



**FABRIKASI NANOFIBER LINALOOL DAN METIL KAVIKOL DARI
MINYAK KEMANGI (*Ocimum basilicum*) DENGAN Matriks PVA DAN
 β -SIKLODEKSTRIN**

Skripsi

Disusun sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia

Oleh

Intan Arsitiya
4311416030

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020

PENGESAHAN


Skripsi yang berjudul Fabrikasi *nanofiber* linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) dengan matriks PVA dan β -siklodekstrin karya Intan Arsitiya (4311416030) telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 20 Februari 2020.

Panitia

Ketua

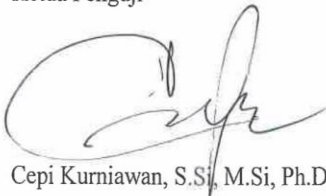
UNNES
FMIPA
NIP. 196102191993031001

Sekretaris



Dr. Sigit Priatmoko, M.Si
NIP.196504291991031001

Ketua Penguji



Cepi Kurniawan, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 198104112005011001

Anggota penguji



Dante Alighiri, S.Si, M.Sc
NIP. 198506102015041003

Anggota penguji/pembimbing



Prof. Dr. Edy Cahyono, M.Si
NIP. 196412051990021001

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiasi dari karya tulis orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik.

Semarang, 20 Februari 2020



Intan Arsitiya

4311416030

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Yakinalah bahwa rencana Allah jauh lebih indah dibandingkan dengan rencana kita
- Jangan pernah menganggap bahwa masalah kita paling berat, tapi lihatlah masih banyak orang yang memiliki masalah lebih besar dari pada kita tetapi mereka masih bisa tersenyum dan bersyukur
- Jangan lupa bersyukur atas segala nikmat yang telah diberikan
- Serahkan segala urusan kepada Allah

Persembahan:

Karya tulis ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungannya kepada saya
2. Kedua adik saya yang menjadi motivasi saya untuk menyelesaikan karya tulis ini
3. Sahabat-sahabat saya yaitu Cucu sumawi, Shafira moreta, Hasna Bella Afiroso dan Yemima Agnetha Heldi yang selalu memberikan semangat, masukan dan selalu menemani selama penyelesaian karya tulis ini
4. Sahabat-sahabat SMA saya yang selalu memberikan semangatnya
5. Teman-teman Kimia angkatan 2016 dan pada khususnya Kimia 1 2016 yang selalu kebersamai selama 3,5 tahun ini

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “preparasi *nanofiber* linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) dengan matriks pva dan siklodekstrin”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut membantu. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak sebagai berikut.

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah mengesahkan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Sigit Priatmoko, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Bapak Prof. Edy Cahyono, M.Si selaku dosen pembimbing di Jurusan Kimia FMIPA UNNES yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta perhatiannya untuk memberikan dukungan dan pengarahan selama penelitian sampai selesainya penulisan skripsi.
4. Bapak Cepi Kurniawan, S.Si, M.Si, Ph.D dan Pak Dante Alighiri, S.Si, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahannya selama penelitian.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia yang telah banyak memberikan ilmu selama studi selama 4 tahun.
6. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa restu dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga laporan Praktik Kerja Lapangan ini bermanfaat bagi seluruh mahasiswa Jurusan Kimia dan pembaca pada umumnya.

Semarang, 20 Februari 2020

Penulis

ABSTRAK

Intan Arsitiya, 2020. *Fabrikasi Nanofiber linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) dengan matriks PVA dan β -siklodekstrin*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Prof. Dr. Edy Cahyono, M.Si.

Kata kunci : *nanofiber*, β -siklodekstrin, linalool, metil kavikol, PVA

Perkembangan nanoteknologi saat ini berkembang sangat pesat. Hal ini ditinjau karena material berukuran nanometer memiliki keunggulan yaitu memiliki luas permukaan yang lebih besar. Salah satu pengaplikasiannya yaitu *nanofiber* yang banyak dimanfaatkan sebagai membran filtrasi dan penunjang *drug delivery system*. Dalam penelitian ini pembentukan *nanofiber* diberi penambahan zat aktif. Zat aktif yang digunakan berasal dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari cara isolasi linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) dan mempelajari morfologi nanofiber yang dihasilkan. Penelitian ini didahului dengan isolasi linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*). Hasil isolasinya diperoleh kemurnian linalool dan metil kavikol sebesar 60,99% dan 98,55% pada fraksi II dan IV. Tahapan selanjutnya, pembentukan *nanofiber* dengan menggunakan metode *electrospinning* yang diawali dengan pembentukan emulsi dengan konsentrasi PVA 12%, β -siklodekstrin 39%, linalool 5% dan metil kavikol 3%. Proses *electrospinning* dilakukan pada suhu ruang dengan tegangan 14 kV, jarak spinert-kolektor 16 cm dan *flow rate* 0,05-0,3 mL/jam. Linalool dan metil kavikol berhasil diimobilisasi dengan matriks PVA dan β -siklodekstrin dengan ukuran fiber 80 nm. Spektra FTIR nanofiber PVA/ β -CD linalool dan metil kavikol menunjukkan vibrasi pada bilangan gelombang 3438 cm^{-1} diidentifikasi adanya gugus -OH dan bilangan gelombang 1475 cm^{-1} yang diindikasikan adanya gugus fungsi C=C aromatik yang masing-masing merupakan penciri dari linalool dan metil kavikol. Uji kontrol rilis dilakukan untuk mengetahui laju pelepasan linalool dan metil kavikol dalam *nanofiber* selama 0-2 hari.

ABSTRACT

Arsitiya, Intan, 2020. *Linalool and Methyl Chavicol Nanofiber Fabrication from Basil Oil (*Ocimum basilicum*) of PVA and β -siklodekstrin Matrix*. Skripsi, Chemistry, Faculty of Mathematics and Science, Universitas Negeri Semarang. Supervisor Prof. Dr. Edy Cahyono, M.Si.

Keyword : *nanofiber*, β -siklodekstrin, linalool, methyl chavicol , PVA

The development of nanotechnology now has growing rapidly. This is because the nanometer material has many advantages such as of having a larger surface area. The application of nanofiber widely used as a filtration membrane and supporting drug delivery systems. In this research the formation of nanofiber was given the addition of active substances. The active substance used is derived from basil oil (*Ocimum basilicum*). This research aims to study how to isolate linalool and methyl chavicol from basil oil (*Ocimum basilicum*) and study the morphology of the resulting nanofiber. This research was preceded by isolate linalool and methyl chavicol from basil oil (*Ocimum basilicum*). The isolated yield of linalool and methyl chavicol was obtained 60.99% and 98.55% in fractions II and IV. The next step, the formation of nanofibers by using electrospinning method that begins with the formation of an emulsion with a concentration of PVA 12%, β -cyclodextrin 39%, linalool 5% and methyl chavicol 3%. The electrospinning process is carried out at room temperature with a voltage of 14 kV, a spin-collector distance of 16 cm and a flow rate of 0.05-0.3 mL/hour. Linalool and methyl chavicol were successfully immobilized with a PVA / β -cyclodextrin matrix with a fiber size of 80 nm. FTIR spectra of linalool nanofiber PVA / β -CD and methyl chavicol showed vibrations at wave number 3438 cm^{-1} identified the -OH group and wave number 1475 cm^{-1} which indicated the presence of aromatic C=C groups, each of which is a characteristic of linalool and methyl chavicol. Release control test was conducted to determine the rate of release of linalool and methyl cavikol in nanofibers for 0-2 days.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Manfaat Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Minyak Atsiri	6
2.2 Minyak atsiri daun kemangi	7
2.1.1 Tanaman kemangi	7
2.1.2 Komposisi minyak atsiri tanaman kemangi	10
2.1.3 Senyawa linalool	13
2.1.4 Metil kavikol	15
2.3. Isolasi senyawa linalool dan metil kavikol	16
2.3.1 Identifikasi dan karakteristik linalool dan metil kavikol dengan GC-MS.....	17
2.4. Bahan polimer untuk <i>electrospinning</i>	18
2.4.1 PVA (Polivinil Alkohol)	18

2.4.2. Siklodekstrin	20
2.5. Nanoteknologi	23
2.5.1. Teknologi <i>electrospinning</i>	24
2.5.2. SEM (<i>Scanning Electrone Microscoph</i>).....	25
2.5.3. FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectrofotometer</i>)	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Tempat Penelitian	29
3.2 Variabel Penelitian	29
3.2.1 Variabel Bebas	29
3.2.2 Variabel Terikat	29
3.2.3 Variabel Terkendali	30
3.3 Alat dan Bahan	30
3.3.1 Alat Penelitian	30
3.3.2 Bahan penelitian	30
3.4 Prosedur Kerja.....	31
3.4.1 Isolasi linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi	31
3.4.2 Preparasi emulsi untuk <i>electrospinning</i>	32
3.4.3. Proses <i>electrospinning</i>	33
3.4.4. Karakterisasi	34
3.4.4.1. GC-MS (<i>Gas Chromatograph-Mass Spectrometry</i>)	34
3.4.4.2. Analisis GC (<i>Gas Chromatograph</i>)	34
3.4.4.3 Analisis FTIR	34
3.4.4.4. Analisis SEM.....	34
3.4.5. Pengujian	35
3.4.5.1. Uji <i>controlled release</i>	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Analisis komponen dalam minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>) dengan GC-MS.....	36
4.2. Isolasi linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>)....	43

4.3. Analisis GC hasil destilasi fraksinasi minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>) ..	46
4.4. Analisis FTIR minyak kemangi fraksi II dan fraksi IV	52
4.5. <i>Nanofiber</i> hasil <i>electrospinning</i>	55
4.5.1. Analisis morfologi dan diameter <i>nanofiber</i>	56
4.6. Analisis ikatan molekul dalam Spektrum FTIR.....	63
4.7. Uji <i>Controlled Release</i>	71
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	77
5.1. Simpulan	77
5.2. Saran.....	78
Daftar pustaka	79
Lampiran	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1 Struktur kimia β -CD dan dimensi dari α -, β -, γ - CD	21
2.2 Pembentukan kompleks inklusi siklodekstrin dengan zat aktif	22
2.3 Teknik <i>electrospinning</i>	25
4.1 Minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>).....	36
4.2 Kromatogram GC-MS Minyak Kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>)	37
4.3 Spektrum massa linalool	39
4.4 Senyawa linalool	39
4.5 Pola fragmentasi senyawa linalool	40
4.6 Spektrum massa metil kavikol	41
4.7 Senyawa metil kavikol	41
4.8 Pola fragmentasi senyawa metil kavikol.....	42
4.9 Hasil destilasi fraksinasi penurunan tekanan	46
4.10 Hasil destilasi fraksinasi.....	45
4.11 Kromatogram hasil GC minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>).....	47
4.12 Hasil destilasi fraksinasi penurunan tekanan dengan analisis GC	48
4.13 Diagram hasil destilasi fraksinasi.....	51
4.14 Spektrum FTIR Fraksi II.....	52
4.15 Spektrum FTIR Fraksi IV	54
4.16 Hasil SEM emulasi 20.000 kali.....	57
4.17 Spektrum FTIR PVA.....	63
4.18 Spektrum FTIR β -siklodekstrin.....	65
4.19 Spektra PVA/linalool, PVA/ β -CD/linalool.....	66
4.20 Spektrum PVA/metil kavikol	71
4.21 Spektra PVA/linalool	73
4.22 Spektra PVA/ β -CD/linalool	74

