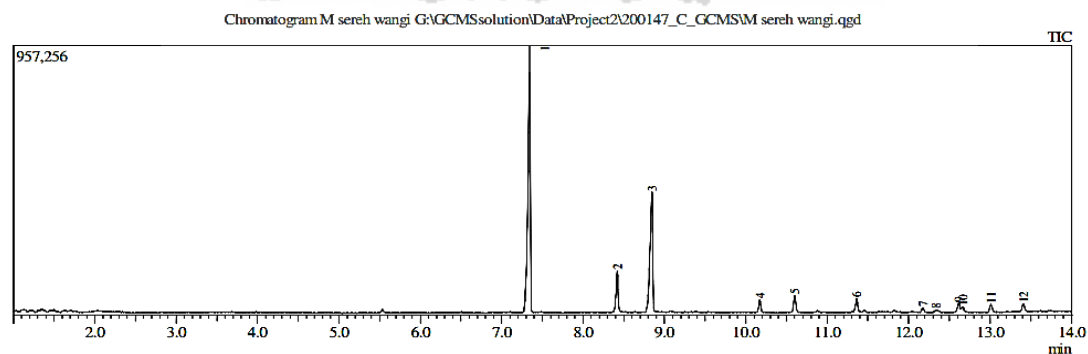
**Tabel 4.1.** Hasil isolasi minyak atsiri serih wangi dengan destilasi uap-air

Sampel	Berat sampel	Volume minyak	% rendemen (v/b)	Warna	Bau
Sereh wangi	5 kg	35 ml	0.7	Kuning jernih	Wangi, khas serih

Jumlah minyak atsiri yang didapat yaitu sebanyak 35 mL dari 5 kg tanaman serih wangi yang didestilasi. Sehingga diperoleh % rendemen minyak atsiri sebesar 0.7% (v/b). Nilai % rendemen yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lely *dkk.*, 2017. Dalam studinya, disebutkan bahwa rendemen yang diperoleh yaitu 0.24% (Lely *dkk.*, 2017). Nilai persen (%) rendemen menggambarkan banyaknya minyak atsiri yang terkandung dalam sejumlah sampel. Perbedaan rendemen yang diperoleh dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu lama waktu destilasi, suhu dan tekanan, serta kualitas bahan yang digunakan (Farid dan Chahrazed, 2015).

### 4.3 Identifikasi Minyak Atsiri Sereh Wangi

Identifikasi kandungan senyawa pada minyak atsiri serih wangi (*Cymbopogon nardus* L.) menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS). Kromatogram yang didapatkan menunjukkan terdapat 12 puncak, yang menggambarkan terdapat 12 senyawa yang terkandung didalam minyak atsiri serih wangi. Kromatogram dari minyak atsiri serih wangi ditunjukkan pada **Gambar 4.2.**

**Gambar 4.2.** Kromatogram Minyak atsiri serih wangi (*Cymbopogon nardus* L.)

Menurut data analisis GC-MS, didapatkan komponen utama minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yaitu sitronelal (51.38%), geraniol (26.39%) dan sitronelol (6.94%). Hasil yang didapat dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Lertsatitthanakorn *dkk.*, 2010 menunjukkan hasil studinya, kandungan utama minyak atsiri sereh wangi yaitu sitronelal (34.4%), geraniol (23.4%), dan sitronelol (11.1 %) (Lertsatitthanakorn *dkk.*, 2010). Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh De Toledo *dkk.*, 2016, menunjukkan komponen utama yang teridentifikasi yaitu sitronelal (27.87%), geraniol (22.77%), geraniol (14.54%), dan sitronelol (11.85%) (De Toledo *dkk.*, 2016). Perbedaan kandungan senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri sereh wangi dapat dipengaruhi oleh letak geografis, musim dan metode destilasi yang digunakan (Phovisay *dkk.*, 2019; Wany *dkk.*, 2013). Data hasil analisis GC-MS minyak atsiri sereh wangi selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2.**

#### **4.4 Identifikasi ukuran dan distribusi partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi menggunakan Particle size analyzer (PSA)**

Ukuran partikel merupakan parameter penting pada sediaan nanoemulsi. Ukuran partikel sediaan dalam skala nano akan meningkatkan penetrasinya kedalam kulit (Kaur dan Ajitha, 2019). Nanoemulsi memiliki karakteristik ukuran partikel yang berkisar antara 10-200nm (Devarajan dan Ravichandran, 2011). Selain pengukuran ukuran partikel, pengukuran indeks polidispersitas penting dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran partikel. Indeks polidispersitas menggambarkan homogenitas atau keseragaman ukuran partikel pada sediaan. Indeks polidispersitas <0.5 menggambarkan distribusi ukuran partikel yang seragam. Semakin mendekati angka 0, mengindikasikan distribusi ukuran partikel yang semakin homogen dan menggambarkan formula nanoemulsi yang stabil (Kaur dan Ajitha, 2019).

Identifikasi ukuran partikel dan indeks polidispersitas nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi menggunakan *Particle size analyzer (Horiba Scientific, Nanoparticle Analyzer SZ-100)*. Data hasil identifikasi partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi dapat dilihat pada **Tabel 4.2.**

**Tabel 4.2.** Hasil identifikasi ukuran partikel dan distribusi partikel (n=3)

Formula	Ukuran partikel (nm)	Indeks Polidispersitas
Formula 1	14.70± 0.56	0.32±0.06
Formula 2	99.87±2.11	0.49±0.01
Formula 3	108.87±1.53	0.24±0.01

Hasil identifikasi ukuran partikel menggunakan PSA menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi formula 1 dengan konsentrasi minyak atsiri sereh wangi 5% memiliki ukuran partikel terkecil yaitu 14.7±0.56 nm dan indeks polidispersitas 0.32±0.06. Formula 2 dengan konsentrasi minyak atsiri sereh wangi 7% memiliki ukuran partikel 99.87±2.11 nm dan indeks polidispersitas 0.49 ±0.01. Formula 3 dengan konsentrasi minyak atsiri sereh wangi 9% memiliki ukuran partikel 108.87±1.53 nm dan indeks polidispersitas 0.24±0.01. Ketiga formula memiliki ukuran partikel yang berbeda secara signifikan. Salah satu parameter yang dapat mempengaruhi ukuran partikel yaitu fase minyak yang digunakan (Hadnadev dkk., 2013).

Penggunaan surfaktan dengan konsentrasi yang sama untuk ketiga formula, dan dengan variasi konsentrasi minyak yang semakin meningkat, akan menyebabkan fase minyak yang harus dilindungi semakin tinggi. Hal ini akan menyebabkan kemampuan surfaktan untuk menstabilkan pembentukan droplet menurun. Sehingga, ukuran droplet nanoemulsi yang dihasilkan semakin besar (Yuliasari dkk., 2014). Semakin tinggi konsentrasi fase minyak yang digunakan, akan menghasilkan luas area droplet yang semakin kecil, yang artinya ukuran droplet nanoemulsi semakin besar (Hadnadev dkk., 2013).

Berdasarkan data hasil identifikasi ukuran partikel dan indeks polidispersitas nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi pada **Tabel 4.2**, dapat disimpulkan ketiga formula telah sesuai dengan karakteristik nanoemulsi yang dapat diterima yaitu memiliki ukuran nanopartikel dalam rentang 10-200 nm, dan indeks polidispersitas

<0.5 yang menggambarkan distribusi ukuran partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi yang seragam. Dilihat dari segi ukuran partikel, formula terbaik dari ketiga formula adalah formula 1. Formula 1 memiliki ukuran partikel terkecil dan memiliki indeks polidispersitas yang baik.

#### **4.5 Evaluasi fisik sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi**

Formula sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi terbagi menjadi tiga formula dengan konsentrasi minyak atsiri yang berbeda, yaitu formula 1 (5%), formula 2 (3%), dan formula 3 (9%). Pembuatan sediaan nanoemul gel dilakukan dengan menambahkan nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi ke dalam basis gel. Nanoemulsi yang dibuat menggunakan Tween 80 sebagai surfaktan dan Propilen glikol sebagai ko-surfaktan. Tween 80 merupakan surfaktan yang relatif aman dan *non-toxic*. Sedangkan untuk penggunaan propilen glikol selain sebagai ko-surfaktan juga sebagai humektan, hal itu karena itu karena memiliki kelarutan yang baik dengan air. Basis gel dalam sediaan nanoemulgel yang digunakan yaitu menggunakan karbopol. Pemilihan karbopol sebagai *gelling agent* karena karbopol dapat menghasilkan karakteristik gel yang baik dan tahan terhadap pemanasan. Selain itu ditambahkan Trietanolamin (TEA) dalam pembuatan basis gel sebagai agen pengalkali dan menghasilkan basis gel yang jernih (Husnani dan Al Muazham, 2017).

Evaluasi fisik sediaan nanoemul gel minyak atsiri meliputi uji organoleptis, uji pH, uji viskositas, uji daya sebar dan uji stabilitas. Evaluasi fisik sediaan penting dilakukan untuk memastikan kualitas dan keamanan sediaan yang telah dibuat.

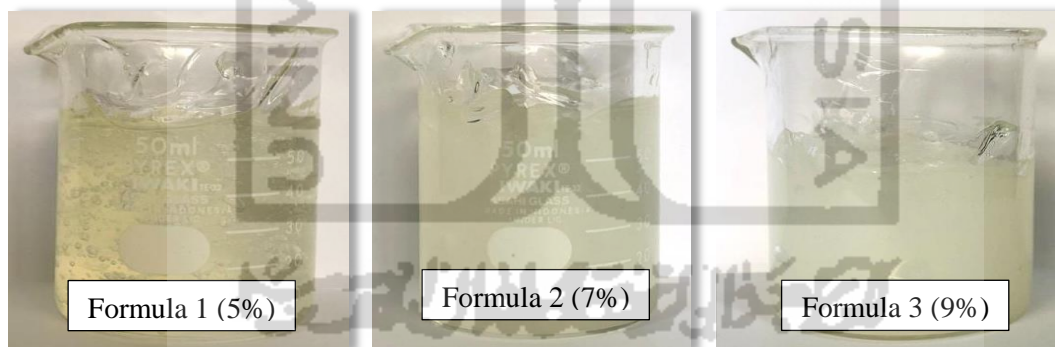
##### **4.5.2 Uji Organoleptis sediaan nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi**

Uji organoleptis sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung berupa warna, kejernihan, aroma dan konsistensi terhadap ketiga formula yang telah dibuat. Hasil uji organoleptis sediaan nanoemul gel dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.3.** Hasil uji organoleptis nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.

Formula	Warna	Aroma	Konsistensi
Formula 1	Kuning, transparan	Khas sereh wangi, lemah	Kental, ringan dan cepat meresap
Formula 2	Kuning pucat, semi-transparan	Khas sereh wangi, sedang	Kental, ringan dan cepat meresap
Formula 3	Kuning keruh, semi-transparan	Khas sereh wangi, kuat	Kental, ringan dan cepat meresap

Berdasarkan uji organoleptis, warna ketiga formula sediaan nanoemulgel memiliki intensitas yang berbeda. Sediaan nanoemulgel formula 1 dengan konsentrasi minyak atsiri 5% memiliki warna kuning dan transparan. Formula 2 dengan konsentrasi minyak atsiri sereh wangi 7% memiliki warna kuning dan semitransparan. Formula 3 dengan konsentrasi minyak atsiri sereh wangi 9% memiliki warna sediaan putih dan tidak transparan. Warna dan transparansi ketiga formula sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi dapat dilihat pada **Gambar 4.3.**

**Gambar 4.3.** Sediaan Nanoemul Gel Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus L.*)

Berdasarkan pengamatan terhadap aroma yang dihasilkan oleh ketiga formula sediaan yang telah dibuat, memiliki aroma yang sama yaitu aroma khas sereh wangi. Formula 1 memiliki aroma sereh wangi yang lemah. Formula 2 memiliki aroma sereh wangi yang sedang. Dan formula 3 memiliki aroma sereh wangi yang lebih kuat. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri sereh wangi dalam sediaan, semakin kuat aroma yang dihasilkan.

Pengamatan terhadap konsistensi dari ketiga formula diperoleh data yang relatif sama pada ketiga formula, yaitu konsistensi gel yang kental dan ringan. Sediaan nanoemul gel yang telah dibuat cepat meresap ketika diaplikasikan pada kulit.

#### 4.5.3 Uji pH

Pengujian pH dilakukan terhadap ketiga formula dengan menggunakan pH meter. Angka yang tertera pada pH meter merupakan nilai pH sediaan. Pengujian ini dilakukan pada hari ke-0 dan tiga kali replikasi pada setiap formula sediaan. Hasil pengujian pH ditunjukkan pada **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4.** Hasil uji pH sediaan nanoemul gel minyak atsiri serih wangi

Formula	Konsentrasi minyak serih wangi	pH*
Formula 1	5%	5.09 ± 0.05
Formula 2	7%	5.06 ± 0.07
Formula 3	9%	5.01 ± 0.03

Keterangan : \*Hasil rata-rata ±SD dari tiga replikasi

Pengukuran pH bertujuan untuk memastikan keamanan sediaan nanoemul gel ketika diaplikasikan pada kulit. Jika pH sediaan terlalu asam akan menyebabkan kulit iritasi dan jika pH sediaan terlalu basa akan menyebabkan kulit bersisik (Sukartiningsih *dkk.*, 2019) . Sehingga pH sediaan harus sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5-6,5 (Mulia *dkk.*, 2018). Berdasarkan pada **Tabel 4.4**, menunjukkan nilai pH pada ketiga formula tidak jauh berbeda dan masuk dalam rentang nilai pH yang dapat diterima kulit dan tidak mengiritasi.