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1 Deskripsi morfologi beberapa jenis tanaman kemangi (<i>Ocimum spp</i>)	9
2.2 Komposisi utama minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>) peneliti terdahulu	12
2.3 Sifat fisik linalool	14
2.4 Sifat fisik PVA	18
2.5 Karakteristik siklodekstrin	20
2.6 Hasil FTIR senyawa linalool	27
2.7 Hasil FTIR senyawa metil kavikol	28
4.1 Fragmentasi senyawa dalam minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>)	38
4.2 Hasil destilasi fraksinasi penurunan tekanan	45
4.3 Hasil analisis GC minyak kemangi (<i>Ocimum basilicum</i>)	47
4.4 Analisis spektrum IR fraksi II	53
4.5 Analisis spektrum IR Fraksi IV	55
4.7 Diamter rata-rata fiber yang dihasilkan	59
4.9 Analisis FTIR PVA	64
4.10 Analisis FTIR β -siklodekstrin	65
4.11 Analisis spektrum FTIR PVA	66
4.12 Analisis spektrum FTIR β -CD	67
4.13 Analisis spektrum FTIR linalool	67
4.14 Analisis spektrum FTIR PVA	69
4.15 Analisis spektrum FTIR β -CD	69
4.16 Analisis spektrum FTIR metil kavikol	70
4.16 Persen transmitansi senyawa metil kavikol hari ke 0-2	71
4.17 Persen transmitansi senyawa metil kavikol hari ke 0-2	72
4.18 Persen transmitansi senyawa linalool hari ke 0-2	73
4.19 Persen transmitansi senyawa linalool hari ke 0-2	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Destilasi fraksinasi minyak kemangi (<i>Ocimum bacilum</i>)	93
2. Pembuatan larutan PVA/aquades	94
3. Emulsi PVA/linalool	95
4. Emulsi/ β -CD/linalool	96
5. PVA/metil kavikol	97
6. PVA/ β -CD/metil kavikol	98
7. Perhitungan emulsi	99
8. Hasil SEM fiber perbesaran 5000 kali, 10000 kali, 20000 kali	102
9. Perhitungan diameter <i>nanofiber</i>	107
11. Hasil FTIR <i>nanofiber</i> PVA/ Metil kavikol	125
12. Hasil FTIR <i>nanofiber</i> PVA/ β -CD/ Metil kaviol	130
13. Hasil FTIR <i>nanofiber</i> PVA/ Linalool	136
14. Hasil FTIR <i>nanofiber</i> PVA/ β -CD/ Linolool	139
15. Hasil GC dan GC-MS minyak kemangi	142
16. Pembentukan emulsi	149
17. Alat <i>electrospinning</i>	150

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kemangi merupakan salah satu genus dari familia *Lamiaceae* yang banyak mengandung minyak atsiri (Singletary, 2018). Pemanfaatan minyak kemangi saat ini digunakan sebagai pengolahan makanan seperti pepes, nasi daun kemangi dan lalapan (Silalahi, 2018). Beberapa spesies dari tanaman kemangi yang banyak di teliti yaitu *Ocimum americanum* (Komariah, 2013), *Ocimum citriodorum* (Sutisna *et al.*, 2018), *Ocimum sanctum* (Zheljazkov *et al.*, 2008) dan *Ocimum basilicum* (Sajjadi, 2006). Menurut Silalahi (2018) dari beberapa spesies diatas yang paling banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan dan obat-obatan yaitu *Ocimum basilicum*. Dalam bidang obat-obatan *Ocimum basilicum* dapat dimanfaatkan sebagai obat sakit perut, mual, kembung dan disentri (Silalahi, 2018). Selain itu, tanaman kemangi (*Ocimum basilicum*) juga memiliki aktivitas sebagai antikanker (Zarlaha *et al.*, 2014).

Cara untuk memperoleh minyak atsiri dalam tanaman dapat dilakukan dengan cara destilasi (Husada dan Djojotubroto, 2008) dan ekstraksi dengan pelarut (Daryono *et al.*, 2014). Penelitian yang dilakukan sebelumnya, mengambil minyak atsiri dalam tanaman kemangi dengan menggunakan metode destilasi uap. Hasil destilasi uap tersebut diperoleh kandungan yang terdapat dalam tanaman kemangi (*Ocimum basilicum*) diantaranya yaitu linalool sebanyak 3,94 mg/g, 1-metoksi-4-(2-propenil) benzena (estragol) sebanyak 2,03 mg/g, metil sinamat (1,28 mg/g), 4-alil-2-metoksifenol (eugenol) sebanyak 0,890 mg/g, dan 1,8 sineol 0,288 mg/g (Lee *et al.*, 2005). Kandungan yang terbesar dari tanaman kemangi (*Ocimum basilicum*) yaitu linalool dan metil kavikol (Kasali *et al.*, 2005; Ladwani *et al.*, 2018)

Minyak kemangi yang diperoleh masih dalam bentuk mentah sehingga harganya relatif murah. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai jual minyak kemangi yaitu dengan cara pemurnian. Proses pemurnian minyak kemangi

dilakukan untuk menghasilkan minyak kemangi yang lebih murni sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi (Nurhasanah *et al.*, 2008). Salah satu cara pemurnian minyak kemangi yaitu dengan destilasi fraksinasi penurunan tekanan. Destilasi fraksinasi penurunan tekanan merupakan suatu metode pemurnian minyak atsiri dengan komponen yang ada didalamnya berdasarkan perbedaan titik didih (Azizah *et al.*, 2015)

Pemanfaatan minyak kemangi saat ini masih digunakan secara langsung dalam bentuk cair, sehingga dilakukan pengembangan pemanfaatan minyak kemangi dalam sediaan *nanofiber* yang dibungkus oleh matriks. Pembentukan *nanofiber* diharapkan dapat mengikat minyak kemangi sehingga terjadi pelepasan senyawa aktifnya (minyak kemangi) secara perlahan. Pada perkembangan sekarang ini telah beralih dari yang ukuran mikrometer menjadi ukuran nanometer, hal ini dikarenakan ukuran nano banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan ukuran mikro. Suatu partikel dapat dikatakan nano apabila memiliki ukuran dibawah 100 nm (Rengga, 2017). *Nanofiber* sebagai temuan baru yang sedang dikembangkan dalam penelitian saat ini memiliki banyak keunggulan, salah satu keunggulan dari *nanofiber* yaitu memiliki luas permukaan yang lebih besar. Kelebihan ini membuat *nanofiber* bersifat lebih reaktif karena atom-atom dipermukaan serat dapat bersentuhan secara langsung dengan material lain. Pengaplikasian *nanofiber* dapat dimanfaatkan dalam rekayasa jaringan, sistem penghantar obat (*drug delivery system*) (Yoo *et al.*, 2009) media filtrasi, pembalut luka, dan untuk pakaian (Wahyudi dan Sugiyana, 2011).

Pada dasarnya pembuatan *nanofiber* dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dengan *drawing* (Ondarcuhu dan Joachimm, 1997), *template synthesis* (Martin, 1996), dan *electrospinning* (Kayaci *et al.*, 2013). Dari ketiga metode tersebut, metode yang sering digunakan dalam pembuatan *nanofiber* yaitu dengan *electrospinning*. Metode *electrospinning* yaitu pembuatan *nanofiber* dengan cara memberi muatan pada larutan polimer yang kemudian dijatuhkan dari pipet ke kolektor dengan bantuan listrik tinggi (Reneker dan Chun, 1996). Teknologi *electrospinning* memberikan banyak keuntungan diantaranya yaitu merupakan

metode yang cepat, mudah, biaya yang murah dan sederhana. Dengan keuntungan tersebut sehingga metode *electrospinning* banyak digunakan dibandingkan dengan metode lainnya (Subbiah *et al.*, 2005).

Bahan utama yang digunakan untuk *electrospinning* merupakan polimer. Ketika campuran yang digunakan tidak menggunakan bahan utama polimer akan dihasilkan serat yang mudah putus dan terdapat butiran (Sun dan Li, 2011). Berbagai matriks yang biasa digunakan seperti PVA (polivinil alkohol), kitosan, nilon-6 (Wahyudi dan Sugiyana, 2011), PMMA (poli metil metakrilat) (Uyar *et al.*, 2009), α , β , dan γ -siklodekstrin (Kayaci *et al.*, 2014) dan PET (Poliester) (Kayaci dan Uyar, 2014). Polimer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu PVA (polivinil alkohol). Keunggulan dari PVA yaitu harganya relatif lebih murah, *biocompatible* tinggi, tidak beracun, mudah larut dalam air dan dapat di degradasi (Rowe *et al.*, 2009).

Bahan campuran yang digunakan yaitu siklodekstrin, metil kavikol dan linalool. Siklodekstrin memiliki 3 tipe yaitu α , β , dan γ -siklodekstrin. Masing-masing dari tipe tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda (Bestari, 2014). Dilihat dari segi karakteristiknya β -siklodekstrin memiliki 7 unit glukopiranososa yang dapat mengikat kuat molekul kedalam rongga siklodekstrin di bandingkan dengan α -siklodekstrin dan γ -siklodekstrin. Keistimewaan dari siklodekstrin yaitu terletak pada struktur cincinya yang dapat melingkupi molekul tamu kedalam rongganya (Duchene, 2011). Zat aktif linalool dan metil kavikol diharapkan dapat terperangkap pada rongga β -siklodekstrin. Ketika zat aktif terperangkap pada rongganya dapat melindungi minyak atsiri dari penguapan, degradasi, dan oksidasi. Selain itu, sebagai kontrol pelepasan obat dapat memperpanjang jangka pelepasan zat aktif sehingga akan stabil dalam pelepasannya (Kayaci *et al.*, 2013).

Pada beberapa teori yang telah dijelaskan diatas, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pembentukan *nanofiber* dengan adanya penambahan zat aktif linalool dan metil kavikol untuk menguji pelepasan zat aktif dalam sediaan fiber. Serta mengetahui karakteristik nanofiber yang dihasilkan ketika ada penambahan dan tanpa ada penambahan non pomer berupa β -siklodekstrin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal-hal yang diungkapkan di atas, dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana komposisi minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) hasil destilasi uap?
2. Berapakah kemurniaan linalool dan metil kavikol dari minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) hasil destilasi fraksinasi?
3. Bagaimana karakteristik *nanofiber* linalool dan metil kavikol dalam matriks PVA dan β -siklodekstrin yang dihasilkan dari proses *electrospinning*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan maka dapat dirumuskan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui komposisi minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) hasil destilasi uap.
2. Mengetahui kemurnian linalool dari minyak tanaman keamangi (*Ocimum basilicum*) hasil destilasi fraksinasi.
3. Mengetahui karakteristik *nanofiber* linalool dan metil kavikol dalam matriks PVA dan β -siklodekstrin yang dihasilkan dari proses *electrospinning*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti, lembaga dan pemerintah yaitu :

1. Manfaat bagi lembaga

Menamabah referensi mengenai metode dalam pembuatan nanofiber dengan konsentrasi yang tepat untuk sebagai penyalut obat dalam *drug delivery system*.

2. Manfaat bagi perkembangan ilmu kimia

Memberikan pengetahuan mengenai minyak atsiri yang terkandung pada tumbuhan dan memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang serta pemanfaatan yang lebih untuk menghasilkan penemuan baru yang unggul

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Atsiri

Negara penghasil minyak atsiri di dunia salah satunya yaitu Indonesia. Dengan keanekaragaman flora yang melimpah membuat Indonesia dapat memproduksi minyak atsiri dalam jumlah yang besar. Produksi minyak atsiri di Indonesia masih memiliki nilai jual yang rendah karena masih dipasarkan dalam bentuk minyak *crude*. Perkembangan zaman yang semakin modern ini pengolahan minyak atsiri lebih lanjut dilakukan untuk menghasilkan produk yang memiliki harga yang lebih tinggi (Nurhasanah *et al.*, 2008). Minyak atsiri memiliki sifat mudah menguap dan memiliki aroma yang khas serta pada umumnya mudah larut dalam pelarut organik tetapi tidak larut dalam air (Daryono *et al.*, 2014).

Minyak atsiri banyak dimanfaatkan dalam industri seperti industri makanan, minuman, dan pengobatan. Indonesia merupakan negara yang kaya akan berbagai macam obat yang berasal dari tanaman atau yang biasa disebut dengan tanaman obat/herbal. Masyarakat dahulu ketika sakit menggunakan obat tradisional dengan memanfaatkan bahan alam yang ada disekitarnya. Hingga saat ini masih banyak masyarakat yang menggunakan obat tradisional dalam penyembuhan penyakit. Seiring perkembangan zaman, modifikasi terhadap obat mulai dilakukan dengan membentuk obat seperti kapsul. Meskipun dengan modifikasi baru, tetapi bahan alam tetap digunakan dalam pembuatannya (Bangun, 2018). Salah satu tanaman yang mampu menghasilkan minyak atsiri yaitu tanaman kemangi. Masyarakat memanfaatkan kemangi sebagai sayur, lalapan dan bumbu masak karena diperdagangkan secara luar di pasar tradisional ataupun modern sehingga mempermudah masyarakat untuk memperolehnya (Silalahi, 2018).

2.2 Minyak atsiri daun kemangi

2.2.1 Tanaman Kemangi

Tanaman kemangi (*Ocimum basilicum*) merupakan salah satu tanaman obat. Tanaman ini banyak tersebar di berbagai daerah tropis dan sub tropis seperti Afrika, Asia dan Amerika. Tetapi, pada saat ini tanaman ini sudah banyak dibudidayakan hampir diseluruh dunia. *Ocimum* memiliki lebih dari 65 spesies dan diantaranya *Ocimum basilicum* merupakan tanaman yang banyak di manfaatkan diberbagai negara (Sajjadi, 2006). Masi *et al.*,(2006) mengungkapkan bahwa daun kemangi merupakan salah satu ramuan, segar atau kering yang memiliki banyak manfaat baik untuk makanan maupun kandungan antioksidannya serta memiliki aktivitas terhadap jamur dan mikroorganisme. Menurut (Bilal *et al.*, 2012) klasifikasi tanaman kemangi yaitu:

Kingdom : Plantae
 Subkingdom : Tracheobionta
 Superdivisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Subkelas : Asteridae
 Ordo : Lamiales
 Familia : Lamiaceae
 Genus : *Ocimum*
 Spesies : *basilicum*

Nama Binomial : *Ocimum basilicum*





Tanaman kemangi merupakan tanaman yang tumbuh dengan ketinggian 45–86,5 cm dengan rata-rata 64,21 cm. Tanaman ini memiliki cabang tegak dengan tinggi sekitar 25 sampai 75 cm dengan rata-rata 43,62 cm. Daunnya berwarna hijau dengan panjang sekitar 3,3 hingga 5,3 cm, lebar daun sebesar 2,1-3,4 cm dengan rata-rata 2,4 cm, bulat seperti telur dan banyak kelenjar minyak yang menyimpan banyak minyak atsiri. Bunga-bunga kemangi

berwarna putih keunguan (Agarwal *et al.*, 2013). Tanaman kemangi di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai pengobatan tradisional seperti pengobatan infeksi saluran pernapasan dan penyakit dalam tubuh (Al Abbasy *et al.*, 2015). Tanaman kemangi dimasyarakat banyak dimanfaatkan dari daun, biji hingga akarnya. Pucuk daun kemangi banyak dimanfaatkan sebagai penambah selera dalam makanan. Bagian daun bisa dimanfaatkan sebagai obat demam, batuk, salesma, encok, urat syaraf, air susu kurang lancar, sariawan, panu, dan melawan radikal bebas. Pada bagian biji dimanfaatkan untuk mengatasi sembelit, kencing nanah, penyakit mata, borok, penenang, pencahar, peluruh air kencing, peluruh keringat dan kejang perut. Sedangkan pada bagian akar banyak digunakan untuk mengobati penyakit kulit (Cahyani, 2014).

Tanaman kemangi kaya akan minyak atsiri yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti bidang kesehatan, bidang industri pewangi atau penyedap. Kandungan minyak atsiri dalam tanaman kemangi yang paling banyak yaitu pada batang dan daun. Pada bagian daun dan batang dapat diperoleh masing-masing 14 komponen. Tetapi komponen yang memiliki presentase diatas 5% yang paling banyak yaitu dibagian daunnya. Meskipun paling banyak pada bagian daunnya tetapi pada batangnya juga sering digunakan untuk diisolasi minyaknya. Sehingga pemanfaatan tanaman kemangi untuk diambil minyak atsiri dapat digunakan pada bagian batang dan daun untuk memperoleh minyak atsiri yang maksimal (Nurkamalia *et al.*, 2012).

Di Indonesia tanaman kemangi sangat mudah ditemukan dan dapat diperjualbelikan secara bebas. Di beberapa daerah di Indonesia tanaman kemangi dapat dijumpai di pekarangan maupun di pasar taradisional serta pasar modern. Harga dari tanaman kemangi relatif lebih murah dibandingkan dengan yang lainnya seperti kayu manis dan cengkeh. Aroma yang khas dari tanaman kemangi dapat mengakibatkan makanan lebih awet sehingga meningkatkan cita rasa (Silalahi, 2018).

Tabel 2.1 Deskripsi morfologi beberapa jenis tanaman kemangi (*Ocimum* spp) (Tangpao *et al.*, 2018)

Jenis Kemangi	Struktur daun	Struktur bunga	Karakteristik biji	Yield minyak
<p><i>Ocimum citriodorum</i></p> 	<p>Ukuran daun 3,5 x 1 cm. Daunnya berbentuk bulat memanjang.</p>	<p>Bunganya berwarna putih dengan kelopak yang berwarna hijau.</p>	<p>Bijinya berwarna hitam kecoklatan.</p>	0,37%
<p><i>Ocimum sanctum</i></p> 	<p>Ukuran 4 x 1,5 cm. Daunnya berwarna ungu dan berbentuk lonjong.</p>	<p>Bunganya berwarna ungu dengan kelopak yang berwarna keunguan.</p>	<p>Bijinya berwarna coklat dan bulat</p>	0,33%
<p><i>Ocimum basilicum</i></p> 	<p>Ukuran 5,5 x 2 cm. Daunnya berbentuk bulat.</p>	<p>Bunganya berwarna putih keunguan dan kelopak berwarna hijau.</p>	<p>Bijinya berwarna hitam kecoklatan.</p>	0,43%
<p><i>Ocimum gratissimum</i></p> 	<p>Berukuran 9 x 5 cm. Daunnya berbentuk bulat.</p>	<p>Bunga berwarna putih kekuningan. Kelopaknya berwarna ungu kehijauan.</p>	<p>Bijinya berwarna coklat</p>	0,19%

Manfaat lain dari tanaman kemangi yaitu sebagai antimikroba dan antioksidan (Beatovic *et al.*, 2015), antibakteri (Moghaddam *et al.*, 2011) dan antikanker (Zarlaha *et al.*, 2014). Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat menghambat radikal bebas. Penghambatan radikal bebas dapat menggunakan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Minyak *Ocimum basilicum* dilakukan uji antioksidan dengan menggunakan DPPH menghasilkan kapasitas antioksidan yang tinggi ditunjukkan dari nilai IC₅₀ sebesar 0,03 µL/mL (Beatovic *et al.*, 2015). Penelitian yang dilakukan Moghaddam *et al.* (2011) menyatakan bahwa ekstrak dari *Ocimum basilicum* dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Ekstrak kemangi dapat menghambat beberapa bakteri gram negatif seperti *Eschericia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan gram positif seperti *Basillicus caerus* dan *Staphylococcus aureus*. Selain itu, ada beberapa jenis jamur patogen lainnya yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri diantaranya *Asperigillus Flavus* (El-soud *et al.*, 2015), *Penicillium nalgiovense* (Saggiorato *et al.*, 2012), *Botrytis fabae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhixopus stolonifer*, dan *Mucor sp* (Edris dan Farrag, 2003). Beberapa senyawa kimia yang memiliki aktivitas antijamur dan antibakteri seperti metil kavikol, metil eugenol, linalool, dan metill sinamat. Hasil ekstrak dari *Ocimum basilicum* tidak hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri saja melainkan dapat menunjukkan aktivitas yang menghambat sel kanker. Hasil ekstrak kemangi yang dapat menghambat sel kanker yaitu seperti senyawa linalool, eugenol, isoeugenol (Zarlaha *et al.*, 2014). Kanker yang tumbuh dan berkembang disebabkan karena adanya pertumbuhan sel di dalam tubuh yang tidak dapat dikendalikan (Silalahi, 2018).

2.2.2 Komposisi minyak kemangi (*Ocimum basilicum*)

Tanaman kemangi mengandung minyak atsiri yang kaya akan senyawa monoterpenoid dan turunan derivat *phenylpropanoid* (Silalahi, 2018). Komponen penyusun minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) diidentifikasi sebanyak 75 senyawa (Beatovic *et al.*, 2015). Kandungan utama dari minyak atsiri kemangi berupa senyawa monoterpenoid seperti kamphor, *limonene*, 1,8-

sineol, linalool dan geraniol serta senyawa fenilpropanoid yaitu eugenol, metileugenol, kavikol, estragol, metil sinamat (Silalahi, 2018). Selain itu juga mengandung *Z*-sitril, geranial, metil eugenol, asam etil heksadekanoat, 3-metilsiklo-pen-2-enona, asam metil heksadekanoat, asam etil 9-oktadekanoat, dan asam etil oktadekanoat (Sulianti, 2008). Didalam biji kemangi juga terdapat *plantose* dan minyak lemak seperti asam palmitat, asam oleat, asam stearat, dan asam linoleat. Selain itu juga terdapat polisakarida seperti xilosa, arabinosa, ramnosa, dan asam galakturonik (Komariah, 2013).

Kandungan dalam minyak atsiri kemangi berbeda-beda hal ini dikarenakan pengaruh dari genotip tanaman, kondisi lingkungan, waktu panen, pemupukan, irigasi, musim, dan asal tanaman (Al Abbasy *et al.*, 2015). Faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan komposisi senyawa minyak kemangi yang berbeda-beda yaitu lingkungan dan varietas. Faktor lingkungan yang mempengaruhi diantaranya nutrisi tanaman, waktu memanen dan lama pengeringan. Salah satu unsur makroelemen yang mempengaruhi komposisi minyak kemangi yaitu nitrogen (Zheljazkov *et al.*, 2008). Faktor yang kedua yaitu varietas. Hal ini dibuktikan dengan perbandingan komposisi kimia pada tanaman kemangi *Ocimum basilicum* L. ungu dan tanaman kemangi *Ocimum basilicum* L. hijau. Pada tanaman kemangi *Ocimum basilicum* L. ungu komposisinya diperoleh metil kavikol (52,4%), linalool (20,1%), epi- α - kadinol (5,9%) dan *trans*- α -bergamotene (5,2%). Sedangkan pada tanaman kemangi *Ocimum basilicum* L. hijau komposisinya metil kavikol (40,5%), geranial (27,6%), neral (18,5%) dan karifilena oksida (5,4%) (Sajjadi, 2006).