Hasil uji pH yang tidak jauh berbeda pada ketiga formula dapat disebabkan oleh penggunaan konsentrasi karbopol untuk ketiga formula sediaan nanoemul gel dengan konsentrasi yang sama. Pada penelitian yang dilakukan oleh Tambunan dan Sulaiman, 2018, menyatakan bahwa pH sediaan gel dapat dipengaruhi oleh konsentrasi karbopol yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi karbopol maka

semakin asam pH sediaan yang dihasilkan (Tambunan dan Sulaiman, 2018). Begitu juga dengan penambahan agen pengalkali seperti TEA. Semakin tinggi konsentrasi TEA yang digunakan, maka akan semakin basa pH sediaan yang dihasilkan. Pada penelitian ini, basis gel yang digunakan untuk ketiga formula memiliki konsentrasi karbopol sebagai gelling agent dan TEA sebagai agen pengalkali yang sama dan menghasilkan nilai pH untuk ketiga formula tidak terdapat perbedaan nilai pH yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan penambahan konsentrasi minyak atsiri sereh wangi sebagai zat aktif tidak mempengaruhi nilai pH sediaan nanoemul gel yang dihasilkan. Hal yang sama dilakukan oleh (Sanaji dkk., 2019), yaitu penggunaan karbopol sebagai *gelling agent* untuk seluruh formula yang dibuat dan hasil evaluasi menunjukkan nilai pH yang dihasilkan tidak berbeda.

#### 4.5.4 Uji Viskositas

Uji viskositas nanoemul gel dilakukan untuk mengetahui viskositas atau kekentalan sediaan nanoemul gel. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat Viskometer *Brookfield DV-I Prime* dengan spindel nomor 63 dan dengan kecepatan 10 rpm. Nilai hasil uji viskositas ditunjukkan dalam bentuk centipoise (cP). Nilai viskositas yang diharapkan dari sediaan dengan basis gel yaitu 500-10000 cP (Nurahmanto dkk., 2017). Data hasil uji viskositas dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

**Tabel 4.5.** Hasil uji viskositas nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

Formula	Konsentrasi minyak sereh wangi	Viskositas*(cP)
Formula 1	5%	1644.7±4.6
Formula 2	7%	1579.6±3.5
Formula 3	9%	1761.7±3.0

Keterangan : \*rata-rata 3 kali replikasi dan standar deviasi (SD).

Viskositas sediaan berkaitan dengan konsistensi dan daya sebar sediaan, yang akan mempengaruhi kemudahan dalam proses penggunaannya. Sediaan nanoemul gel dengan tingkat kekentalan tinggi dapat menghambat pelepasan zat aktif (Imanto dkk., 2019). Berdasarkan hasil uji viskositas ketiga formula sediaan nanoemul gel minyak

atsiri sereh wangi sesuai dengan rentang viskositas gel yang diharapkan.

#### 4.5.5 Uji Daya Sebar

Salah satu karakteristik sediaan nanoemul gel yang baik yaitu harus memiliki daya sebar yang baik. Uji daya sebar bertujuan untuk mengetahui penyebaran sediaan nanoemul gel ketika digunakan pada permukaan kulit. Namun, tidak ada standar khusus terkait prosedur pengujian dan nilai keberterimaan yang tertera pada kompendia terkait pengujian daya sebar. Data hasil uji daya sebar sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

**Tabel 4.6.** Hasil uji daya sebar sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

Penambahan beban (gram)	Daya sebar (cm)			Berat kaca penutup (gram)
	F1	F 2	F3	
0	6.1	6	5.45	156,7
50	6.6	6.6	6	
100	6.9	6.95	6.5	
150	7.2	7.35	7.2	

Dikatakan memiliki daya sebar yang baik, apabila memiliki nilai daya sebar 5-7 cm (Septiyanti *dkk.*, 2019). Hasil uji daya sebar sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi pada **Tabel 4.6** menunjukkan sediaan nanoemul gel yang telah dibuat memiliki daya sebar yang tinggi melebihi dari rentang kategori daya sebar yang baik yaitu 5-7 cm. Daya sebar sediaan menggambarkan kenyamanan pada saat diaplikasikan secara topikal (Nutrisia, 2015). Semakin tinggi nilai daya sebar suatu sediaan, menggambarkan konsistensi sediaan yang nyaman digunakan, dan pelepasan zat aktif yang baik (Husnani dan Al Muazham, 2017; Imanto *dkk.*, 2019).

#### 4.5.7 Uji Stabilitas

Uji stabilitas fisik sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi dilakukan menggunakan metode *freeze dan thaw*. Metode ini dilakukan dengan cara menyimpan pada suhu  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan pada suhu ruang, masing-masing selama 24 jam. Sehingga



waktu yang dibutuhkan untuk 1 siklus pengujian yaitu 2 hari. Uji stabilitas dilakukan sebanyak 4 siklus. Uji stabilitas fisik sediaan nanoemul gel penting dilakukan untuk mengetahui stabilitas nanoemul gel selama waktu pengujian dilakukan. Parameter yang akan uji yaitu meliputi uji organoleptis, uji pH, uji viskositas dan uji daya sebar.

#### 4.5.7.1 Uji Organoleptis

Pengamatan organoleptis sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi setelah dilakukan uji stabilitas bertujuan untuk mengamati ada atau tidaknya perubahan pada warna, aroma dan konsistensi, serta apakah terjadi pemisahan fase atau pembentukan kristal pada sediaan. Pengamatan organoleptis dilakukan pada siklus terakhir uji stabilitas. Data hasil pengamatan organoleptis sediaan nanoemul gel setelah dilakukan uji stabilitas disajikan pada **Tabel 4.7**.

**Tabel 4.7** Hasil uji organoleptis sediaan nanoemul gel setelah dilakukan uji stabilitas

Pengujian akhir (siklus ke-4)	Formula 1	Kuning, transparan, aroma khas sereh lemah, kental dan ringan, tidak terjadi pemisahan ataupun pembentukan kristal
	Formula 2	Kuning pucat, semi-transparan, aroma khas sereh sedang, kental dan ringan, tidak terjadi pemisahan ataupun pembentukan kristal
	Formula 3	Kuning keruh, semi-transparan, aroma khas sereh kuat, kental dan ringan, tidak terjadi pemisahan fase ataupun pembentukan kristal

Hasil pengamatan organoleptis sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi setelah dilakukan uji stabilitas menunjukkan ketiga formula tidak terjadi perubahan dari segi warna, aroma dan konsistensi, serta tidak terjadi pemisahan fase ataupun pembentukan kristal. Hal ini menunjukkan sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi yang telah dibuat memiliki kestabilan organoleptis yang baik.

#### 4.5.7.2 Uji pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kestabilan sediaan. pH yang relatif stabil setelah masa uji stabilitas, menggambarkan sediaan yang stabil. Sehingga perlu dilakukan pengukuran pH setelah dilakukan uji stabilitas. Hasil pengukuran pH pada uji stabilitas dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

**Tabel 4.8.** Hasil pengukuran pH pada uji stabilitas

Siklus ke-	Nilai pH		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
1	5.06±0.02	5.04±0.03	4.99±0.03
2	5.05±0.02	5.00±0.03	4.97±0.03
3	5.03±0.01	4.96±0.02	4.87±0.02
4	5.01±0.01	4.94±0.01	4.85±0.03

Hasil pengukuran pH pada **Tabel 4.8**. Menunjukkan nilai pH sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi mengalami penurunan setelah dilakukan 4 siklus *freeze dan thaw*. Berdasarkan hasil pengukuran pH pada **Tabel 4.8**, dapat disimpulkan nilai pH secara keseluruhan ketiga formula masih dalam rentang pH yang dapat diterima kulit yaitu 4,5-6,5 dan tidak menimbulkan kulit kering maupun teriritasi.

Perubahan nilai pH sediaan dengan basis gel yang menggunakan karbopol, dapat disebabkan oleh reaksi kimia gugus karboksilat pada karbopol dengan air membentuk  $H_3O^+$  yang bersifat asam (Sativadkk., 2014). Oleh karenanya derajat keasaman pada sediaan nanoemul gel dapat mengalami penurunan.

#### 4.5.7.3 Uji Viskositas

Viskositas termasuk parameter penting dalam sediaan yang akan digunakan secara topikal. Viskositas sediaan nanoemul gel akan mempengaruhi daya sebar dan pelepasan zat aktif. Sehingga, perlu dilakukan pengukuran viskositas setelah dilakukan uji stabilitas fisik, yang bertujuan untuk melihat kestabilan viskositas sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi selama masa uji stabilitas. Pengujian

ini dilakukan tiga kali replikasi pada setiap formula. Hasil pengukuran viskositas sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi dapat dilihat pada **Tabel 4.9**

**Tabel 4.9. Hasil uji viskositas setelah dilakukan uji stabilitas**

Siklus Ke-	Viskositasn (cP)*		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
1	1639.6± 6.3	1571.7 ±3.0	1752.7 ±3.0
2	1628.6±3.0	1563.8±4.6	1737.6±3.1
3	1618.7±1.7	1550.7±3.0	1720.7±7.5
4	1604.7±6.0	1537.7±7.5	1713.4±3.5

Keterangan : \*Rata-rata 3 kali replikasi±SD

Hasil pengujian viskositas pada **Tabel 4.9** menunjukkan terjadi penurunan viskositas pada setiap siklus. Penurunan viskositas sediaan dapat dipengaruhi oleh pH sediaan. Viskositas karbopol sebagai basis gel pada sediaan nanoemul gel akan menurun seiring dengan menurunnya pH sediaan (Tambunan dan Sulaiman, 2018), sehingga viskositas sediaan nanoemul gel akan mengalami penurunan. Selain itu, penurunan viskositas sediaan dapat dikarenakan oleh penyerapan air dari lingkungan. Perubahan nilai viskositas akan mempengaruhi daya sebar sediaan. Semakin rendah nilai viskositas sediaan nanoemul gel, semakin tinggi daya sebar yang dihasilkan. Secara keseluruhan, nilai viskositas dari ketiga formula sediaan nanoemul gel masih dalam rentang viskositas yang diharapkan yaitu 500-10000 cP (Nurahmanto dkk., 2017).

#### 4.5.7.4 Daya sebar

Pengukuran daya sebar setelah uji *freeze dan thaw* sebanyak 4 siklus dilakukan untuk mengetahui kestabilan kemampuan sediaan nanoemul gel dalam menyebar pada permukaan kulit. Salah satu kriteria sediaan gel yang baik yaitu memiliki daya sebar yang baik.. Hasil uji stabilitas daya sebar tertera pada **Tabel 4.9**.

**Tabel 4.10** Hasil uji daya sebar setelah dilakukan uji stabilitas

Siklus ke-	Daya sebar (cm)*		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
1	8.1	7.45	6.85
2	8.25	8.2	7.6
3	8.35	8.2	7.75
4	8.5	8.35	7.9

Keterangan :

- \*Daya sebar setelah penambahan 150 gram.
- Beban kaca penutup : 156,417 gram

Daya sebar sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi setelah dilakukan uji stabilitas mengalami peningkatan setiap siklus. Daya sebar ketiga formula sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi pada awal pengujian (hari ke-0) yaitu formula 1 (7.2cm), formula 2 (7.35 cm), dan formula 3 (7.2cm). Sedangkan daya sebar ketiga formula pada akhir pengujian yaitu formula 1 (8.5cm), formula 2 (8.35cm), dan formula 3 (7.9cm). Daya sebar yang dimiliki oleh nanoemulgel minyak atsiri sereh wangi lebih dari kategori nilai daya sebar yang baik pada literatur yaitu 5-7 cm. Daya sebar berkaitan dengan konsistensi atau viskositas sediaan. Daya sebar akan bertambah seiring dengan berkurangnya viskositas sediaan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Formulasi sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) terbagi menjadi 3 formula dengan variasi konsentrasi minyak atsiri sereh wangi yaitu formula 1(5%), formula 2(7%) dan formula 3(9%). Ukuran partikel nanoemulsi pada ketiga formula yaitu secara berturut-turut  $14.7 \pm 0.56$  nm,  $99.87 \pm 2.11$  nm dan  $108.87 \pm 1.53$  nm. Hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap ketiga formula meliputi uji organoleptis, uji pH, uji viskositas dan uji daya sebar pada hari ke-0 menunjukkan ketiga formula memiliki karakteristik sediaan yang dipersyaratkan. Setelah dilakukan uji stabilitas sebanyak 4 siklus terjadi penurunan pH yang secara bermakna pada formula 2 dan formula 3, sedangkan pada formula 1 tidak terjadi perubahan pH yang secara bermakna. Serta, terjadi perubahan nilai viskositas secara bermakna selama masa uji pada ketiga formula. Daya sebar ketiga formula nanoemul gel mengalami peningkatan seiring dengan terjadinya penurunan nilai viskositas sediaan nanoemul gel.

Berdasarkan hasil evaluasi sediaan nanoemul gel yang telah dilakukan, formula sediaan nanoemul gel yang terbaik yaitu formula 1 dengan kadar minyak atsiri sereh wangi sebesar 5%. Formula 1 memiliki karakteristik ukuran partikel yang terkecil dibanding formula 2 dan formula 3, yaitu sebesar  $14.7 \pm 0.56$  nm. Formula 1 memiliki nilai pH yang relatif stabil selama masa uji stabilitas. Nilai pH yang stabil selama masa uji, mengindikasikan sediaan nanoemul gel yang stabil dan aman.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait uji aktivitas antibakteri sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi terhadap bakteri penyebab jerawat untuk memastikan efektivitasnya sebagai antijerawat. Serta, perlu diperhatikan setiap tahapan proses pembuatan sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi.

### DAFTAR PUSTAKA

Anwar, Y., Iftitah, E., Simanjuntak, P., Kumala, S., 2019. Isolation dan Identifikasi of Geraniol Compounds from The Essential Oil of *Cymbopogon nardus* (L) Rendle. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 17, 183–188.

Behzadi, E., Behzadi, P., Voicu, C., 2016. *Propionibacterium acnes* dan the skin disease of *acne vulgaris*. *Romanian journal of clinical dan experimental dermatology* 3, 117–120.

Bhattacharya, S., Prajapati, B., 2017. Formulation dan Optimization of Celecoxib Nanoemulgel. *Asian Journal of Pharmaceutical dan Clinical Research* 10, 353–365. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i8.19510>

Collier, C., Harper, J., Cafardi, J.A., Cantrell, W., Wang, W., Foster, K., Boni, E., 2008. The Prevalence of Acne in Adult 20 Years dan Older. *Journal of The American Academy of Dermatology* 58, 56–59. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2007.06.045>

De Toledo, L., Ramos, M., Sposito, L., Castilho, E., Pavan, F., Lopes, E., Zocolo, G., Silva, F., Soares, T., Dos Santos, A., Bauab, T., De Almeida, M., 2016. Essential Oil of *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle: A Strategy to Combat Fungal Infections Caused by *Candida* Species. *International Journal of Molecular Sciences* 17, 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijms17081252>.

Dessinioti, C., Katsambas, A., 2016. *Propionibacterium acnes* dan antimicrobial resistance in acne. *Clinics in Dermatology* 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2016.10.008>

Devarajan, V., Ravichandran, 2011. Nanoemulsions : As Modified Drug Delivery Tool. *International Journal of Comprehensive Pharmacy* 4, 1–6.

Dreno, B., Pecastaing, S., Corvec, S., Veraldi, S., Khammari, A., Roques, C., 2018. *Cutibacterium acnes* (*Propionibacterium acnes*) dan *acne vulgaris*: a brief look at the latest updates. *Journal of the European Academy of Dermatology dan Venereology* 32, 5–14. <https://doi.org/10.1111/jdv.15043>

Eid, A., El-Enshasy, H., Aziz, R., El-Marzugi, N., 2014. Preparation, Characterization dan Anti-Inflammatory Activity of *Swietenia macrophylla* Nanoemulgel. *Jurnal of Nanomedicine dan Nanotechnology* 5, 1–10.

El Kamari, F., Tarq, A., El Atki, Y., Aouam, I., Oumokhtar, B., Lyoussi, B., Abdellaoui, A., 2018. *Cymbopogon Nardus* L Essential Oil: Phytochemical Screening dan its Antibacterial Activity againts Clinical Bacteria Responsible for Nosocomial Infection in Neonatal Intensive Care. *International Journal of Pharmaceutical Science Review dan Research* 50, 14–17.

Farid, C., Chahrazed, B., 2015. Extraction // Steam Distillation, in: Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences dan Chemical Engineering.

Fauzi, N., Sulistyarningsih, Runadi, D., 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Fraksi Daun Jawer Kotok (*Coleus atropurpureus* (L.) Benth.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* ATTC 1223 dan *Staphylococcus epidermidis* ATTC 12228. *Farmaka* 15, 45–55.

Hadnadev, T., Dokic, P., Krstonosic, P., Hadnadev, M., 2013. Influence of oil phase concentration on droplet size distribution dan stability of oil-in-water emulsions. *European Journal of Lipid Science dan Technology* 115, 313–321. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100321>

Husnani, Al Muazham, M., 2017. Optimasi Parameter Fisik Viskositas, Daya Sebar, Dan Daya Lekat Pada Basis Natrium CMC Dan Carbopol 940 Pada Gel Madu Dengan Metode Simplex Lattice Design. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik* 14, 11–18.

Ibrahim, M., Khalid, A., 2013. Phenotypic recurrent selection on herb growth yield of citronella grass (*Cymbopogon nardus*) grown in Egypt. *Nusantara Bioscience* 5, 70–74. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n050204>

Imanto, T., Prasetyawan, R., Wikantyaning, E., 2019. Formulasi dan Karakterisasi Sediaan Nanoemulgel Serbuk Lidah Buaya (*Aloe Vera L.*). *Pharmakon* 16, 28–35.

Indarto, Narulita, W., Anggoro, B., Novitasari, S., 2019. Aktivitas antibakteri ekstrak daun binahong terhadap *propionibacterium acnes*. *Jurnal Tadris Biologi* 1, 67–68.

Jivani, M., Patel, C., Prajapati, B., 2018. Nanoemulgel Innovative Approach for Topical Gel Based Formulation. *Research dan Reviews on Healthcare Open Access Journal* 1, 18–23. <https://doi.org/10.32474/RRHOAJ.2018.01.000107>

Kaur, R., Ajitha, M., 2019. Transdermal Delivery of Fluvastatin Loaded Nanoemulsion Gel: Preparation, Characterization, dan in vivo anti-osteoporosis activity. *European Journal of Pharmaceutica Science* 136, 1–10. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.ejps.2019.104956>

Lely, N., Pratiwi, R., Imdana, Y., 2017. Efektivitas Antijamur Kombinasi Ketokonazol dengan Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus (L.) Rendle*). *Indonesian Journal of Applied Science* 7, 10=15. <https://doi.org/10.24198/ijas.v7i2.13793>

Lertsatitthanakorn, P., Taweechaisupapong, S., Aromdee, C., Khunkitti, W., 2006. In vitro bioactivities of essential oils used for acne control. *International Journal of Aromatherapy* 16, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.ijat.2006.01.006>

Lertsatitthanakorn, P., Taweechaisupapong, S., Arunyanart, C., Khunkitti, W., Aromdee, C., 2010. Effect of Citronella Oil on Time Kill Profile Leakage dan Morphological Changes of *Propionibacterium acnes*. *Journal of Essential Oil Research* 22, 270–274. <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700322>

Luangnarumitchai, S., Lamlertthon, S., Tiyaboonchai, W., 2007. Antimicrobial Activity of Essential Oils Against Five Strains of *Propionibacterium acnes*. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences* 34, 60–64.

Mao, Y., Chen, X., Xu, B., Shen, Y., Ye, Z., Chaurasiya, B., Liu, L., Xing, X., Chen, D., 2019. Eprinomectin nanoemulgel for transdermal delivery against endoparasites dan ectoparasites: preparation, in vitro dan in vivo evaluation. *Drug Delivery* 26, 1104–1114. <https://doi.org/10.1080/10717544.2019.1682720>

Meilina, E., Hassanah, A., 2018. Review Artikel: Aktivitas Antibakteru Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) terhadap bakteri penyebab jerawat. *Farmaka* 16, 322–328.

Muhammad, Z., Yusoff, Z., Nordin, M., Kasuan, N., Taib, M., Rahiman, M., Haiyee, Z., 2013. Steam distillation with with induction heating system : Analysis kaffir lime oil compound dan production yield at various temperatures. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences* 17, 340–347.

Mulia, K., Ramadhan, R., Krisanti, E., 2018. Formulation dan Characterization of Nanoemulgel Mangosteen Extract in Virgin Coconut Oil for Topical Formulation. *MATEC Web of Conferences* 156, 1–7. <https://doi.org/doi.org/10.1051/mateconf/201815601013>

Natalia, M., 2012. Uji Stabilitas Fisik dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.) yang Diformulasikan sebagai Sediaan Nanoemulsi Gel (Nanoemulgel).

Nurahmanto, D., Mahrifah, I., Firda, R., Imaniah, N., Rosyidi, V., 2017. Formulasi Sediaan Gel Dispersi Padat Ibuprofen : Studi Gelling Agent dan Senyawa Peningkat Penetrasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung* 3, 96–105.

Nutrisia, A., 2015. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia* 5, 74–82.

Phovisay, S., Briatia, X., Chanthakoun, V., Savathvong, S., 2019. Effect of Distillation Methods on Citronella Oil (*Cymbopogon nardus*) Content. *International Conference on Engineering* 639, 1–5. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/639/1/012053>

Platsidaki, E., Dessinioti, C., 2018. Recent advances in understanding Propionibacterium acnes (*Cutibacterium acnes*) in acne [version 1; referees: 2 approved]. *F1000Research* 1–12. <https://doi.org/doi.org/10.12688/f1000research.15659.1>

Rathi, S.K., 2011. Acne Vulgaris Treatment: The Current Scenario. *Indian Journal of Dermatology* 56, 7–13. <https://doi.org/10.4103/0019-5154.77543>

Rocha, M.A., Bagatin, E., 2018. Adult-onset acne: prevalence, impact, dan management challenges. *Clinical, Cosmetic dan Investigational Dermatology* 11, 59–69.

Rowe, R., Sheskey, P., Quinn, M., 2009. Hdanbook of Pharmaceutical Exipients, 6th ed. Pharmaceutical Press dan American Pharmacist Association, London.

Sanaji, B., Krismala, M., Liandana, F., 2019. Pengaruh Konsentrasi Tween 80 Sebagai Surfaktan Terhadap Karakteristik Fisik Sediaan Nanoemulgel Ibuprofen. *Indonesian Journal On Medical Science* 6, 88–91.

Saper, D., Capiro, N., Ma, R., Li, X., 2015. Management of Propionibacterium acnes Infection After Shoulder Surgery. <https://doi.org/10.1007/s12178-014-9256-5>



Sativa, O., Yuliet, Sulastri, E., 2014. Uji Aktivitas Antiinflamasi Gel Ekstrak Buah Kaktus (*Opuntia elatior* Mill.) Pada Tikus (*Rattus norvegicus* L.) Yang Diinduksi Lamda Karagenan. *Jurnal of Natural Science* 3, 79–94.

Semyonov, L., 2010. Acne as public health problem. *Italian Journal of Public Health* 7, 112–114.

Septiyanti, M., Lilis, L., Sutriningsih, Kumayanjati, B., Meliana, Y., 2019. Formulation dan Evaluation of Serum from Red, Brown dan Green Algae Extract for Anti-aging Base Material: Proceeding of The 5th International Symposium on Applied Chemistry, Tangerang, Indonesia 020078.1-020078.11.

Sholih, M., Ahmad, M., Siti, S., 2015. Rasionalitas Penggunaan Antibiotik di Salah Satu Rumah Sakit Umum di Bdanung Tahun 2010. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia* 4, 63–70.

Sukartiningsih, Y.N.N.T., Edy, J.H., Siampa, J.P., 2019. Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Ethanol Daun Kalidanra (*Callidanra surinamensis*) sebagai Anti Bakteri. *Pharmacon* 8, 43–50.

Sulaswatty, A., Adilina, I., 2019. Minyak serai wangi dan potensinya, in: *Quo Vadis Minyak Serai Wangi Dan Produk Turunannya*. LIPI Press, pp. 13–42.

Tahir, Ch.M., 2010. Pathogenesis of acne vulgaris: Simplified. *Journal of Pakistan Association of Dermatologist* 20, 93–97.

Tambunan, S., Sulaiman, T., NS, 2018. Formulasi Gel Minyak Atsiri Sereh dengan Basis HPMC dan Karbopol. *Majalah Farmaseutik* 14, 87–95.

Tan, A., Schlosser, B., Paller, A., 2017. A review of diagnosis dan treatment of acne in adult female patients. *International Journal of Women's Dermatology*, 4, 1–16. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.ijwd.2017.10.006>

Wany, A., Jha, S., Nigam, V., Pdaney, D., 2013. Chemical analysis dan therapeutich uses of citronella oil from *Cymbopogon winterianus*: A short review. *International Journal of Advanced Research* 1, 504–521.

Wei, L., Wee, W., 2013. Chemical composition dan antimicrobial activity of *Cymbopogon nardus* citronella essential oil againts systemic bacteria of aquatic animal. *Iranian Journal of Microbiology* 5, 147–152.


Well, D., 2014. Acne Vulgaris, A Refiew of Causes dan Treatment Option. *Journal of the Dermatology Nurses' Association* 6, 302–309. <https://doi.org/10.1097/JDN.0000000000001046>

Wijayanti, L., 2015. Isolasi Sitronellal dari Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowit) dengan Distilasi Fraksinasi Pengurangan Tekanan. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas* 12, 22–29.