Beberapa peneliti melakukan penyulingan minyak atsiri kemangi dan diperoleh hasil seperti linalool, estragol, metil sinamat, eugenol dan 1,8 sineol (Lee *et al.*, 2005). Ismail, (2006) juga melakukan penelitian minyak atsiri kemangi dan diperoleh komponen seperti linalool (44,18%), 1,8 sineol (13,65%), eugenol (8,59%), metil sinamat (4,26%), iso karifilena (3,10%), dan α -cubebena (4,97%). Minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) yang dihasilkan mempunyai ciri berwarna kuning jernih dengan bau khas yang menyengat serta

mudah menguap (Dewi, 2008). Minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) memiliki rendemen 0,2-0,5 % (Sajjadi, 2006).

Beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai komponen utama penyusun minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) pada berbagai negara ditunjukkan oleh Tabel 2.2

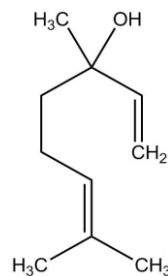
Tabel 2.2 Komposisi utama minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) peneliti terdahulu

No	Komponen utama	Tempat asal	Sumber
1	Linalool (69%), eugenol (10%), <i>α</i> -bergamotene (3%) dan timol (2%)	Guinea	Keita <i>et al.</i> , 2000
2	Geranial (44,5%), neral (36,1%), linalool (6%), <i>cis-α</i> -bisabolene (3,8%), nerol (3,3%), <i>β</i> - <i>caryophyllene</i> (1,4 %) dan <i>α</i> - <i>farnescene</i> (1,4%).	Papua New Guinea	Wossa <i>et al.</i> , 2008
3	Estragole (<i>methyl chavicol</i>) (452.80 µg/mL), geranial (180.57 µg/mL), neral (151.16 µg/mL), 3-carene (14,61 µg/mL), <i>germacrene</i> (14,3 µg/mL), 1,8-sineol (5,64 µg/mL) dan <i>β</i> - <i>pinene</i> (2,58 µg/mL)	Thailand	Tangpao <i>et al.</i> , 2018
4	Estragole (60,3%), linalool (10,8%), <i>Z</i> - <i>methylcinnamate</i> (6,3%), 1,8-sineol (3,1%), <i>β</i> - <i>pinene</i> (2,1%) dan <i>α</i> - <i>pinene</i> (2,7%)	Nigeria	Kasali <i>et al.</i> , 2005
5	Estragole (38.95%), <i>β</i> - linalool (29.16%), <i>trans</i> -geraniol (3.10%), <i>methyl eugenol</i> (3.01%), <i>trans methyl cinmat</i> (2.53%) dan 1,8-sineol (1.95%).	Riyadh , Saudi Arabia	Ladwani <i>et al.</i> , 2018
6	<i>Methyl chavicol</i> (44.9%), <i>methyl eugenol</i> (15.72%), <i>trans methyl cinmate</i> (11.69%), <i>β</i> -linalool (9.12%), 1,8-sineol (3.47%).	Dammam, Saudi Arabia	Ladwani <i>et al.</i> , 2018
7	<i>β</i> -linalool (43.33%), <i>methyl eugenol</i> (18.39%), eugenol (10.96%), 1,8-sineol (5.88%), <i>methyl chavicol</i> (1.30%).	Madina, Saudi Arabia	Ladwani <i>et al.</i> , 2017
8	<i>Methyl eugenol</i> (78.02%), <i>α</i> - <i>cubebene</i> (6.17%), nerol (0.83%), <i>α</i> - <i>muurolene</i> (0.74%), 3,7- <i>dimethyloct-1,5-dien-3,7-diol</i> (0.33%) dan <i>β</i> - <i>cubebene</i> (0.30%)	Turkey	Ozcan dan chalchat, 2002

Berdasarkan data pada Tabel 2.2 dapat disimpulkan bahwa kandungan kimia dalam minyak kemangi berbeda-beda pada setiap negara dengan kandungan terbesarnya yaitu linalool dan metil kavikol.

2.2.3 Senyawa Linalool

Linalool atau *3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol* merupakan alkohol tersier asiklik monoterpena yang banyak ditemukan dalam minyak atsiri pada beberapa spesies tanaman seperti tanaman kemangi (*Ocimum basilicum*) (Raguso, 2016). Selain pada tanaman kemangi, linalool juga dapat diperoleh dari ketumbar yang diekstrak dengan metode destilasi uap (Zhang *et al.*, 2016). Linalool banyak ditemukan dalam minyak esensial yang tersebar diseluruh dunia yang lebih dari 200 spesies tanaman monokotil dan dikotil (Aprotosoia *et al.*, 2014).



Gambar 2.1 Struktur linalool

Kandungan linalool dalam setiap spesies tanaman berbeda-beda hal ini bergantung pada waktu panen, iklim, metode ekstraksi, dan lingkungan tanamannya (Hassen *et al.*, 2015). Linalool merupakan senyawa yang bersifat mudah menguap. Linalool banyak ditemukan pada beberapa bagian tanaman seperti bunga dan daun. Pemanfaatan linalool banyak digunakan dalam berbagai industri diantaranya yaitu industri penyedap makanan, kosmetik dan farmasi (Zhang *et al.*, 2016). Dalam bidang kesehatan, linalool merupakan salah satu senyawa yang dapat menyembuhkan penyakit leukemia. Linalool memiliki aktivitas antileukemik yang kuat terhadap sel-sel lymphoma U937 ($IC_{50} = 3,51 \mu\text{g/ml}$) dan sel Burkitt lymphoma P3HR1 ($IC_{50} = 4,21 \mu\text{g/ml}$) (Chiang *et al.*, 2003).

Linalool memiliki berat molekul yang kecil. Gugus fungsi hidroksil yang ada dalam struktur kimia linalool menjadikannya lebih reaktif secara kimia. Linalool kurang larut dalam air karena strukturnya nonpolar hidrokarbon tetapi linalool sangat larut dalam pelarut organik (alkohol, kloroform, eter) dan propilen glikol (Ilc *et al.*, 2016). Linalool sulit untuk dilakukan modifikasi seperti oksidasi, esterifikasi, metilasi dan glikosilasi, hal ini disebabkan karena ikatan rangkap dan gugus hidroksil yang ada dalam strukturnya (Raguso, 2016). Sifat fisika Linalool dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat fisika linalool (Api *et al.*, 2016)

Sifat	Data
Rumus molekul	$C_{10}H_{18}O$
Warna	Tidak berwarna hingga cairan kuning pucat
Bau	Aroma bunga atau kayu yang menyenangkan, dengan sentuhan kepedasan mirip dengan minyak bergamot dan lavender Prancis
Berat molekul	154,25 g/mol
Berat jenis	0,87 g/mL
Kelarutan dalam air	0,00159 g/MI
Titik nyala	78°C
Titik beku	-74°C
Titik leleh	20°C
Kelarutan	0,004465 Pa/s
Indeks bias	1,462

Produksi linalool dapat menggunakan mikroorganisme hasil rekayasa genetika yang bermanfaat bagi industri farmasi dan industri wewangian hal ini disebabkan karena linalool dapat dimodifikasi untuk menghasilkan senyawa aromatik tambahan seperti nerol, sitral, farnesol, sitronella serta vitamin A dan E (Aprotosoai *et al.*, 2014). Keistimewaan linalool yaitu memiliki aroma yang

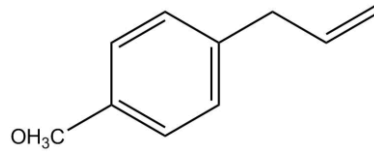
menyenangkan, sehingga linalool dapat dimanfaatkan dalam bidang kosmetik seperti parfum, sampo, dan sabun. Aroma menyenangkan ini berasal dari monoterpenoid (C_{10}) (Api *et al.*, 2016). Selain itu, linalool umumnya digunakan sebagai bahan tambahan makan sebagai pewangi dan perasa (Aprotosoie *et al.*, 2014).

Pemanfaatan linalool diantaranya sebagai antioksidan, antibakteri, antimikroba dan antikanker. Pada perkembangan saat ini, kebutuhan akan obat baru dalam terapi kanker sangat dibutuhkan. Kandungan senyawa dalam tanaman kemangi seperti linalool, isoeugenol, eugenol memiliki kemampuan sebagai anti kanker. Efek sitotoksik senyawa tersebut pada selkanker serviks adeno karsinoma sel HeLa, sel melarioma manusia FemX, sel mylogenous leukemia K562 kronis, dan sel ovarium manusia (Zarlaha *et al.*, 2014).

2.2.4 Metil kavikol

Metil kavikol ($C_{10}H_{12}O$) merupakan senyawa terpenoid yang banyak ditemukan dalam tanaman yang mengandung minyak atsiri (Alves *et al.*, 2013). Salah satu tanaman yang mengandung metil kavikol dengan komposisi yang tinggi yaitu tanaman kemangi (Paula *et al.*, 2007). Jenis tanaman kemangi yang mengandung metil kavikol diantaranya *Ocimum basilicum* (Tangpao *et al.*, 2018) dan *Ocimum selloi* (Paula *et al.*, 2007). Penelitian yang dilakukan oleh Kasali *et al.*, (2005) memperoleh kadar *estragole* dalam minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) mencapai 60% dan merupakan komposisi terbesar dalam minyak kemangi. Selain pada tanaman kemangi, metil kavikol juga dapat dihasilkan dari tanaman salam (Harismah dan Chusniatun, 2017).

Metil kavikol memiliki nama IUPAC 1-alil-4-metoksibenzena dan memiliki banyak penamaan lainnya. Nama lain dari metil kavikol antara lain 1-metoksi-4-(2-propenil) benzena, estragon, *p*-allil anisol, kavicil metil eter, *isoanethole* dan estragol (SCF, 2001). Struktur metil kavikol dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.2 Struktur metil kavikol

Metil kavikol yang terkandung dalam minyak kemangi (*Ocimum selloi*) memiliki manfaat diantaranya dapat membunuh dan mengusir serangga, sebagai *fragrance*, sebagai obat tradisional, dan sebagai bumbu (Padilha *et al.*, 2003). Metil kavikol juga dapat digunakan sebagai antimikroba untuk pengawetan makanan (Lachowicz *et al.*, 1998).

2.3 Isolasi senyawa linalool dan metil kavikol

Minyak kemangi yang diperoleh dari destilasi uap dapat dimurnikan menjadi linalool dan metil kavikol dengan metode destilasi fraksinasi penurunan tekanan. Destilasi fraksinasi penurunan tekanan memiliki perbedaan dengan destilasi sederhana yaitu adanya kolom fraksinasi. Didalam kolom ini terjadi pemanasan yang bertahap dengan suhu yang berbeda-beda pada setiap platnya. Pemanasan yang berbeda-beda ini bertujuan untuk pemurnian dari destilat yang lebih dari plat-plat di bawahnya. Proses destilasi fraksinasi juga dapat berlangsung dengan pemanasan yang secara terus menerus. Pemanasan terus menerus yang dimaksud yaitu komponen yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu misalnya komponen A kemudian akan terjadi kondensasi menjadi kondensat A dan pemanasan akan terus berlangsung. Apabila senyawa A sudah habis maka temperatur akan terus naik sampai mencapai titik didih komponen lainnya dan seterusnya (Arman *et al.*, 2014). Komponen yang menguap terlebih dahulu akan terkumpul pada tempat fraksi I, kemudian suhu yang lebih tinggi akan menguap dan terkumpul menjadi fraksi II (Nurhasanah *et al.*, 2008). Pada saat proses pemanasan berlangsung, air kondensor harus selalu mengalir, jika air kondensor tidak mengalir dapat terjadi *super-heated* yang dapat menyebabkan ledakan.