Yuliasari, S., Fardiaz, D., Danarwulan, N., Yuliani, S., 2014. Karakteristik Nanoemulsi Minyak Sawit Merah yang Diperkaya Beta Karoten. *Jurnal Littri* 20, 111–121.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Hasil uji determinasi tanaman sereh wangi di Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

  
 UNIVERSITAS GADJAH MADA  
 FAKULTAS BIOLOGI  
 LABORATORIUM SISTEMATIKA TUMBUHAN  
Jalan Teknika Selatan Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telp: (0274) 6492262/6492272; Fax: (0274) 580839

---

**SURAT KETERANGAN**  
 Nomor : 014814/S.Tb./II/2020

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi UGM, menerangkan dengan sesungguhnya bahwa,

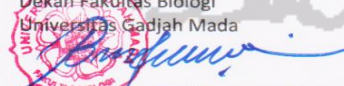
Nama : Aniqo Zulfa  
 NIM : 16613025  
 Asal instansi : Fakultas MIPA – UII Yogyakarta

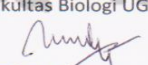
telah melakukan identifikasi tumbuhan dengan hasil sebagai berikut,

Kingdom : Plantae  
 Divisio : Tracheophyta  
 Class : Liliopsida  
 Ordo : Poales  
 Familia : Poaceae  
 Genus : Cymbopogon  
 Species : *Cymbopogon nardus* ( L.) Rendle  
 Sinonim : *Andropogon nardus* L.  
 Namalokal : Sereh Wangi

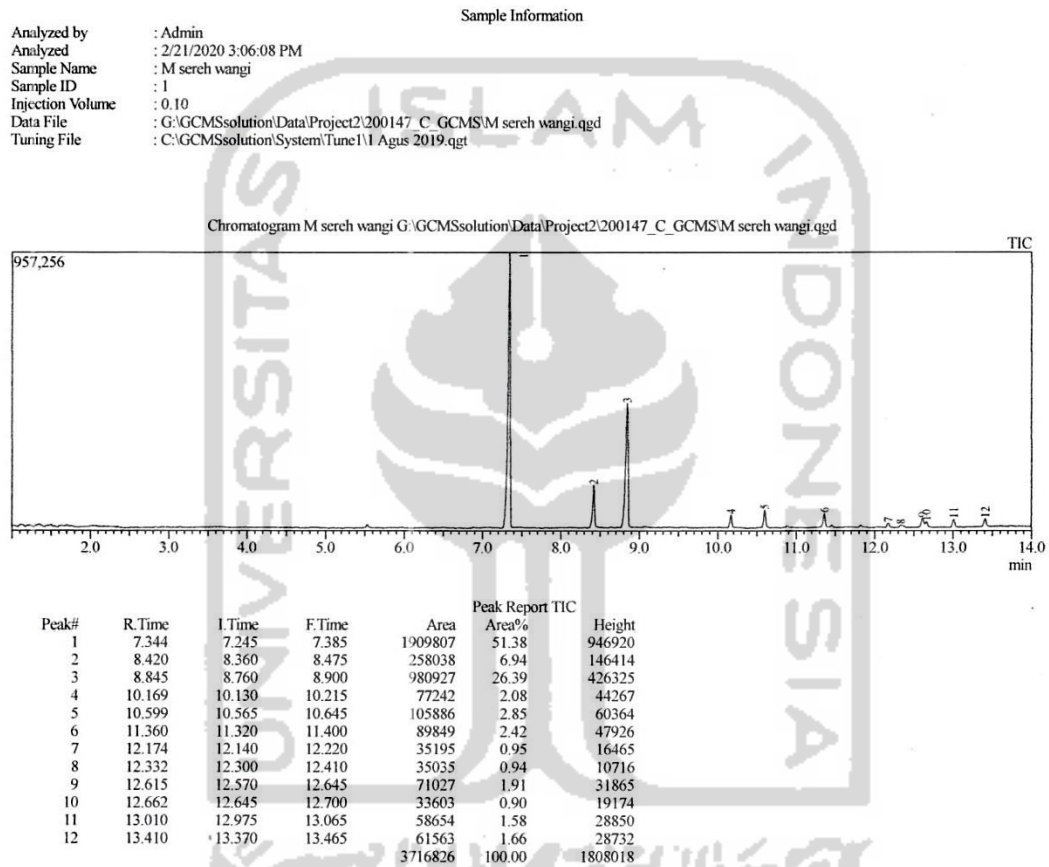
identifikasi tersebut dibantu oleh Prof. Dr. Purnomo, M.S.  
 Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Yogyakarta, 11 Februari 2020

Mengetahui,  
 Dekan Fakultas Biologi  
 Universitas Gadjah Mada  
  
 Prof. Dr. Budi Setiadi Daryono, M.Agr.Sc.  
 NIP. 197003261995121001

Kepala Laboratorium  
 Sistematika Tumbuhan  
 Fakultas Biologi UGM  
  
 Prof. Dr. Purnomo, M.S.  
 NIP. 195504211982031005

**Lampiran 2.** Hasil analisis GC-MS minyak atsiri sereh wangi



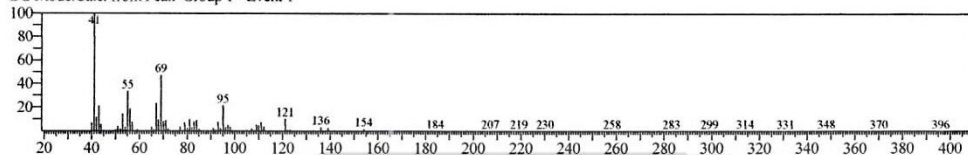
## Library

&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#:1 R.Time:7.345(Scan#:1470) MassPeaks:240

RawMode:Averaged 7.340-7.350(1469-1471) BasePeak:41.05(178392)

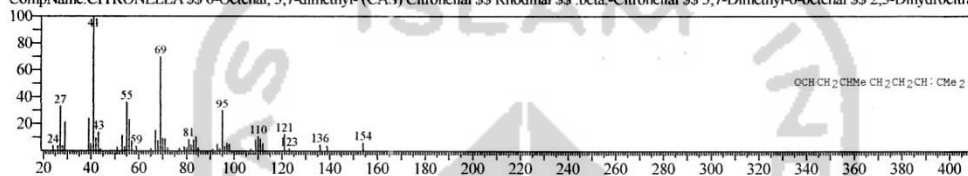
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:43601 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

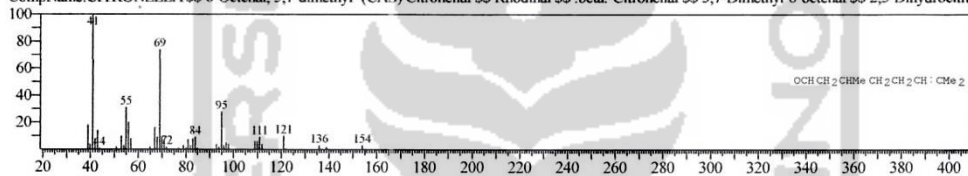
CompName:CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinol \$\$ .beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral



Hit#:2 Entry:43613 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

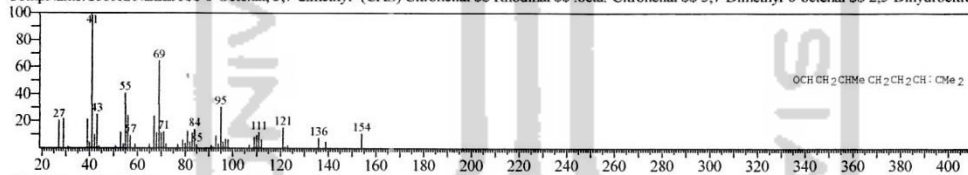
CompName:CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinol \$\$ .beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral



Hit#:3 Entry:43605 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

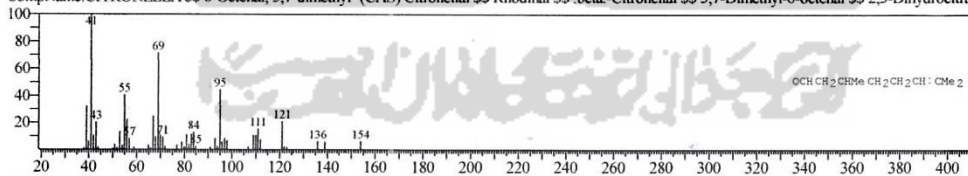
CompName:CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinol \$\$ .beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral



Hit#:4 Entry:43606 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

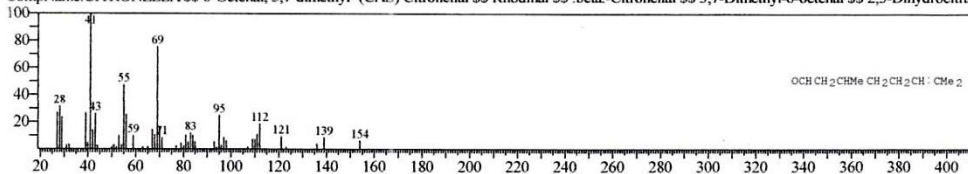
CompName:CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinol \$\$ .beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral



Hit#:5 Entry:43610 Library:WILEY7.LIB

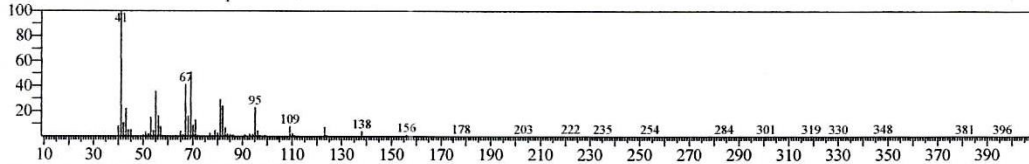
SI:90 Formula:C10 H18 O CAS:106-23-0 MolWeight:154 RetIndex:0

CompName:CITRONELLA \$\$ 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal \$\$ Rhodinol \$\$ .beta.-Citronellal \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octenal \$\$ 2,3-Dihydrocitral



&lt;&lt; Target &gt;&gt;

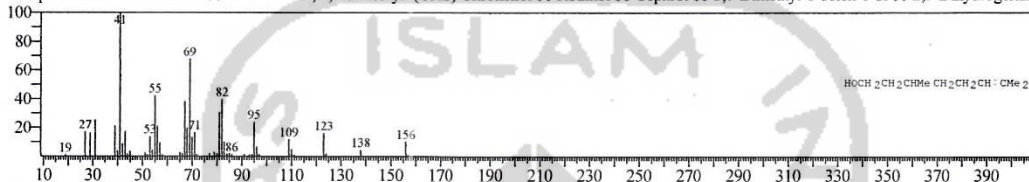
Line#:2 R.Time:8.420(Scan#:1685) MassPeaks:211  
 RawMode:Averaged 8.415-8.425(1684-1686) BasePeak:41.05(26292)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:46131 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

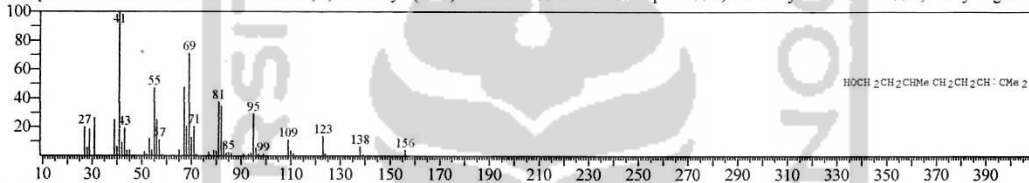
CompName:.beta.-Citronellol \$\$ 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol \$\$ Rodinol \$\$ Cephrol \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol \$\$ 2,3-Dihydrogeranic



Hit#:2 Entry:46128 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

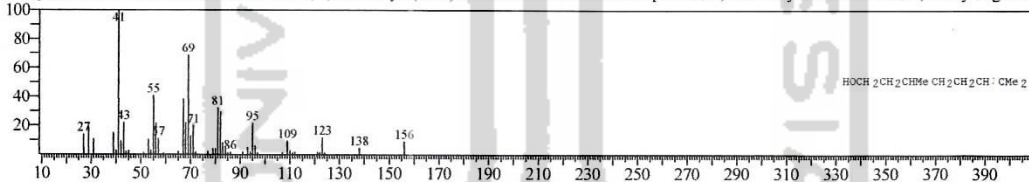
CompName:.beta.-Citronellol \$\$ 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol \$\$ Rodinol \$\$ Cephrol \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol \$\$ 2,3-Dihydrogeranic



Hit#:3 Entry:46139 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

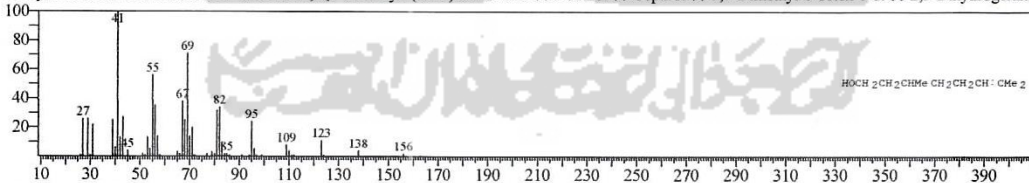
CompName:.beta.-Citronellol \$\$ 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol \$\$ Rodinol \$\$ Cephrol \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol \$\$ 2,3-Dihydrogeranic



Hit#:4 Entry:46126 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

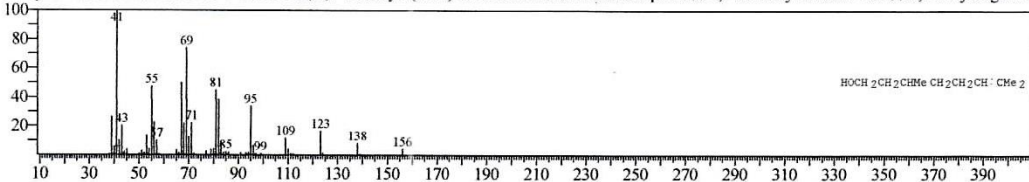
CompName:.beta.-Citronellol \$\$ 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol \$\$ Rodinol \$\$ Cephrol \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol \$\$ 2,3-Dihydrogeranic



Hit#:5 Entry:46136 Library:WILEY7.LIB

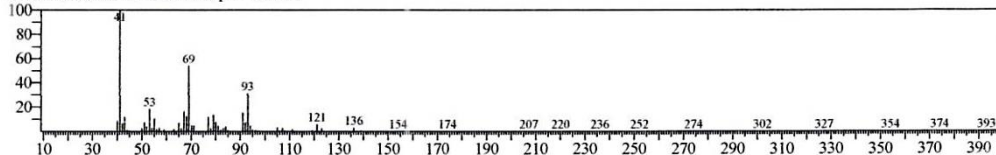
SI:93 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

CompName:.beta.-Citronellol \$\$ 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol \$\$ Rodinol \$\$ Cephrol \$\$ 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol \$\$ 2,3-Dihydrogeranic



&lt;&lt; Target &gt;&gt;

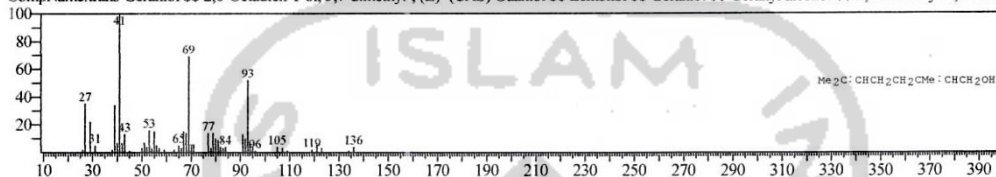
Line#:3 R.Time:8.845(Scan#:1770) MassPeaks:246  
 RawMode:Averaged 8.840-8.850(1769-1771) BasePeak:41.05(94612)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:43663 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C10H18O CAS:106-24-1 MolWeight:154 RetIndex:0

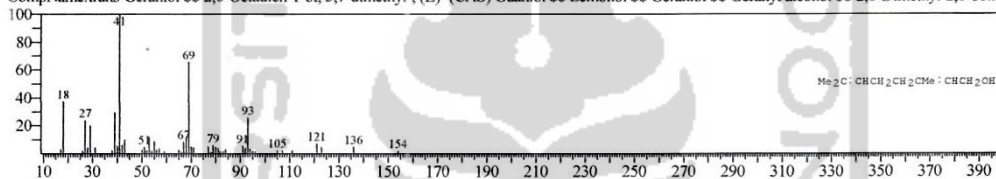
CompName:trans-Geraniol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Guaniol SS Lemonol SS Geraniol SS Geranyl alcohol SS 2,6-Dimethyl-2,6-octad



Hit#:2 Entry:43675 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C10H18O CAS:106-24-1 MolWeight:154 RetIndex:0

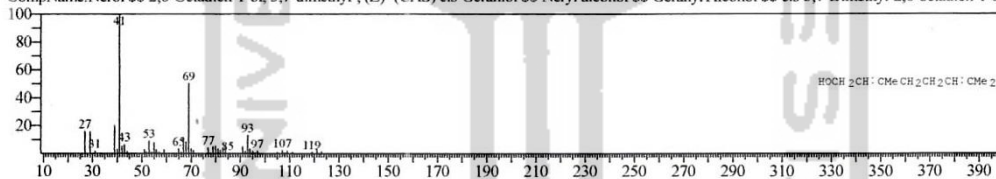
CompName:trans-Geraniol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Guaniol SS Lemonol SS Geraniol SS Geranyl alcohol SS 2,6-Dimethyl-2,6-octad



Hit#:3 Entry:43656 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C10H18O CAS:106-25-2 MolWeight:154 RetIndex:0

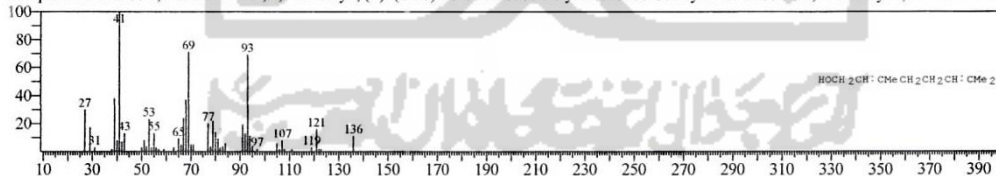
CompName:Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol



Hit#:4 Entry:43647 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C10H18O CAS:106-25-2 MolWeight:154 RetIndex:0

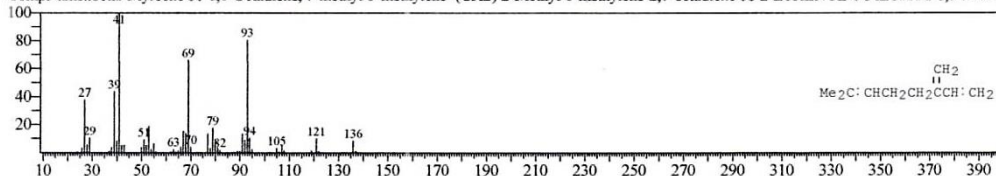
CompName:Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol



Hit#:5 Entry:26196 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C10H16 CAS:123-35-3 MolWeight:136 RetIndex:0

CompName:beta-Myrcene SS 1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene- (CAS) 2-Methyl-6-methylene-2,7-octadiene SS 2-ETHENYL-6-METHYL-1,5-HEPTA



**Lampiran 3.** Tabel perhitungan hasil uji ukuran partikel dan indekspolidispersitas minyak atsiri sereh wangi

Formula	Ukuran partikel (nm)			Rata-rata	SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
Formula 1 (5%)	14.2	15.3	14.6	14.7	0.56
Formula 2 (7%)	98.6	102.3	98.7	99.87	2.11
Formula 3 (9%)	109.2	107.2	110.2	108.87	1.53

Formula	Indes Polidispersitas			Rata-rata	SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
Formula 1 (5%)	0.383	0.266	0.306	0.32	0.06
Formula 2 (7%)	0.476	0.488	0.499	0.49	0.01
Formula 3 (9%)	0.229	0.255	0.249	0.24	0.01

**Lampiran 4.** Tabel perhitungan hasil pengukuran pH pada sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

Formula	Nilai pH			Rata-rata	SD
	R1	R2	R3		
Formula 1	5.10	5.13	5.03	5.09	0.05
Formula 2	5.10	5.11	4.98	5.06	0.07
Formula 3	5.05	4.99	4.99	5.01	0.03

**Lampiran 5.** Tabel perhitungan hasil uji viskositas nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

Formula	Viskositas (cP)			Rata-rata	SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
Formula 1	1649.7	1643.7	1640.7	1644.7	4.6
Formula 2	1583.6	1577.6	1577.6	1579.6	3.5
Formula 3	1764.6	1761.6	1758.6	1761.6	3.0

**Lampiran 6.** Tabel perhitungan hasil uji daya sebar

Penambahan beban	Ukuran diameter (cm)						Massa kaca penutup (gram)
	Formula 1		Formula 2		Formula 3		
	V	H	V	H	V	H	
0 gram	6.2	6	5.5	6.5	5.2	5.7	156.7
(+) 50 gram	6.5	6.7	6.2	7	5.5	6.5	
(+) 100 gram	6.9	6.9	6.8	7.1	6	7	
(+) 150 gram	7.4	7	7.3	7.4	6.7	7.7	

Keterangan : V (Vertikal), H(Horizontal)



**Lampiran 7.** Tabel perhitungan hasil uji stabilitas pH pada sediaan nanoemul gel minyak atsiri sereh wangi

	Formula	Nilai pH			Rata-rata	SD
		R1	R 2	R3		
Siklus Ke -1	Formula 1	5.07	5.06	5.04	5.06	0.02
	Formula 2	5.06	5.01	5.05	5.04	0.03
	Formula 3	5.02	4.97	4.98	4.99	0.03

	Formula	Nilai pH			Rata-rata	SD
		R 1	R 2	R 3		
Siklus Ke- 2	Formula 1	5.06	5.03	5.05	5.05	0.02
	Formula 2	5.02	5.01	4.97	5.00	0.03
	Formula 3	4.99	4.94	4.98	4.97	0.03

	Formula	Nilai ph			Rata-rata	SD
		R 1	R 2	R 3		
Siklus Ke-3	Formula 1	5.02	5.03	5.04	5.03	0.01
	Formula 2	4.97	4.96	4.94	4.96	0.02
	Formula 3	4.89	4.87	4.86	4.87	0.02

	Formula	Nilai pH			Rata-rata	SD
		R1	R 2	R3		
Siklus Ke-4	Formula 1	4.97	5.03	5.04	5.01	0.04
	Formula 2	4.93	4.94	4.94	4.94	0.01
	Formula 3	4.87	4.82	4.86	4.85	0.03

**Lampiran 8.** Tabel perhitungan hasil uji stabilitas viskositas

Siklus Ke-1	Formula	Viskositas (cP)			Rata-rata	SD
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
	Formula 1	1634.6	1637.6	1646.7	1639.6	6.3
	Formula 2	1571.7	1574.7	1568.7	1571.7	3.0
	Formula 3	1755.7	1752.7	1749.7	1752.7	3.0

Siklus Ke-2	Formula	Viskositas (cP)			Rata-rata	SD
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
	Formula 1	1628.6	1625.6	1631.6	1628.6	3.0
	Formula 2	1562.8	1568.8	1559.8	1563.8	4.6
	Formula 3	1734.6	1737.6	1740.7	1737.6	3.1

Siklus Ke-3	Formula	Viskositas (cP)			Rata-rata	SD
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
	Formula 1	1616.7	1619.7	1619.7	1618.7	1.7
	Formula 2	1553.7	1550.7	1547.7	1550.7	3.0
	Formula 3	1719.7	1728.7	1713.7	1720.7	7.5

Siklus Ke-4	Formula	Viskositas (cP)			Rata-rata	SD
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
	Formula 1	1610.7	1598.7	1604.7	1604.7	6.0
	Formula 2	1529.7	1538.7	1544.7	1537.7	7.5
	Formula 3	1709.7	1713.7	1716.7	1713.4	3.5

**Lampiran 9.** Tabel perhitungan uji stabilitas daya sebar

Siklus Ke-1	Massa penutup kaca (gram)	Beban (gram)	Ukuran diameter (cm)					
			Formula 1		Formula 2		Formula 3	
			V	H	V	H	V	H
156.417	0	6.4	6.5	5.8	6.2	5.2	5.3	
	50	6.8	7.2	6.3	6.7	5.8	6	
	100	7.4	7.5	6.9	7	6.5	6.6	
	150	8	8.2	7.5	7.4	6.8	6.9	

Siklus Ke-2	Massa penutup kaca (gram)	Beban (gram)	Ukuran diameter (cm)					
			Formula 1		Formula 2		Formula 3	
			V	H	V	H	V	H
156.417	0	6.4	6.6	5.9	6.2	5.8	5.6	
	50	7.2	7.3	6.4	7.3	6.4	6.3	
	100	7.6	7.8	7.7	7.8	7.1	6.9	
	150	8.1	8.4	8.1	8.3	7.8	7.4	

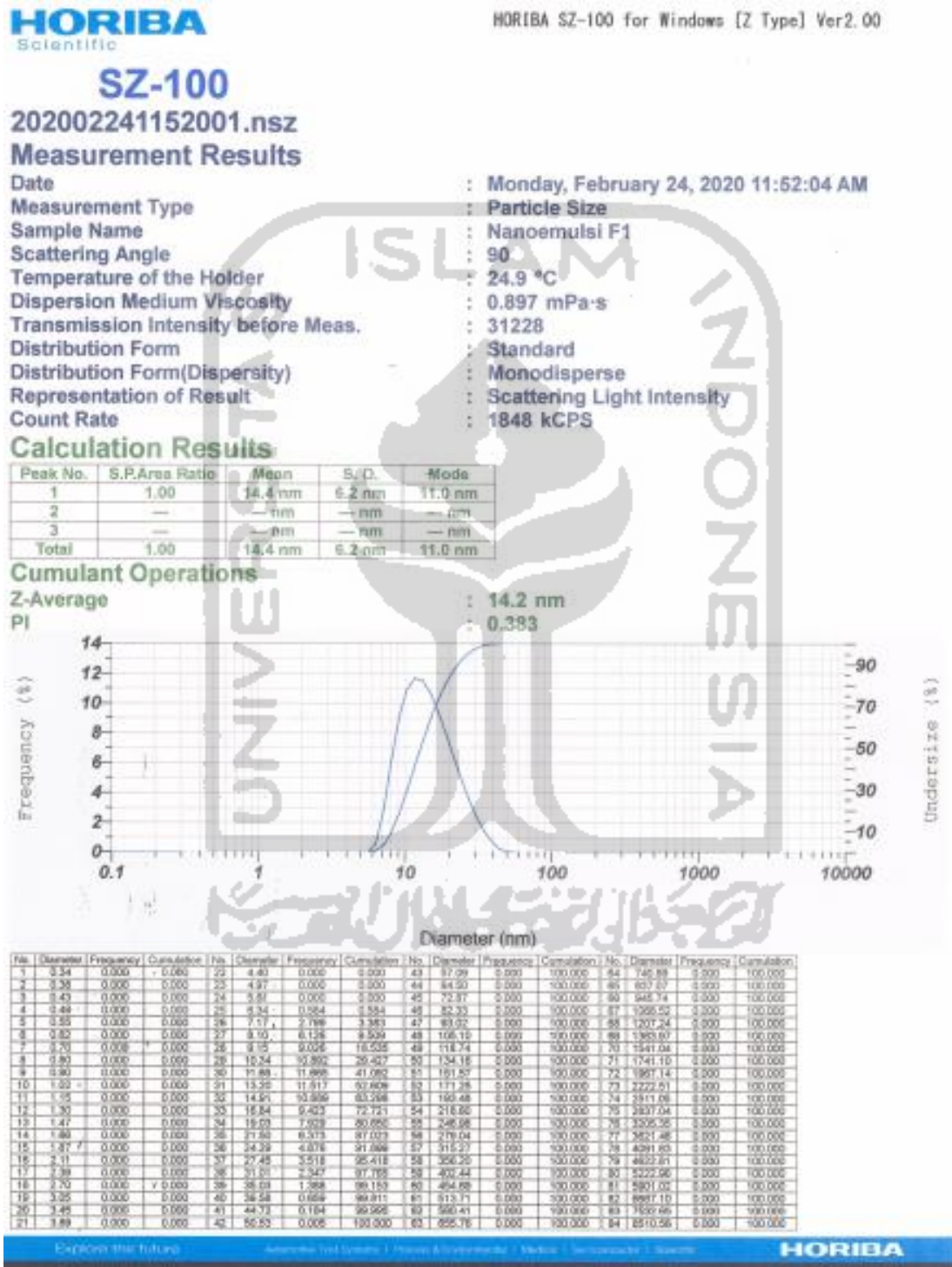
  

Siklus Ke-3	Massa penutup kaca (gram)	Beban (gram)	Ukuran diameter (cm)					
			Formula 1		Formula 2		Formula 3	
			V	H	V	H	V	H
156.417	0	6.4	7	6	6.2	6.5	5.4	
	50	6.8	7.5	6.6	6.9	6.9	6.2	
	100	7.6	8.2	7.4	7.8	7.4	6.7	
	150	8.3	8.4	8	8.4	8.2	7.3	