2.3.1 Identifikasi dan karakteristik minyak kemangi dengan GC-MS

Gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS) merupakan salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mengetahui komponen senyawa dari minyak atsiri yang akan diidentifikasi. Dalam teknik pemisahannya, GC-MS memiliki 2 metode yang terdiri dari kromatografi gas (GC) dan spektrofotometer massa (MS). GC bertujuan untuk menganalisis jumlah komponen dan kadar pada masing-masing komponen yang dihasilkan, sedangkan MS bertujuan untuk menganalisis struktur molekul senyawanya. MS akan menggabungkan data kromatografi dalam bentuk *indeks retensi linear*. Komponen penyusun dalam suatu minyak yang dianalisis dapat diidentifikasi dari *library* spektrometri massa (MS) (Shellie *et al.*, 2002).

Gas kromatografi (GC) adalah salah satu teknik pemisahan senyawa yang berdasarkan pergerakan dari fase gerak dan diam untuk pemisahan senyawa yang berada pada larutan. Pada GC fase geraknya adalah berupa gas, sedangkan fase diamnya adalah sampel yang diinjeksikan. Gas sebagai fase gerak memiliki fungsi untuk menggerakkan sampel sesuai dengan berat molekulnya. Gas yang biasa digunakan dalam fase gerak ini yaitu gas nitrogen dan helium.

Spektrometri massa (MS) menunjukkan puncak-puncak fragmentasi dari senyawa yang diperoleh dalam referensi yang dapat dijadikan perkiraan senyawa. Proses pembacaan MS diawali dengan ion positif yang dihasilkan dari penembakan elektron berenergi tinggi dari molekul yang telah terionisasi. Medan magnet yang diarahkan akan membelokkan ion tersebut sehingga akan diperoleh berat molekul semua fragmen yang dihasilkan. Besar ion tersebut menunjukkan harga m/z (*mass to charge ratio*). Pada spektrometri massa terdapat 4 tahapan yaitu ionisasi, percepatan, pembelokan, dan pendeteksian (Darmapatni *et al.*, 2016).

2.4 Bahan polimer untuk *electrospinning*

2.4.1 PVA (Polivinil Alkohol)

Polivinil alkohol adalah polimer sintetik yang dapat larut dalam air sehingga polivinil alkohol bersifat polar. Rumus kimia dari polivinil alkohol yaitu $(C_2H_4O)_n$ dan memiliki berat molekul 20.000-200.000 (Rowe *et al.*, 2009). Sifat-sifat PVA dijelaskan dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 Sifat fisik PVA (Rowe *et al.*, 2009)

Sifat	Data
Viskositas	85,0-115,0 Pa/s
pH	4,5-6,5
Bilangan asam	$\leq 3,0$
Bilangan ester	90,0-110,0 %
Titik leleh	228°C untuk terhidrolisis penuh 180-190°C terhidrolisis sebagian
Kelarutan	Larut dalam air, tetapi sedikit larut dalam etanol (95%) dan tidak larut dalam pelarut organik
Berat jenis	1,19-1,31 (padatan 25°C) 1,02 (10% w/v <i>aqueous solution</i> 25°C)
<i>Heavy metals</i>	≤ 10 ppm

Polivinil alkohol merupakan bahan tidak beracun, mudah larut dalam air, biokompatibel dan dapat didegradasi. Penggunaan polivinil alkohol juga dapat diaplikasikan dalam kosmetik karena tidak menyebabkan iritasi pada kulit dan mata dengan konsentrasi PVA sebesar 7-10% (Rowe *et al.*, 2009). Beberapa karakteristik itulah PVA cocok digunakan sebagai matriks dalam pembuatan *nanofiber*. PVA banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti industri, kosmetik, dan makanan. Dalam bidang industri, PVA dapat digunakan sebagai pembuatan nilon, pembentukan serat dalam tekstil, pelapis dan perekat. Sedangkan dalam bidang makanan digunakan sebagai film kemasan dalam makanan (Mallakpour dan Madani, 2012).

Proses pembuatan polivinil alkohol dapat dilakukan dengan cara hidrolisis dari polivinil asetat. Dalam proses hidrolisis polivinil asetat akan berlangsung cepat dengan adanya bantuan katalis seperti metanol, etanol, campuran alkohol dengan metil asetat dan asam mineral (Rowe *et al.*, 2009).

Pemanfaatan lain PVA yaitu sebagai bahan dalam pembuatan biofilm nanokomposit dengan penambahan nanopartikel ZnO dan asam stearat. Pembuatan biofilm ini diaplikasikan sebagai bahan kemasan yang berbasis biopolimer. Penggunaan PVA sebagai bahan dalam penggunaan ini karena memiliki sifat yang dapat membentuk film dengan baik, larut dalam air, tidak beracun, dan *biocompatible* (Pamela *et al.*, 2016). Pemanfaatan PVA juga banyak digunakan sebagai polimer yang akan dicampurkan dengan senyawa lain seperti sitral (Aytac *et al.*, 2018), kitosan (Nuryantini *et al.*, 2013), dan eugenol (Kayaci *et al.*, 2013) dengan *electrospinning*.

Pemanfaatan lain dari nanofiber yang dihasilkan dari proses *electrospinning* berbahan polivinil alkohol juga dimanfaatkan sebagai filtrasi asap. Dalam penelitian ini digunakan asap rokok dari tiga sumber asap yang berbeda. *Nanofiber* awal sebelum digunakan berwarna putih tetapi ketika dikenai asap, warna putih dari fiber akan tertutupi oleh asap yang berwarna coklat-*orange* yang menandakan bahwa partikel asap rokok tertinggal diatas fiber. Uji filtrasi dilakukan dengan merancang alat khusus untuk mendapatkan gas sebelum dan sesudah di filtrasi. Hasilnya *nanofiber* PVA dapat digunakan sebagai filter asap yang diamati dari perubahan morfologi fiber setelah penyaringan. Partikel kecil yang berasal dari asap dapat dihambat oleh fiber PVA karena sifat berpori dan sifat adsorben dari membran PVA (Kusumaatmaja *et al.*, 2016).

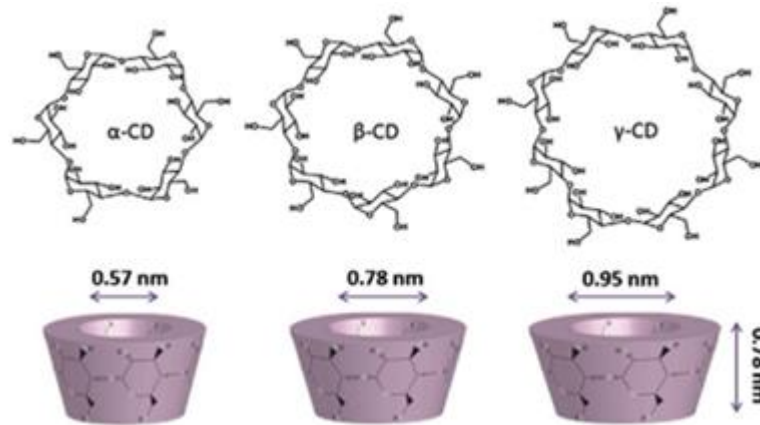
2.4.2 Siklodekstrin

Siklodekstrin merupakan molekul yang tersusun dari beberapa unit glukosa yang membentuk ikatan α -1,4 (Bestari, 2014). Keistimewaan yang membuat siklodekstrin (CD) berbeda dengan senyawa lain yaitu adanya struktur cincinnya dan kemampuannya untuk menerima molekul-molekul tamu kedalam rongga siklodekstrin. Sifat istimewa pada siklodekstrin tersebut dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti bidang industri seperti makanan, kosmetik, farmasi dan kimia (Duchene, 2011).

Cara untuk memperoleh siklodekstrin dapat dilakukan dengan cara degradasi pati secara enzimatik dengan menggunakan siklodekstrin glikosil-transferase (CGTase) yang diproduksi oleh variasi bacilli. Salah satu penelitian memperoleh siklodekstrin menggunakan pati singkong dengan menggunakan bakteri *Bacillus lahensis*. Pemurnian CGTase dimurnikan dengan menggunakan dua langkah yaitu teknik presipitasi dengan ammonium sulfat dan afinitas kromatografi (Blanco, Moraes dan Bernardi, 2014). Siklodekstrin memiliki tiga tipe yaitu α , β , dan γ -siklodekstrin. Masing-masing dari tipe tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda (Bestari, 2014). Masing-masing karakteristik tipe dari siklodekstrin akan dijelaskan dalam Tabel 2.5

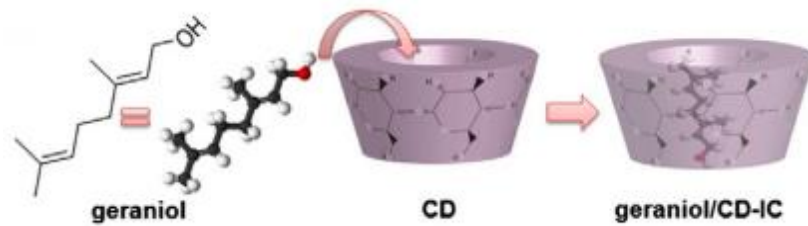
Tabel 2.5 Karakteristik Siklodekstrin (Duchene, 2011)

Siklodekstrin	α -	β -	γ -
Unit Glukopiranososa	6	7	8
Bobot molekul (Da)	972	1135	1297
Diameter rongga(A ⁰)	5,3/4,7	6,5/6,0	8,3/7,5
Kelarutan dalam air (suhu 25°C, g/100mL)	14,4	1,85	23,2



Gambar 2.3 Struktur kimia β -CD dan dimensi dari α -, β -, γ - CD (Kayaci *et al.*, 2014)

Siklodekstrin mempunyai kemampuan untuk membentuk inklusi kompleks dengan senyawa lain. Inklusi kompleks adalah suatu ikatan non kovalen kompleks yang terdiri dari zat aktif yang terperangkap dalam rongga suatu bahan pembentuk kompleks yang akan meningkatkan kelarutan dari zat aktif yang terikat. Dengan pembentukan kompleks ini akan memberikan keuntungan diantaranya molekul tamu yang masuk akan meningkatkan kelarutan dalam air, stabilitas suhu yang lebih tinggi dan dapat mempertahankan umur simpan dari senyawa yang terperangkap di rongga siklodekstrin (Aytac *et al.*, 2018). Pembentukan inklusi kompleks ini juga akan memberikan manfaat diantaranya yaitu dapat melindungi dari penguapan, degradasi dan oksidasi. Sebagai kontrol pelepasan obat dapat memperpanjang jangka pelepasan zat aktif dan stabilitas dalam pelepasannya (Kayaci *et al.*, 2013). Pembentukan inklusi kompleks ini akan membantu ikatan non kovalen dengan molekul zat aktif seperti minyak atsiri. Rongga dari siklodekstrin disebut dengan *coneshape* yang bersifat hidrofobik. Dengan sifat tersebut siklodekstrin akan lebih mudah untuk mengikat zat-zat non polar seperti linalool. Sedangkan pada bagian luar dari siklodekstrin bersifat hidrofilik sehingga akan menambah kelarutan dalam air. Contoh pembentukan kompleks inklusi siklodekstrin terdapat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Pembentukan kompleks inklusi siklodekstrin dengan zat aktif (Kayaci *et al.*, 2014)

Siklodekstrin memiliki 2 tipe yaitu siklodekstrin murni dan siklodekstrin termodifikasi secara kimia. Siklodekstrin yang dimodifikasi dianggap memiliki kelarutan yang lebih besar dari pada siklodekstrin asli. Siklodekstrin dapat dimodifikasi menjadi $M\beta$ CD (*Methylated beta-cyclodextrin*), $HP\beta$ CD (*Hydroxypropyl beta-cyclodextrin*) dan $HP\gamma$ CD (*Hydroxypropyl gamma-cyclodextrin*). Hasil dari ketiga modifikasi tersebut memiliki harga kesetabilan kompleks dengan urutan $M\beta$ CD > $HP\beta$ CD > $HP\gamma$ CD. Hal ini disebabkan karena ukuran rongga yang lebih besar yang dimiliki $HP\gamma$ CD menyebabkan tidak dapat terikat dengan kuat antara molekul tamu dengan siklodekstrin. $M\beta$ CD memiliki kesetabilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan $HP\beta$ CD karena $M\beta$ CD kurang polar dibandingkan dengan $HP\beta$ CD sehingga tidak terbentuk kompleksasi yang stabil. Siklodekstrin dapat mengikat gugus aktif yang memiliki karakteristik mudah menguap seperti linalool dan metil kavikol yang dapat menyebabkan pelepasan senyawa aktif yang lebih terkontrol sehingga tidak langsung habis (Aytac *et al.*, 2018).