Siklus Ke-4	Massa penutup kaca (gram)	Beban (gram)	Ukuran diameter (cm)					
			Formula 1		Formula 2		Formula 3	
			V	H	V	H	V	H
156.417	0	6.6	6.9	6.1	6.6	6	6.5	
	50	7.5	7.6	7.2	6.9	6.4	7.3	
	100	8.2	7.8	7.6	7.7	7	7.5	
	150	8.9	8.1	8.3	8.4	7.6	8.2	

Lampiran 10. Hasil uji ukuran partikel nanoemulsi minyak atsiri sereh wangi



**SZ-100**

202002241152002.nsz

**Measurement Results**

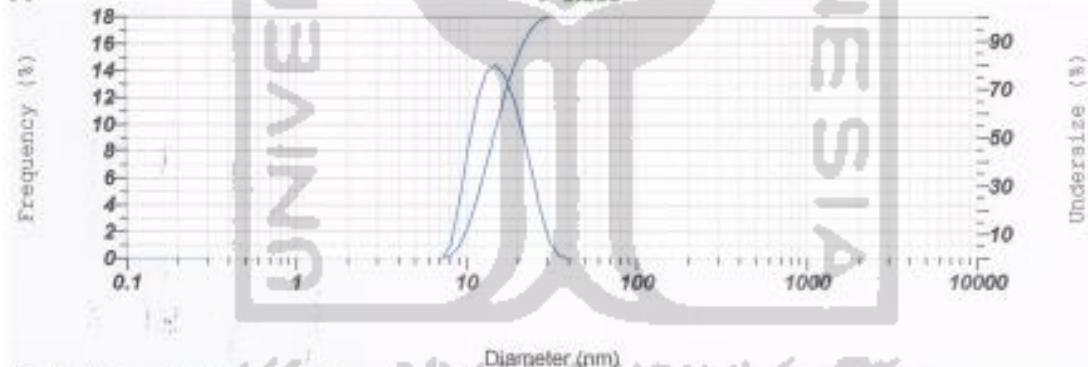
Date : Monday, February 24, 2020 11:52:35 AM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F1  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 25.0 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 31228  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1938 kCPS

**Calculation Results**

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	15.2 nm	4.7 nm	14.0 nm
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
Total	1.00	15.2 nm	4.7 nm	14.0 nm

**Cumulant Operations**

Z-Average : 16.3 nm  
 PI : 0.266



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	22	4.45	0.000	0.000	45	57.08	0.000	100.000	64	740.00	0.000	100.000
2	0.36	0.000	0.000	23	4.67	0.000	0.000	46	64.50	0.000	100.000	65	821.00	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	24	5.61	0.000	0.000	47	77.87	0.000	100.000	66	951.00	0.000	100.000
4	0.48	0.000	0.000	25	6.34	0.000	0.000	48	93.30	0.000	100.000	67	1088.00	0.000	100.000
5	0.58	0.000	0.000	26	7.17	0.000	0.000	49	110.02	0.000	100.000	68	1257.00	0.000	100.000
6	0.62	0.000	0.000	27	8.12	0.000	0.000	50	128.10	0.000	100.000	69	1463.00	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	28	9.15	0.000	0.000	51	148.74	0.000	100.000	70	1711.00	0.000	100.000
8	0.80	0.000	0.000	29	10.34	0.000	0.000	52	174.98	0.000	100.000	71	1997.00	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	30	11.68	0.000	0.000	53	202.57	0.000	100.000	72	2327.00	0.000	100.000
10	1.00	0.000	0.000	31	13.20	0.000	0.000	54	221.25	0.000	100.000	73	2707.00	0.000	100.000
11	1.15	0.000	0.000	32	14.91	0.000	0.000	55	237.48	0.000	100.000	74	3133.00	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	33	16.84	0.000	0.000	56	251.80	0.000	100.000	75	3612.00	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	34	19.03	0.000	0.000	57	263.80	0.000	100.000	76	4150.00	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	35	21.50	0.000	0.000	58	273.04	0.000	100.000	77	4754.00	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	36	24.29	0.000	0.000	59	279.27	0.000	100.000	78	5431.00	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	37	27.49	0.000	0.000	60	282.20	0.000	100.000	79	6189.00	0.000	100.000
17	2.38	0.000	0.000	38	31.01	0.000	0.000	61	282.44	0.000	100.000	80	7035.00	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	39	35.03	0.000	0.000	62	279.89	0.000	100.000	81	7967.00	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	40	39.56	0.000	0.000	63	274.90	0.000	100.000	82	8983.00	0.000	100.000
20	3.45	0.000	0.000	41	44.72	0.000	0.000	64	267.01	0.000	100.000	83	10181.00	0.000	100.000
21	3.98	0.000	0.000	42	50.53	0.000	0.000	65	255.79	0.000	100.000	84	11569.00	0.000	100.000



HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

# SZ-100

202002241154006.nsz

## Measurement Results

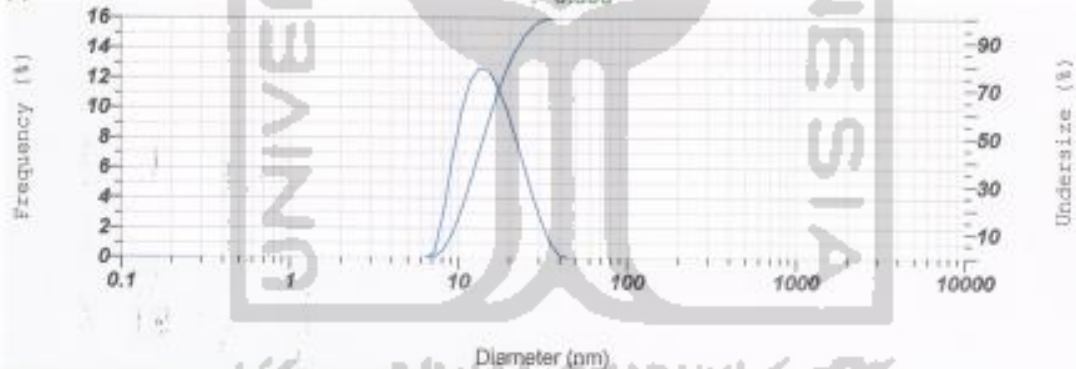
Date : Monday, February 24, 2020 11:54:38 AM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F1  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 24.9 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 31228  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1797 KCPS

## Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	15.2 nm	5.6 nm	12.5 nm
2	--	-- nm	-- nm	-- nm
3	--	-- nm	-- nm	-- nm
Total	1.00	15.2 nm	5.6 nm	12.5 nm

## Cumulant Operations

Z-Average : 14.6 nm  
 PI : 0.305



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	27	4.85	0.000	0.000	52	57.79	0.000	100.000	44	741.85	0.000	100.000
2	0.38	0.000	0.000	28	4.93	0.000	0.000	53	58.40	0.000	100.000	45	751.09	0.000	100.000
3	0.42	0.000	0.000	29	5.01	0.000	0.000	54	59.02	0.000	100.000	46	760.34	0.000	100.000
4	0.46	0.000	0.000	30	5.09	0.000	0.000	55	59.63	0.000	100.000	47	769.58	0.000	100.000
5	0.50	0.000	0.000	31	5.17	0.000	0.000	56	60.24	0.000	100.000	48	778.82	0.000	100.000
6	0.54	0.000	0.000	32	5.25	0.000	0.000	57	60.85	0.000	100.000	49	788.06	0.000	100.000
7	0.58	0.000	0.000	33	5.33	0.000	0.000	58	61.46	0.000	100.000	50	797.30	0.000	100.000
8	0.62	0.000	0.000	34	5.41	0.000	0.000	59	62.07	0.000	100.000	51	806.54	0.000	100.000
9	0.66	0.000	0.000	35	5.49	0.000	0.000	60	62.68	0.000	100.000	52	815.78	0.000	100.000
10	0.70	0.000	0.000	36	5.57	0.000	0.000	61	63.29	0.000	100.000	53	825.02	0.000	100.000
11	0.74	0.000	0.000	37	5.65	0.000	0.000	62	63.90	0.000	100.000	54	834.26	0.000	100.000
12	0.78	0.000	0.000	38	5.73	0.000	0.000	63	64.51	0.000	100.000	55	843.50	0.000	100.000
13	0.82	0.000	0.000	39	5.81	0.000	0.000	64	65.12	0.000	100.000	56	852.74	0.000	100.000
14	0.86	0.000	0.000	40	5.89	0.000	0.000	65	65.73	0.000	100.000	57	861.98	0.000	100.000
15	0.90	0.000	0.000	41	5.97	0.000	0.000	66	66.34	0.000	100.000	58	871.22	0.000	100.000
16	0.94	0.000	0.000	42	6.05	0.000	0.000	67	66.95	0.000	100.000	59	880.46	0.000	100.000
17	0.98	0.000	0.000	43	6.13	0.000	0.000	68	67.56	0.000	100.000	60	889.70	0.000	100.000
18	1.02	0.000	0.000	44	6.21	0.000	0.000	69	68.17	0.000	100.000	61	898.94	0.000	100.000
19	1.06	0.000	0.000	45	6.29	0.000	0.000	70	68.78	0.000	100.000	62	908.18	0.000	100.000
20	1.10	0.000	0.000	46	6.37	0.000	0.000	71	69.39	0.000	100.000	63	917.42	0.000	100.000
21	1.14	0.000	0.000	47	6.45	0.000	0.000	72	70.00	0.000	100.000	64	926.66	0.000	100.000



HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

# SZ-100

202002241318049.nsz

## Measurement Results

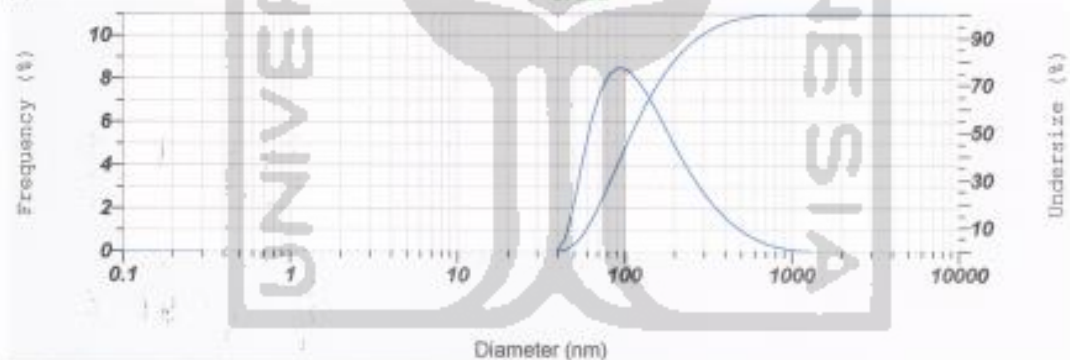
Date : Monday, February 24, 2020 1:18:29 PM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F2  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 25.0 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.996 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 27412  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1488 kCPS

### Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	146.6 nm	108.6 nm	87.6 nm
2	—	— nm	— nm	— nm
3	—	— nm	— nm	— nm
Total	1.00	146.6 nm	108.6 nm	87.6 nm

### Cumulat Operations

Z-Average : 98.7 nm  
 PI : 0.488



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	24	4.40	0.000	0.000	48	51.08	4.251	7.324	54	742.20	0.232	99.720
2	0.56	0.000	0.000	25	4.97	0.000	0.000	49	56.92	4.399	11.723	55	819.17	0.272	99.992
3	0.43	0.000	0.000	26	5.58	0.000	0.000	50	62.87	4.550	16.273	56	876.14	0.312	99.877
4	0.48	0.000	0.000	27	6.24	0.000	0.000	51	68.93	4.702	20.975	57	933.11	0.352	99.964
5	0.56	0.000	0.000	28	7.01	0.000	0.000	52	75.02	4.855	25.829	58	990.08	0.392	99.954
6	0.62	0.000	0.000	29	7.91	0.000	0.000	53	81.14	5.009	30.838	59	1047.05	0.432	99.944
7	0.70	0.000	0.000	30	8.95	0.000	0.000	54	87.29	5.164	35.902	60	1104.02	0.472	99.934
8	0.80	0.000	0.000	31	10.15	0.000	0.000	55	93.47	5.320	41.022	61	1161.00	0.512	99.924
9	0.86	0.000	0.000	32	11.51	0.000	0.000	56	100.00	5.477	46.200	62	1218.00	0.552	99.914
10	1.02	0.000	0.000	33	13.03	0.000	0.000	57	107.00	5.635	51.435	63	1275.00	0.592	99.904
11	1.15	0.000	0.000	34	14.71	0.000	0.000	58	114.50	5.794	56.729	64	1332.00	0.632	99.894
12	1.30	0.000	0.000	35	16.54	0.000	0.000	59	122.50	5.954	62.083	65	1389.00	0.672	99.884
13	1.47	0.000	0.000	36	18.53	0.000	0.000	60	131.00	6.115	67.498	66	1446.00	0.712	99.874
14	1.66	0.000	0.000	37	20.68	0.000	0.000	61	140.00	6.277	72.975	67	1503.00	0.752	99.864
15	1.87	0.000	0.000	38	23.00	0.000	0.000	62	149.50	6.440	78.515	68	1560.00	0.792	99.854
16	2.11	0.000	0.000	39	25.50	0.000	0.000	63	159.50	6.604	84.119	69	1617.00	0.832	99.844
17	2.38	0.000	0.000	40	28.17	0.000	0.000	64	170.00	6.769	89.788	70	1674.00	0.872	99.834
18	2.70	0.000	0.000	41	31.00	0.000	0.000	65	181.00	6.935	95.523	71	1731.00	0.912	99.824
19	3.05	0.000	0.000	42	34.00	0.000	0.000	66	192.50	7.102	101.325	72	1788.00	0.952	99.814
20	3.45	0.000	0.000	43	37.25	0.000	0.000	67	204.50	7.270	107.195	73	1845.00	0.992	99.804
21	3.88	0.000	0.000	44	40.85	0.000	0.000	68	217.00	7.439	113.134	74	1902.00	1.032	99.794



HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

# SZ-100

202002241315044.nsz

## Measurement Results

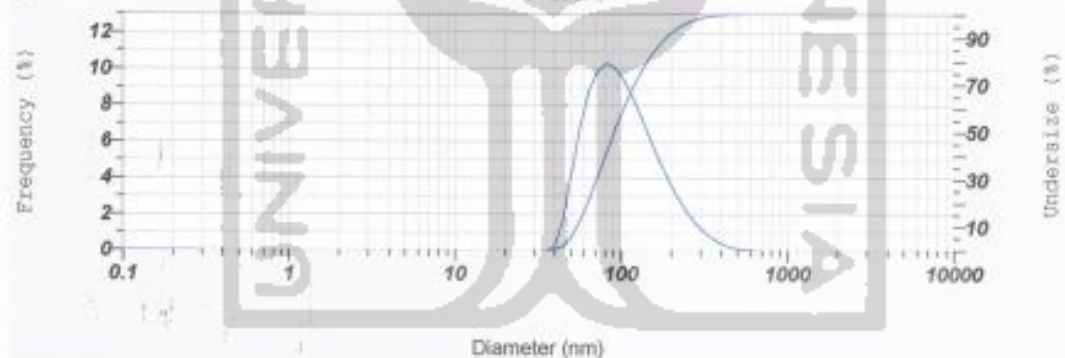
Date : Monday, February 24, 2020 1:16:44 PM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F2  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 24.9 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 27412  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1660 KCPS

## Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	108.4 nm	59.6 nm	77.5 nm
2	—	— nm	— nm	— nm
3	—	— nm	— nm	— nm
Total	1.00	108.4 nm	59.6 nm	77.5 nm

## Cumulat Operations

Z-Average : 98.6 nm  
 PI : 0.476



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	34	4.50	0.005	1.300	45	7.70	0.015	11.540	46	10.50	0.025	11.690
2	0.58	0.000	0.000	35	4.97	0.005	1.305	46	8.40	0.017	11.707	47	11.50	0.027	11.734
3	0.43	0.000	0.000	36	5.44	0.005	1.310	47	9.20	0.018	11.752	48	12.50	0.029	11.781
4	0.48	0.000	0.000	37	5.91	0.005	1.315	48	10.00	0.019	11.801	49	13.50	0.030	11.831
5	0.55	0.000	0.000	38	6.38	0.005	1.320	49	10.80	0.020	11.851	50	14.50	0.031	11.882
6	0.62	0.000	0.000	39	6.85	0.005	1.325	50	11.60	0.021	11.902	51	15.50	0.032	11.913
7	0.70	0.000	0.000	40	7.32	0.005	1.330	51	12.40	0.022	11.933	52	16.50	0.033	11.944
8	0.80	0.000	0.000	41	7.79	0.005	1.335	52	13.20	0.023	11.964	53	17.50	0.034	11.975
9	0.90	0.000	0.000	42	8.26	0.005	1.340	53	14.00	0.024	11.995	54	18.50	0.035	12.006
10	1.02	0.000	0.000	43	8.73	0.005	1.345	54	14.80	0.025	12.026	55	19.50	0.036	12.037
11	1.15	0.000	0.000	44	9.20	0.005	1.350	55	15.60	0.026	12.057	56	20.50	0.037	12.048
12	1.30	0.000	0.000	45	9.67	0.005	1.355	56	16.40	0.027	12.078	57	21.50	0.038	12.059
13	1.47	0.000	0.000	46	10.14	0.005	1.360	57	17.20	0.028	12.109	58	22.50	0.039	12.070
14	1.66	0.000	0.000	47	10.61	0.005	1.365	58	18.00	0.029	12.130	59	23.50	0.040	12.081
15	1.87	0.000	0.000	48	11.08	0.005	1.370	59	18.80	0.030	12.161	60	24.50	0.041	12.092
16	2.11	0.000	0.000	49	11.55	0.005	1.375	60	19.60	0.031	12.192	61	25.50	0.042	12.103
17	2.38	0.000	0.000	50	12.02	0.005	1.380	61	20.40	0.032	12.223	62	26.50	0.043	12.114
18	2.68	0.000	0.000	51	12.49	0.005	1.385	62	21.20	0.033	12.254	63	27.50	0.044	12.125
19	3.02	0.000	0.000	52	12.96	0.005	1.390	63	22.00	0.034	12.285	64	28.50	0.045	12.136
20	3.42	0.000	0.000	53	13.43	0.005	1.395	64	22.80	0.035	12.316	65	29.50	0.046	12.147
21	3.89	0.000	0.000	54	13.90	0.005	1.400	65	23.60	0.036	12.347	66	30.50	0.047	12.158



**SZ-100**

202002241317047.nsz

**Measurement Results**

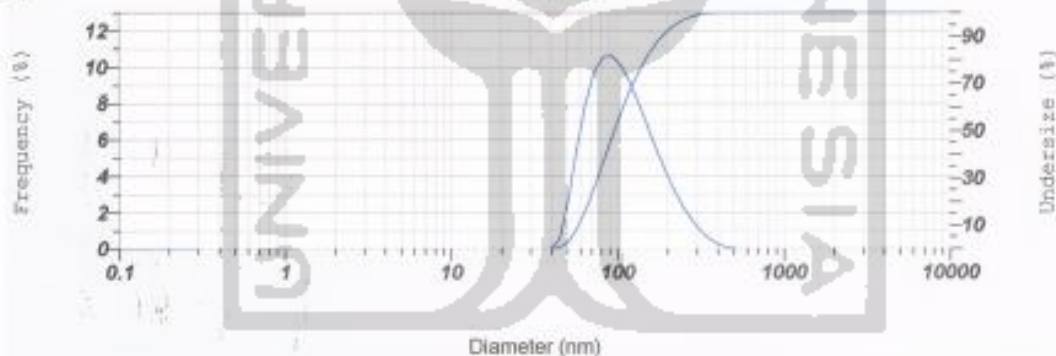
Date : Monday, February 24, 2020 1:17:17 PM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F2  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 24.9 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa-s  
 Transmission Intensity before Meas. : 27412  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1749 kCPS

**Calculation Results**

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	111.7 nm	55.8 nm	87.3 nm
2	---	--- nm	--- nm	--- nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	111.7 nm	55.8 nm	87.3 nm

**Cumulat Operations**

Z-Average : 102.3 nm  
 PI : 0.488



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.54	0.000	0.000	32	1.40	0.000	0.000	43	3.09	0.000	0.000	54	10.51	0.000	100.000
2	0.30	0.000	0.000	29	4.87	0.000	0.000	44	84.90	0.000	16.484	55	80.57	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	34	5.91	0.000	0.000	45	72.87	0.000	26.141	56	94.74	0.000	100.000
4	0.44	0.000	0.000	35	6.34	0.000	0.000	46	82.33	0.000	36.873	57	106.70	0.000	100.000
5	0.55	0.000	0.000	28	7.17	0.000	0.000	47	95.07	0.000	47.251	58	120.24	0.000	100.000
6	0.82	0.000	0.000	27	8.10	0.000	0.000	48	106.10	0.000	57.287	59	136.07	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	26	9.10	0.000	0.000	49	118.74	0.000	66.574	60	154.08	0.000	100.000
8	0.83	0.000	0.000	25	10.34	0.000	0.000	50	134.18	0.000	74.268	61	174.10	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	30	11.88	0.000	0.000	51	151.50	0.000	81.354	62	196.14	0.000	100.000
10	1.00	0.000	0.000	31	13.30	0.000	0.000	52	171.25	0.000	87.833	63	222.51	0.000	100.000
11	1.10	0.000	0.000	32	14.80	0.000	0.000	53	193.48	0.000	91.128	64	251.08	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	33	16.84	0.000	0.000	54	218.60	0.000	94.350	65	282.04	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	34	19.00	0.000	0.000	55	246.96	0.000	96.662	66	325.95	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	35	21.50	0.000	0.000	56	279.04	0.000	97.982	67	382.48	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	36	24.30	0.000	0.000	57	315.27	0.000	98.188	68	451.65	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	37	27.48	0.000	0.000	58	355.50	0.000	97.123	69	532.81	0.000	100.000
17	2.38	0.000	0.000	38	31.07	0.000	0.000	59	400.84	0.000	95.047	70	622.96	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	39	35.00	0.000	0.000	60	454.60	0.000	91.000	71	730.02	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	40	39.58	0.000	0.000	61	513.71	0.000	85.000	72	859.10	0.000	100.000
20	3.46	0.000	0.000	41	44.70	0.000	0.000	62	580.41	0.000	77.000	73	1000.00	0.000	100.000
21	3.99	0.000	0.000	42	50.00	2.512	3.041	63	655.70	0.000	67.000	74	1175.50	0.000	100.000

**SZ-100**

202002241322050.nsz  
**Measurement Results**

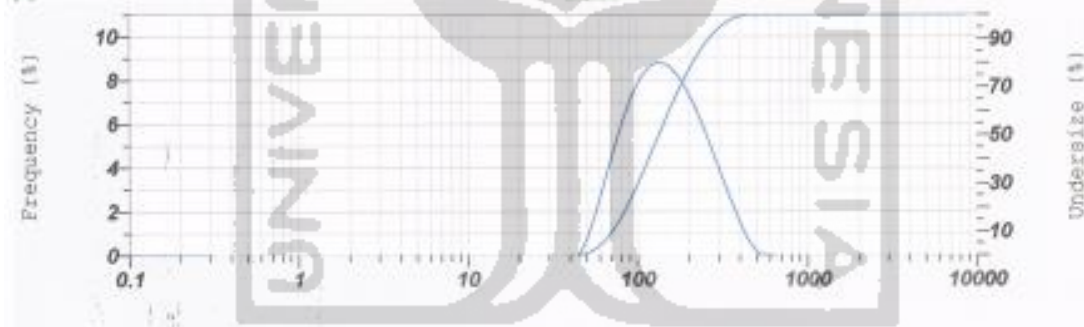
Date : Monday, February 24, 2020 1:22:22 PM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F3  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 24.8 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 23660  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1754 kCPS

**Calculation Results**

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	152.6 nm	77.5 nm	126.2 nm
2	—	— nm	— nm	— nm
3	—	— nm	— nm	— nm
Total	1.00	152.6 nm	77.5 nm	126.2 nm