Pada penelitian sebelumnya siklodekstrin digunakan sebagai matriks polimer dalam pembuatan *nanofiber* dengan metode *electrospinning*. Didalam *electrospinning* jenis pelarut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap viskositas dan konduktivitas dari campuran yang dihasilkan (Aytac *et al.*, 2017). Siklodekstrin yang akan digunakan dalam elektrospinning biasanya terlebih dahulu dilarutkan, adapun 3 jenis larutan yang biasa digunakan yaitu DMSO (Dimetil sulfoksida) (Celebioglu dan Uyar, 2013), DMF (Dimetilformamida) (Celebioglu *et al.*, 2016), dan air (Celebioglu *et al.*, 2017). Hasilnya apabila dilakukan dengan pelarut organik seperti DMF dan

DMSO dapat menimbulkan masalah toksisitas untuk aplikasi dari fiber ke bidang makanan tetapi keuntungannya akan menghasilkan diameter serat yang lebih tebal (Aytac *et al.*, 2017).

Pemanfaatan siklodekstrin salah satunya dalam bidang farmasi. Bahan siklodekstrin digunakan sebagai pembentukan kompleks obat untuk meningkatkan kelarutan, bioavailabilitas, stabilitas, dan menutupi rasa yang tidak enak dari obat. Beberapa obat yang menggunakan siklodekstrin yaitu obat anti inflamasi, obat antidiabetik, dan obat jantung (Bestari, 2014).

2.5 Nanoteknologi

Perkembangan yang sedang berkembang di dunia ini salah satunya yaitu mengenai teknologi nano. Teknologi nano atau biasa disebut dengan nanoteknologi memiliki potensi yang besar untuk pengembangan dan menciptakan bahan-bahan baru berskala nano dan dapat diaplikasikan untuk kebutuhan sekarang yang semakin canggih. Nanoteknologi biasanya disebut sebagai suatu studi dan pengembangan bahan baru yang berukuran nano yang bermanfaat pada pemerintahan dan industri (Subbiah *et al.*, 2005). Suatu material dapat dikatakan nano apabila terdapat sifat baru yang dapat terbentuk atau tercipta. Sehingga, ketika suatu material yang berukuran besar kemudian ditumbuk untuk menjadi ukuran yang lebih kecil tidak dapat dikatakan sebagai suatu nanoteknologi. Salah satu pengaplikasian nanoteknologi yang sedang berkembang pesat yaitu nanopartikel. Hal ini disebabkan karena pengaplikasian nanopartikel yang luas seperti dalam bidang lingkungan, elektronik, optis, dan biomedis. Pada saat ini, suatu material dapat dikatakan berukuran nano apabila memiliki ukuran di bawah 100 nm. Hal ini disebabkan karena materi yang memiliki ukuran di bawah 100 nm dapat memperlihatkan sifat-sifat baru (Rengga, 2017).

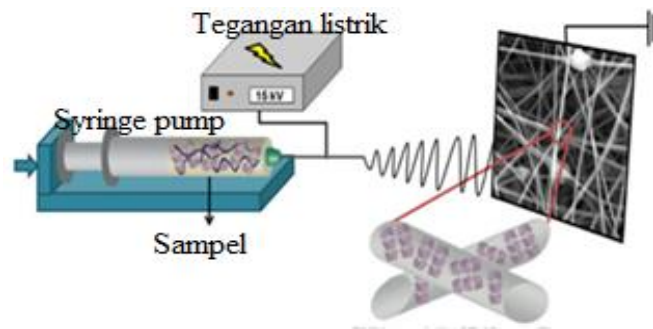
Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh ketika menghasilkan suatu partikel yang berukuran nano. Diantaranya yaitu material nano yang dihasilkan mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga lebih reaktif, dengan ukuran nano akan mempengaruhi efek kuantum seperti sifat magnetik, elektrik. Sifat elektrik dalam materi yang berukuran nano mempunyai

energi yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran pada umumnya hal ini disebabkan karena memiliki luas area yang besar. Nanopartikel yang dihasilkan juga memiliki sifat magnetik (kemagnetan) sehingga memberikan manfaat untuk digunakan sebagai katalis. Partikel yang berukuran nano juga dapat meningkatkan aktivitas kimia senyawa tersebut karena memiliki luas area yang besar (Rengga, 2017).

2.5.1 Teknologi *electrospinning*

Electrospinning merupakan salah satu teknologi nano yang dapat menghasilkan serat yang berukuran nano. *Electrospinning* merupakan proses untuk membentuk serat yang berukuran nano dengan cara penyemprotan polimer dengan menggunakan tegangan listrik yang tinggi. Proses *electrospinning* ini merupakan suatu teknologi yang sederhana, biaya yang murah dan mudah dilakukan (Subbiah *et al.*, 2005). Prinsip dari proses *electrospinning* yaitu larutan polimer yang telah dimasukkan kedalam *syringe* akan diberi tegangan tinggi sehingga akan terdorong keluar menggunakan pompa *syringe* dan akan membentuk butiran pada ujung *syringe* yang kemudian akan meloncat berlawanan arah ke kolektor membentuk serat yang menempel pada kolektor, kolektor yang digunakan aluminium foil. Proses ini disertai dengan penguapan pelarut dalam polimer. Hasilnya pada aluminium foil hanya serat polimernya saja yang tertinggal (Reneker dan Chun, 1996).

Serangkaian alat yang digunakan dalam *electrospinning* yaitu penjepit listrik kutub positif dan negatif, sumber tegangan listrik yang tinggi, pompa jarum suntik (*syringe*), jarum suntik (*syringe*) dan kolektor. Karakteristik yang dihasilkan dengan menggunakan metode *electrospinning* yaitu luas permukaan yang lebih luas dan diameter pori yang kecil (Subbiah *et al.*, 2005). Gambaran mengenai metode *electrospinning* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Teknik *electrospinning* (Kayaci *et al.*, 2014)

Beberapa parameter lainnya yang dapat mempengaruhi proses *electrospinning* yaitu pertama, parameter larutan (matriks) yaitu meliputi konsentrasi, berat molekul, tegangan permukaan, konduktivitas atau kerapatan muatan permukaan, dan viskositas. Kedua, parameter proses yang meliputi tegangan yang diberikan, *flow rate*, jenis konduktor, jarak pada ujung kolektor. Ketiga, parameter lingkungan yaitu temperatur dan kelembaban (Fahlawati, 2017). Pada proses *electrospinning* tegangan listrik yang diberikan akan memindahkan larutan polimer menuju ke kolektor. Apabila tegangan listrik yang dialirkan tinggi akan menyebabkan larutan polimer akan mencapai kolektor lebih cepat sehingga tidak mencapai ketidakstabilan dari larutan polimer tersebut. Kemudian pengaruh viskositas, ketika viskositas dari larutan polimer yang digunakan untuk *electrospinning* bernilai tinggi maka akan menurunkan besar gaya *viscoelastik*, sehingga akan mencapai kestabilan larutan polimer untuk *electrospinning*. Ketiga, yaitu pengaruh jarak *nozzle* ke kolektor. Ketika jarak *nozzle* ke kolektor lebih dekat akan membuat polimer sampai ke pada kolektor lebih cepat sehingga tidak terganggu kestabilan larutannya. Jarak *nozzle* ke kolektor juga berpengaruh pada medan listrik. Ketika jarak *nozzle* ke kolektor lebih rendah akan menyebabkan medan listrik yang besar (Saehana *et al.*, 2009).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan besar tegangan listrik sebesar 20 kV dan rentang jarak *spinnert*-kolektor sebesar 10 cm diperoleh serat nano yang dengan diameter yang berkisar 100-350 nm

(Wahyudi dan Sugiyana, 2011). Kemudian, penelitian lain yang menggunakan besar tegangan listrik sebesar 15-20 kV dan jarak *spinnert*-kolektor sebesar 10-15 cm diperoleh serat nano yang berukuran 105–35 nm (Aytac *et al.*, 2018). Penelitian yang berkaitan dengan *electrospinning* juga dilakukan oleh (Abd El-aziz *et al.*, 2017) dengan besar tegangan listrik sebesar 30 kV dengan jarak *spinnert*-kolektor sebesar 20 cm. Hasilnya diperoleh serat nano sebesar 45-172,5 nm.

2.5.2 SEM (*Scanning electron microscope*)

Beberapa metode dapat digunakan untuk menganalisis hasil *nanofiber* yang dihasilkan salah satunya yaitu SEM (*scanning electron microscope*). Banyak hal yang harus diperhatikan untuk menghasilkan gambar yang diinginkan diantaranya yaitu pengaturan parameter elektron dan pengaturan parameter optik. Pengaturan parameter elektron seperti *high voltage*, *spot size*, *bias*, dan *beam current*. Sedangkan parameter optik yaitu kontras, fokus dan astigmatismus. Dalam SEM terdapat beberapa komponen penting diantaranya yaitu tiga pasang lensa elektromagnetik, sumber elektron dan *imaging detector*. Pertama, tiga lensa elektromagnetik yang berfungsi untuk memfokuskan berkas elektron yang akan diubah menjadi titik kecil yang akan discan oleh dua pasang *scan coil*, Kedua, sumber elektron yang biasanya dalam bentuk filamen atau dalam bentuk jarum. Bentuk filamen dan jarum ini dipilih karena dapat menyediakan berkas elektron tunggal (monokromatik). Ketiga yaitu *imaging detector* yang memiliki 2 detektor yaitu SE dan BSE. Dalam hal ini, detector berfungsi sebagai pengubah sinyal elektron menjadi gambar. BSE (*backscattered electrons*) merupakan elektron-elektron yang berinteraksi dengan atom-atom pada sampel baik berupa bagian permukaan maupun bagian dibawah permukaan sampel. Interaksi ini akan menyebabkan elektron akan keluar. Sedangkan SE (*secondary electrons*) merupakan elektron yang dapat masuk kedalam sampel, kemudian akan terjadi pemindahan sebagian besar energi pada elektron atom (Sujatno *et al.*, 2015).

Fungsi dilakukan analisis dengan SEM yaitu untuk menentukan struktur permukaan sampel atau morfologi sampel. Material yang dapat dikarakterisasi

oleh SEM yaitu berupa lapisan yang memiliki ketebalan 20 mikrometer dari permukaan (Cahyana dan Marzuki, 2014).