**Cumulant Operations**

Z-Average : 109.2 nm  
 PI : 0.229



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	29	4.90	0.000	0.000	45	57.00	0.000	2.784	64	740.85	0.000	100.000
2	0.50	0.000	0.000	23	4.92	0.000	0.000	44	58.50	0.000	62.54	65	877.91	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	24	5.91	0.000	0.000	49	72.87	4.819	11.775	66	888.74	0.000	100.000
4	0.49	0.000	0.000	25	6.34	0.000	0.000	46	82.26	4.730	17.410	67	1066.23	0.000	100.000
5	0.98	0.000	0.000	26	7.17	0.000	0.000	47	93.03	7.325	24.745	68	1207.24	0.000	100.000
6	0.80	0.000	0.000	27	8.10	0.000	0.000	48	105.13	8.150	32.895	69	1365.07	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	28	9.15	0.000	0.000	49	118.74	8.849	41.744	70	1541.04	0.000	100.000
8	0.80	0.000	0.000	29	10.34	0.000	0.000	50	134.19	8.870	50.615	71	1735.15	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	30	11.69	0.000	0.000	51	151.67	8.878	59.493	72	1947.14	0.000	100.000
10	1.02	0.000	0.000	31	13.21	0.000	0.000	52	171.35	8.250	67.743	73	2177.51	0.000	100.000
11	1.15	0.000	0.000	32	14.90	0.000	0.000	53	193.48	7.580	74.823	74	2511.08	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	33	16.84	0.000	0.000	54	218.82	6.719	81.542	75	2867.04	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	34	19.09	0.000	0.000	55	246.68	5.721	87.263	76	3305.25	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	35	21.66	0.000	0.000	56	276.04	4.639	91.902	77	3821.48	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	36	24.59	0.000	0.000	57	315.27	3.528	95.430	78	4491.83	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	37	27.90	0.000	0.000	58	364.20	2.439	97.869	79	5327.81	0.000	100.000
17	2.39	0.000	0.000	38	31.61	0.000	0.000	59	424.44	1.433	99.302	80	6327.96	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	39	35.80	0.000	0.000	60	496.66	0.560	99.864	81	7501.10	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	40	40.58	0.000	0.000	61	571.71	0.054	99.918	82	8857.10	0.000	100.000
20	3.45	0.000	0.000	41	46.12	0.000	0.000	62	650.81	0.001	99.919	83	10394.96	0.000	100.000
21	3.98	0.000	0.000	42	52.50	0.000	0.000	63	744.76	0.000	99.919	84	12120.58	0.000	100.000



# SZ-100

202002241323053.nsz

## Measurement Results

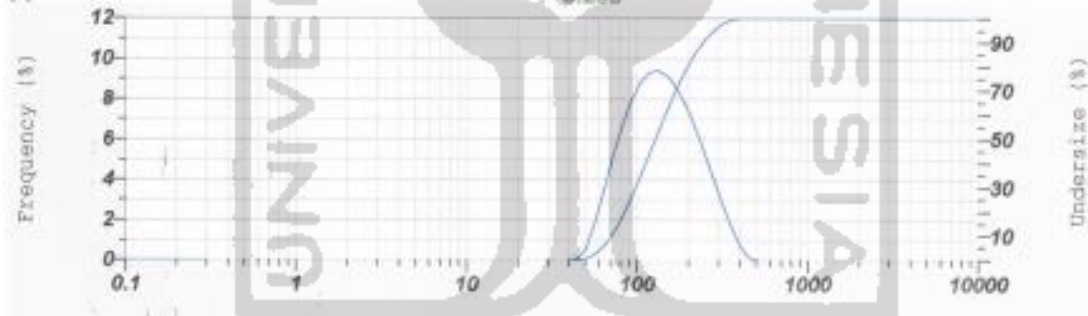
Date : Monday, February 24, 2020 1:23:54 PM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F3  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 25.0 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 23660  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1527 kCPS

## Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	144.8 nm	68.8 nm	126.1 nm
2	---	--- nm	--- nm	--- nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	144.8 nm	68.8 nm	126.1 nm

## Cumulant Operations

Z-Average : 107.2 nm  
 PI : 0.255



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.005	0.280	22	4.70	0.005	0.800	43	67.09	1.805	2.472	84	149.84	0.005	100.000
2	0.38	0.005	0.300	23	5.07	0.005	0.820	44	69.50	3.460	5.932	85	160.27	0.005	100.000
3	0.43	0.005	0.320	24	5.51	0.005	0.840	45	72.97	5.199	8.131	86	165.74	0.005	100.000
4	0.49	0.005	0.330	25	6.04	0.005	0.850	46	82.30	6.852	11.824	87	168.53	0.005	100.000
5	0.55	0.005	0.350	26	7.17	0.005	0.860	47	83.02	7.815	20.739	88	1707.24	0.005	100.000
6	0.62	0.005	0.360	27	8.10	0.005	0.870	48	105.12	8.765	34.534	89	1363.67	0.005	100.000
7	0.70	0.005	0.370	28	9.15	0.005	0.880	49	118.74	9.388	43.822	90	1541.04	0.005	100.000
8	0.80	0.005	0.380	29	10.34	0.005	0.890	50	124.18	9.390	53.212	91	1741.15	0.005	100.000
9	0.90	0.005	0.390	30	11.66	0.005	0.900	51	161.82	8.124	62.235	92	1967.14	0.005	100.000
10	1.02	0.005	0.390	31	13.20	0.005	0.900	52	171.38	8.832	70.867	93	2222.51	0.005	100.000
11	1.18	0.005	0.390	32	14.91	0.005	0.900	53	160.48	7.871	78.838	94	2511.68	0.005	100.000
12	1.30	0.005	0.390	33	16.84	0.005	0.900	54	218.80	8.804	85.142	95	2827.04	0.005	100.000
13	1.47	0.005	0.390	34	19.03	0.005	0.900	55	248.88	8.389	93.542	96	3205.35	0.005	100.000
14	1.66	0.005	0.390	35	21.50	0.005	0.900	56	279.04	4.125	94.867	97	3621.48	0.005	100.000
15	1.87	0.005	0.390	36	24.29	0.005	0.900	57	315.27	2.854	97.521	98	4081.63	0.005	100.000
16	2.11	0.005	0.390	37	27.49	0.005	0.900	58	368.20	1.870	98.791	99	4622.61	0.005	100.000
17	2.38	0.005	0.390	38	31.21	0.005	0.900	59	452.44	0.895	99.385	99	5252.56	0.005	100.000
18	2.70	0.005	0.390	39	35.55	0.005	0.900	60	464.66	0.114	100.000	99	5901.02	0.005	100.000
19	3.05	0.005	0.390	40	39.58	0.005	0.900	61	513.71	0.000	100.000	99	6661.15	0.005	100.000
20	3.45	0.005	0.390	41	44.72	0.005	0.986	62	580.41	0.000	100.000	99	7522.66	0.005	100.000
21	3.89	0.005	0.390	42	50.63	0.005	0.925	63	668.28	0.000	100.000	1.34	8510.58	0.005	100.000

**SZ-100**

202002241327059.nsz

**Measurement Results**

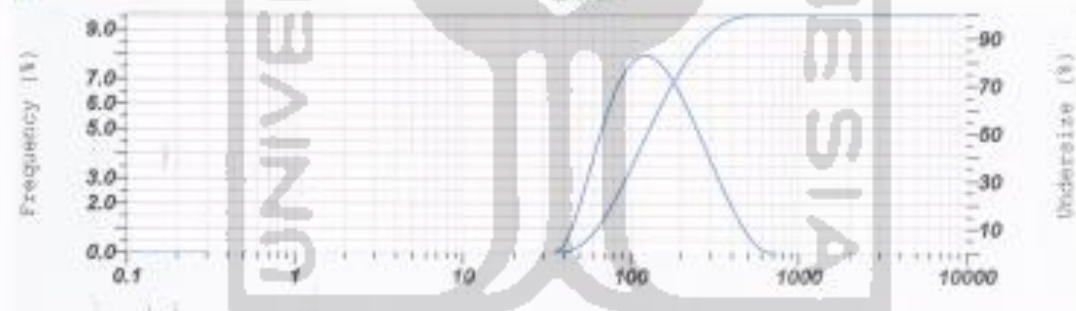
Date : Monday, February 24, 2020 1:27:08 PM  
 Measurement Type : Particle Size  
 Sample Name : Nanoemulsi F3  
 Scattering Angle : 90  
 Temperature of the Holder : 24.8 °C  
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s  
 Transmission Intensity before Meas. : 23680  
 Distribution Form : Standard  
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse  
 Representation of Result : Scattering Light Intensity  
 Count Rate : 1634 kCPS

**Calculation Results**

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	130.8 nm	80.1 nm	111.8 nm
2	—	— nm	— nm	— nm
3	—	— nm	— nm	— nm
Total	1.00	130.8 nm	80.1 nm	111.8 nm

**Cumulant Operations**

Z-Average : 110.2 nm  
 Pi : 0.249



No.	Diameter	Frequency	Cumulative	No.	Diameter	Frequency	Cumulative	No.	Diameter	Frequency	Cumulative
1	0.24	0.000	0.000	21	4.28	0.000	0.000	49	91.26	0.000	0.000
2	0.34	0.000	0.000	22	5.68	0.000	0.000	50	121.26	0.000	0.000
3	0.44	0.000	0.000	23	7.52	0.000	0.000	51	158.56	0.000	0.000
4	0.58	0.000	0.000	24	10.00	0.000	0.000	52	211.80	0.000	0.000
5	0.78	0.000	0.000	25	13.52	0.000	0.000	53	289.76	0.000	0.000
6	1.04	0.000	0.000	26	18.16	0.000	0.000	54	399.84	0.000	0.000
7	1.38	0.000	0.000	27	24.48	0.000	0.000	55	541.44	0.000	0.000
8	1.84	0.000	0.000	28	33.12	0.000	0.000	56	728.64	0.000	0.000
9	2.44	0.000	0.000	29	44.48	0.000	0.000	57	977.76	0.000	0.000
10	3.24	0.000	0.000	30	59.84	0.000	0.000	58	1318.40	0.000	0.000
11	4.28	0.000	0.000	31	80.00	0.000	0.000	59	1768.00	0.000	0.000
12	5.68	0.000	0.000	32	107.36	0.000	0.000	60	2358.08	0.000	0.000
13	7.52	0.000	0.000	33	143.36	0.000	0.000	61	3138.24	0.000	0.000
14	10.00	0.000	0.000	34	191.36	0.000	0.000	62	4168.96	0.000	0.000
15	13.52	0.000	0.000	35	255.04	0.000	0.000	63	5528.00	0.000	0.000
16	18.16	0.000	0.000	36	340.16	0.000	0.000	64	7288.00	0.000	0.000
17	24.48	0.000	0.000	37	454.72	0.000	0.000	65	9712.00	0.000	0.000
18	33.12	0.000	0.000	38	609.28	0.000	0.000	66	12880.00	0.000	0.000
19	44.48	0.000	0.000	39	819.20	0.000	0.000	67	17008.00	0.000	0.000
20	59.84	0.000	0.000	40	1100.16	0.000	0.000	68	22512.00	0.000	0.000
21	80.00	0.000	0.000	41	1471.36	0.000	0.000	69	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
22	107.36	0.000	0.000	42	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>70</td> <td 39968.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	70	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
23	143.36	0.000	0.000	43	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>71</td> <td 53920.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	71	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
24	191.36	0.000	0.000	44	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>72</td> <td 72864.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	72	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
25	255.04	0.000	0.000	45	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>73</td> <td 9800.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	73	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
26	340.16	0.000	0.000	46	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>74</td> <td 13200.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	74	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
27	454.72	0.000	0.000	47	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>75</td> <td 17600.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	75	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
28	609.28	0.000	0.000	48	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>76</td> <td 23360.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	76	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
29	819.20	0.000	0.000	49	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>77</td> <td 31120.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	77	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
30	1100.16	0.000	0.000	50	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>78</td> <td 41440.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	78	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
31	1471.36	0.000	0.000	51	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>79</td> <td 55040.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	79	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
32	1984.00	0.000	0.000	52	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>80</td> <td 73440.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	80	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
33	2700.16	0.000	0.000	53	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>81</td> <td 97440.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	81	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
34	3619.84	0.000	0.000	54	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>82</td> <td 129440.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	82	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
35	4843.44	0.000	0.000	55	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>83</td> <td 172480.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	83	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
36	6481.60	0.000	0.000	56	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>84</td> <td 229600.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	84	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
37	8734.72	0.000	0.000	57	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>85</td> <td 306400.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	85	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
38	11702.40	0.000	0.000	58	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>86</td> <td 407200.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	86	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
39	15684.80	0.000	0.000	59	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>87</td> <td 539200.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	87	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
40	21283.20	0.000	0.000	60	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>88</td> <td 724800.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	88	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
41	28598.40	0.000	0.000	61	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>89</td> <td 966400.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	89	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
42	38521.60	0.000	0.000	62	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>90</td> <td 1280000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	90	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
43	51363.20	0.000	0.000	63	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>91</td> <td 1673600.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	91	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
44	68425.60	0.000	0.000	64	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>92</td> <td 2243200.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	92	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
45	91209.60	0.000	0.000	65	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>93</td> <td 3016000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	93	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
46	121625.60	0.000	0.000	66	2200000.00	0.000	0.000	94	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
47	162681.60	0.000	0.000	67	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>95</td> <td 5328000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	95	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
48	217488.00	0.000	0.000	68	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>96</td> <td 7136000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	96	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
49	291136.00	0.000	0.000	69	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>97</td> <td 9504000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	97	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
50	389728.00	0.000	0.000	70	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>98</td> <td 12640000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	98	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
51	523264.00	0.000	0.000	71	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>99</td> <td 16640000.00<="" td=""><td>0.000</td><td>0.000</td></td>	0.000	0.000	99	<td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000
52	701760.00	0.000	0.000	72	<td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>100</td> <td>22000000.00</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td>	0.000	0.000	100	22000000.00	0.000	0.000