Analisis menggunakan SEM menggunakan sampel yang berupa padatan. Sampel yang digunakan harus memiliki konduktivitas yang tinggi agar dapat menghamburkan kembali elektron (Sujatno *et al.*, 2015). Sedangkan sampel yang tidak memiliki konduktivitas yang tinggi harus dilakukan pelapisan sampel menggunakan logam seperti emas dan platina (Kayaci *et al.*, 2013).

2.5.3 FTIR (*Fourier Transform infrared*)

FTIR (*Fourier Transform infrared*) adalah merupakan instrument analisis yang digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dari suatu sampel. Pengujian FTIR juga memiliki tujuan lain diantaranya yaitu untuk mengidentifikasi material yang belum diketahui, menentukan kualitas, dan konsistensi sampel dan menentukan intensitas suatu komponen dalam sebuah campuran. Dalam pengujian FTIR hasil yang akan diperoleh berupa puncak-puncak. Jumlah dan intensitas senyawa yang terdapat dalam sampel yang dianalisis dapat ditunjukkan dari besarnya *peak* yang terbentuk. Pada analisis FTIR menggunakan sinar inframerah (Rengga, 2017).

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan hasil FTIR pada senyawa linalool pada Tabel 2.6 dan metil kavikol pada Tabel 2.7

Tabel 2.6 Hasil FTIR senyawa linalool (Ahmed *et al.*, 2017)

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus fungsi
3584-3266	-OH (Alkohol)
3082-2843	C-H sp ² dan sp ³
1638-1610	C=C alkena
1053	C-O

Tabel 2.7 Hasil FTIR senyawa metil kavikol

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus fungsi	Sumber
3074,3	C-H aromatik	Kadarohman <i>et al.</i> , 2009)
1610-1638	C=C alifatik	Ahmed <i>et al.</i> , 2017
1245,9	C-O eter	Kadarohman <i>et al.</i> , 2009)
2835,2-2977,9	C-H pada -CH ₂ - dan O-CH ₃	Ahmed <i>et al.</i> , 2017
1440-1511	C=C aromatik	Ahmed <i>et al.</i> , 2017

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Komposisi yang terkandung dalam minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) dilakukan dengan menganalisis minyak kemangi dengan GC-MS dan GC diperoleh komposisinya yaitu Linalool (23,72%), metil kavikol (73,76%), Z-citral (0,60%), Z-citral (0,80%) dan Alpha-Humulene (1,11%).
2. Minyak kemangi dilakukan pemurnian dengan destilasi fraksinasi penurunan tekanan. Hasil destilasi fraksinasi diperoleh 4 Fraksi, kemurnian linalool paling tinggi pada Fraksi II dan metil kavikol pada Fraksi IV. Pada Fraksi II dihasilkan Linalool (60,9%) dan Fraksi IV dihasilkan metil kavikol (98,5%).
3. *Nanofiber* linalool dan metil kavikol yang dihasilkan berwarna putih. *Nanofiber* yang diperoleh masih terdapat butiran-butiran pada fibernya. Butiran-butiran pada fiber tanpa adanya penambahan β -siklodekstrin berbentuk lonjong dan kecil, sedangkan butiran-butiran dengan adanya penambahan β -siklodekstrin lebih besar-besar dan berbentuk bulat. Identifikasi gugus fungsi pada FTIR adanya gugus C=C alifatik dan C=C aromatik merupakan gugus fungsi yang menjadi penciri pada linalool dan metil kavikol. Uji *controlled release* pada senyawa linalool dan metil kavikol pada nanofiber mengalami pelapasan dari hari ke 0-2.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan optimasi *electrospinning* untuk menghasilkan fiber tanpa butiran-butiran dengan mengontrol tegangan dan *flow rate*
2. Perlu dilakukan kajian mendalam untuk mempelajari interaksi linalool dan metil kavikol dengan matriks PVA atau β -siklodekstrin

DAFTAR PUSTAKA

- Al Abbasy, D. W., Pathare, Nirmal, Al-Sabahi, Jamal Nasser & Khan, Shah Alam. (2015). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (*Ocimum basilicum* Linn.). *Asian Pacific Journal of Tropical Diseases*, 5(8), 645–649.
- Abd El-aziz, A. M., El-Maghraby, A., & Taha, N. A. (2017). Comparison between polyvinyl alcohol (PVA) nanofiber and polyvinyl alcohol (PVA) nanofiber/hydroxyapatite (HA) for removal of Zn²⁺ ions from wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*, 10(8), 1052–1060.
- Abdullah, M., Virgus, Yudistira, Nirmin & Khairurrija (2008). Review : Sintesis Nanomaterial Review : Sintesis Nanomaterial. *Journal nanosains & nanoteknologi*, 1, 2–26.
- Adinew, B. (2014) . GC-MS and FT-IR analysis of constituents of essential oil from Cinnamon bark growing in South-west of Ethiopia. *International Journal of Herbal Medicine*, 1(6), 22–31.
- Agarwal, C., L, Sharma, N. & S, Gaurav, L. (2013). An analysis of basil (*ocimum* sp .) to study the *Indian journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 3(3), 521–525.
- Ahmed, A., Hussein, K., Alsyari, A., Ibrahim, Hassan M. & Altanobi, Lebnane. (2017). Chemotaxonomy and Spectral Analysis (GC/MS and FT-IR) of Essential Oil Composition of Two *Ocimum basilicum* L. Varietiesv and their Morphological Characterization. *Jordan Journal of Chemistry*, 12, 147–160.
- Alves, K. S., Da silva, F. W. F., Neves, D. P., Cardoso, K. V. V., Junior, L. M., Oquedo, M. B., Abreu, K. O., Albuquerque, A.C.C., De Oouza, A.N.C. & Cardoso, J.H.L. (2013). Estragole blocks neuronal excitability by direct inhibition of Na⁺ channels. *Medical and biological research*, 46, 1056–1063.
- Api, A. M., Belsito, D., Bhatia, S., Bruze, M., Calow, P., Dagli, M. L., Dekant, W., Fryer, A. D., Kromidas, L., La Cava, S., Lalko, J. F., Lapczynski, A., Liebler, D. C., Miyachi, Y., Politano, V. T., Ritacco, G., Salvito, D., Schultz, T. W., Shen, J., Sipes, I. G., Wall, B., & Wilcox, D. K. (2016). RIFM fragrance ingredient safety assessment, l-linalool, CAS Registry Number 78-70-6. *Food and Chemical Toxicology*, 97(78), 1-10.
- Aprotosoai, A. C. Hăncianu, M., Costache, Irina I., & Miron, Anca. (2014). Linalool: A review on a key odorant molecule with valuable biological properties. *Flavour and Fragrance Journal*, 29(4), 193–219.
- Arman, M., Prasetya, A., & Sihana. (2014). Desain Sistem Instrumentasi Proses Distilasi Fraksinasi Batch Berbasis Kendali Suhu. *Journal of System*

- Engineering*, 02(02), 71–79.
- Aytac, Z., Yildiz, Zehra I., Kayaci, Senirmak, F., Tekinay, T., & Uyar, Tamer. (2017). Electrospinning of cyclodextrin/linalool-inclusion complex nanofibers: Fast-dissolving nanofibrous web with prolonged release and antibacterial activity. *Food Chemistry*, 231, 192–201.
- Aytac, Z., Celebioglu, A., Yildiz, Z., & Uyar, T.(2018). Efficient Encapsulation of Citral in Fast-Dissolving Polymer-Free Electrospun Nanofibers of Cyclodextrin Inclusion Complexes: High Thermal Stability, Longer Shelf-Life, and Enhanced Water Solubility of Citral. *Nanomaterials*, 8(10), 793.
- Azizah, I. N., Sari, N. P. & Maryudi, M. (2015). Pengaruh Panjang Kolom Distilasi Bahan Isian Terhadap Hasil Produk Cair Sampah Plastik. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 2(1), 1-15.
- Bangun, S. (2018). Manfaat Oukup pada Kesehatan. *Talenta Conference Series: Local Wisdom, Social, and Arts (LWSA)*, 1(1), 104–109.
- Beatovic, D., Milosevic, Dijana K., Trifunovic, S., Siljegovic, J., Glamoelija, J., Ristic, M. & Jalacic, Slavica. (2015). Chemical Composition , Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Chemical Composition , Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Twelve *Ocimum basilicum* L . Cultivars Grown in Serbia. *Records of natural products*, 9 (1), 62–75.
- Bestari, A. N. (2014). Penggunaan Siklodekstrin Dalam Bidang Farmasi Cyclodextrins in Pharmaceutical Field. *Majalah Farmaseutik*, 10(1), 197–201.
- Bilal, A., Jahan, N., Ahmed, A., Bilal, Saima N., Habib, S. & Hajra, Syeda. (2012). Phytochemical and Pharmacological Studies on *Ocimum Basilicum* Linn - a Review. *International Journal of Current Research and Review*, 4(23), 73–83.
- Blanco, K. C., Moraes, F. F. D. E. & Bernardi, N. S. (2014). Cyclodextrin Production by *Bacillus lehensis* Isolated from Cassava Starch : Characterisation of a Novel Enzyme. 32(1), 48–53.
- Cahyana, A. & Marzuki, A. (2014). Analisa SEM (Scanning Electron Microscope) pada Kaca TZN yang dikristalkan Sebagian. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*, 23–26.
- Cahyani, novita M. (2014). Daun Kemangi (*Ocimum Cannum*) Sebagai Alternatif Pembuatan Handsanitizier. *KESMAS - Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 136–142.
- Celebioglu, A., Kayaci-Senirmak, F., Ipek, S., Durgun, E. & Uyar, Tamer. (2016). Polymer-free nanofibers from vanillin/cyclodextrin inclusion complexes: High thermal stability, enhanced solubility and antioxidant property. *Food and Function*, 7(7), 3141–3153.

- Celebioglu, A., Sen, Huseyin S., Durgun, E. & Uyar, Tamer. (2016). Molecular entrapment of volatile organic compounds (VOCs) by electrospun cyclodextrin nanofibers. *Chemosphere*, 736–744.
- Celebioglu, A. & Uyar, T. (2012). Electrospinning of nanofibers from non-polymeric systems: Polymer-free nanofibers from cyclodextrin derivatives. *Nanoscale*, 621–631.
- Celebioglu, A. & Uyar, T. (2013). Electrospun gamma-cyclodextrin (γ -CD) nanofibers for the entrapment of volatile organic compounds. *RSC Advances*, 22891–22895.
- Celebioglu, A., Yildiz, Z. I. & Uyar, T. (2017). Electrospun nanofibers from cyclodextrin inclusion complexes with cineole and p-cymene enhanced water solubility and thermal stability. *International Journal of Food Science and Technology*, 1–9.
- Chandra, A. & Proborini, W. A. (2018). Analisa komposisi minyak atsiri kulit jeruk manis hasil ekstraksi metode microwave hydrodiffusion and gravity dengan gc-ms. *Jurnal Rela Buana*, 3(1), 53–58.
- Chiang, L. Chiang, W., Chang, Mei-yin, Ng, Lean-teik, & Lin, Chun-ching (2003). Antileukemic Activity of Selected Natural Products in Taiwan. 31(1), 37–46.
- Choo, K., Ching, C.Y., Chuah, C.H., Julai, S. & Liou, Nai-shang. (2016). Preparation and Characterization of Polyvinyl Alcohol-Chitosan Composite Films Reinforced with Cellulose Nanofiber. *Journal materials*, 9(644), 1-16.
- Commission, E. (2001). Opinion of the Scientific Committee on Food on Estragole (1-Allyl-4-methoxybenzene). 1–10.
- Darmapatni, komang A. ., Basori, A. & Suaniti, N. M. (2016). Pengembangan Metode GC-MS untuk Penetapan Kadar Acetaminophen pada Spesimen Rambut Manusia. *Biosains pascasarjana*, 18(3), 1-13.
- Daryono, E. D., Pursitta, A. T. & Isnaini, A. (2014). Ekstraksi Minyak Atsiri Pada Tanaman Kemangi Dengan Pelarut N-Heksana Extraction Essential Oil of Basil With Solvent N-Heksane. *Jurnal Teknik Kimia*, 9(1), 1-9.
- Dewi, D. P. (2008). Pemisahan minyak atsiri daun kemangi (*Ocimum basilicum*) secara kromatografi lapis tipis dan aktivasinya terhadap *Malassezia furfur* in vitro. Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Dewi, L. K., Friatnasary, Dwi L., Herawati, W., Nurhadianty, V. & Cahyani, C. (2018). Studi Perbandingan Metode Isolasi Ekstraksi Pelarut dan Destilasi Uap Minyak Atsiri Kemangi terhadap Komposisi Senyawa Aktif. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 2(1), 13–19.

- Duchene, D. (2011). Cyclodextrins: history, properties, applications, and current status. 1-17.
- Edris, A. E. & Farrag, E. S. (2003). Antifungal activity of peppermint and sweet basil essential oils and their major aroma constituents on some plant pathogenic fungi from the vapor phase 47(2), 117–121.
- Effendi, V. P. & Widjanarko, S. B. (2014). Distilasi dan Karakterisasi Minyak Atsiri Rimpang Jeringau (*Acorus calamus*) dengan Kajian Lama Waktu Distilasi dan Rasio Bahan: Pelarut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 1–8.
- Eiceman, G. A. (2006). Instrumentation of Gas Chromatography. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, 1–9.
- El-soud, N. H. A., Deabes, M., El-kassem, Lamia A. & Khalil, Mona. (2015). Chemical Composition and Antifungal Activity of *Ocimum basilicum* L . Essential Oil. *Journal of Medical Sciences*, 3(3), 374–379.
- Fahlawati, N. I. (2017). Sintesis serat nano dari alginat-polivinil alkohol menggunakan metode pemintalan elektrik nur izmi fahlawati. Skripsi Departemen Fisika Institut Teknologi Bogor.
- H, Maria, I. & Djojosebroto, H. (2008). Destilasi uap minyak atsiri dari kulit dan daun kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). 1–16.
- Harismah, K. & Chusniatun (2017). Pemanfaatan daun salam (*Eugenia Polyantha*) sebagai obat herbal dan rempah penyedap makanan. 60(2), 110–118.
- Hassen, I., M'Rabet, Yassine, B., Chaouki, Kesraoui, O., Casabianca, H. & Hosni, Karim. (2015). Chemodiversity of volatile oils in *thapsia garganica* L. (*Apiaceae*). *Chemistry and Biodiversity*, 12(4), 637–651.
- Huang, Z., Zhang, Y., Kotaki, M. & Ramakrishna, S. (2003). A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. *Composites Science and Technology*, 63, 2223–2253.
- Ilc, T., Parage, C., Boachon, B., Navrot, N. & Werck-Reichhart, Danièle. (2016). Monoterpenol oxidative metabolism: Role in plant adaptation and potential applications. *Frontiers in Plant Science*, 1–16.
- Indriyanti, C. P. (2013). Uji Efek Antiinflamasi Ekstrak Daun Kembang Merak Merah (*Caesalpinia pulcherrima* L) dengan Model Inflamasi Terinduksi CFA (Complete Freund's Adjuvant). Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ismail, M. (2006). Central properties and chemical composition of *Ocimum basilicum* essential oil. *Pharmaceutical Biology*, 44(8), 619–626.
- Kadarohman, A., Dwiyanti, G. & Hernani. (2009). Jejak kinetika dan mekanisme reaksi kompleks isomerisasi estragol menjadi etanol. Universitas pendidikan Indonesia.

- Kasali, A. A., Eshilokun, Adeolu O., Adeola, S., Winterhalter, P., Knapp, H., Bonnlander, B. & Koenig, Wilfried A. (2005). Volatile oil composition of new chemotype of *Ocimum basilicum* L. from Nigeria. *Flavor and Fragrance Journal*, 45–47.
- Kayaci, F., Sen, H. S., Durgun, E. & Uyar, Tamer. (2014). Functional electrospun polymeric nanofibers incorporating geraniol-cyclodextrin inclusion complexes: High thermal stability and enhanced durability of geraniol. *Food Research International*, 62, 424–431.
- Kayaci, F., Ertas, Y. & Uyar, T. (2013). Enhanced thermal stability of eugenol by cyclodextrin inclusion complex encapsulated in electrospun polymeric nanofibers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(34), 8156–8165.
- Kayaci, F. & Uyar, T. (2014). Reflexões Sobre Uma Política Comum De Segurança E Defesa Da União Europeia. *Polymer engineering and science*, 2970–2978.
- Keita, M., Vincent, C., Schmit, J. & Belangar, A. (2002). Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L. and *O. suave* L. in the Republic of Guinea. *Flavour and Fragrance Journal*, 15, 339-341.
- Komariah, N. (2013). Isolasi senyawa aktif antioksidan dari ekstrak etil asetat herba kemangi (*ocimum americanum l.*). Skripsi Farmasi UIN Syarif Hidayatullah.
- Kusumaatmaja, A., Sukandaru, B., Chotimah & Triyana, Kuwat. (2016). Application of polyvinyl alcohol nanofiber membrane for smoke filtration. *AIP Conference Proceedings*, 1755, 1-6.
- Lachowicz, K. J., Jones, G P., Briggs, D R., Bienvenu, F E., Wan, J. & Wilcock, A. (1998). The synergistic preservative effects of the essential oils of sweet basil (*Ocimum basilicum* L) against acid-tolerant food microflora. *Letters in Applied Microbiology*, 26, 209–214.
- Ladwani, A. M. A., Salman, M & Es, A. H. (2018). Chemical composition of *Ocimum basilicum* L. essential oil from different regions in the Kingdom of Saudi Arabia by using Gas chromatography mass spectrometer. *Journal of Medicinal Plants studies*, 6(1), 14–19.
- Lee, S. J., Umamo, K., Shibamoto, T. & Lee, Kwang Geun. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Journal Food Chemistry*, 91(1), 131–137.
- Mallakpour, S. & Madani, M. (2012). Progress in Organic Coatings Transparent and thermally stable improved poly (vinyl alcohol) / Cloisite Na⁺ / ZnO hybrid nanocomposite films : Fabrication , morphology and surface properties.

- Journal Progress in Organic Coatings*, 74(3), 520–525.
- Martin, C. R. (1996). Membrane-Based Synthesis of Nanomaterials. *American Chemical Society*, 20(23), 1739–1746.
- Masi, L. De., Siviero, P., Esposito, C., Castaldo, D., Siano, F. & Laratta, Bruna. (2006). Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (*Ocimum basilicum* L.). *Eur Food Res Technol*, 223, 273-281.
- Moghaddam, A. M. D., Shayegh, J., Mikaili, P. & Sharaf, Jalil D. (2011). Antimicrobial activity of essential oil extract of *Ocimum basilicum* L. leaves on a variety of pathogenic bacteria. *Journal Medicinal Plants research*, 5 (15), 3453–3456.
- Nazarati, R.M., Eifert, M.B. & Hernandez, E. (2013). Effect of Humadity and solution Viscosity on Electrospun Fiber Morphology. *Journal Methods Article*, 19 (10), 1-10.
- Nurhasanah, S., Mardawati, Ef. & Herudiyanto, M. (2008). Pemisahan Eugenol Dari Minyak Cengkeh Dengan Cara Distilasi Fraksinasi. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 2(2), 1–14.
- Nurkamalia, Hariyanti & Hikmawati, N. P. (2012). Profil minyak atsiri batang dan daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) serta kajian aktivitas antioksidan dengan metode dpph. 1–14.
- Nuryantini, A. Y., Munir, M. M. & Suciati, T. (2013). Pembuatan Serat Nano PVA / Kitosan dengan Penambahan Sodium Tripolifosfat (STTP) sebagai Agen Ikatan Sambung Silang. Seminar Nasional Material 2013 | Fisika – Institut Teknologi Bandung, 70–73.
- Ozcan, Musa & Chalchat, Jean. (2002). Essential Oil Composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey. *Journal food science*, 20(6), 223-228.
- Padilha, J., Paula, De., Gomes-carneiro, Maria R., Paumgarten, Francisco J R. (2003). Chemical composition, toxicity and mosquito repellency of *Ocimum selloi* oil. *Journal of Ethnopharmacology*. 88, 253–260.
- Pamela, V. Y. Syarief, R., Iriani, Evi S. & Suyatma, Nugraha E., (2016). alkohol dengan penambahan nanopartikel ZnO dan asam stearat untuk kemasan multilayer. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(2), 63–73.
- Paula, J. P. De., Farago, Paulo V., Ribas, João Luiz C., Spinardi, Gisele Mara S., Döll, Patricia M., Artoni, Roberto F. & Zawadzki, Sônia F. (2007). In vivo Evaluation of the Mutagenic Potential of Estragole and Eugenol Chemotypes

- of *Ocimum selloi* Benth . Essential Oil. *Latin American Journal of Pharmacy*, 26(6), 846–851.
- Pramono, Joko. (2014). Pengaruh Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Pada Aktivitas Eritromisin Dan Trimetoprim-Sulfametoksazol Terhadap *Salmonella thypi* Secara In Vtro The effect of basil essential oil (*ocimum basilicum* l.) on the activities of erythromycin and trimetho. Skripsi Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Priastuti, N., Ngadiwiyana & Ismiyarta (2008). Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Sintesis Amil Sinamat dari Sinamaldehyd dan Uji Aktivitas Sebagai. *Jurnal Kimia sains dan aplikasi*, 15(2), 39–43.
- Rachmawati, H., Edityaningrum, C. & Maulidin, Rachmat. (2013). Molecular inclusion complex of curcumin beta-siklodekstrin nanoparcele to enhance curcumin skin permeability from hydrophilic matix gel. *Journal AAPS PharmSciTech*, 1-13.
- Raguso, R. A. (2016). More lessons from linalool: Insights gained from a ubiquitous floral volatile. *Current Opinion in Plant Biology*, 32, 31–36.
- Reneker, D. H. & Chun, I. (1996). Nanometre diameter fibres of polymer , produced by electrospinning. *Journal Nanotechnology*, 216-223.
- Rengga, Wara, D.P (2017). Teknologi nanopartikel terori, sintesis dan aplikasi. Semarang : UNNES PRESS.
- Rowe,C.R., Sheskey, J.P., Quinn, E. M. (2009) Handbook of Pharmaceutical excipients, sixth edition. London:Pharmaceutical press.
- Saehana, S., Abdullah, M. & Khairurrijal. (2009). Simulasi Fabrikasi Serat Nano (Nanofiber) dengan Metoda Pemintalan Elektrik (Electrospinning): Pengaruh Jarak Nozzle-Kolektor. *Journal Nanosains & Nanoteknologi*, 2(2), 74–84.
- Saggiolato, A. G., Gaio, I., Treichel, H., de Oliveira, D., Cichoski, Alexandre José Cansian. & Rogério, Luis. (2012). Antifungal Activity of Basil Essential Oil (*Ocimum basilicum* L.): Evaluation In Vitro and on an Italian-type Sausage Surface. *Journal Food and Bioprocess Technology*, 5(1), 378–384.
- Sajjadi, S. E. (2006). Analysis of the Essential Oils of Two Cultivated basil (*Ocimum basilicum* l.) from iran. *Daru*, 14(3), 128–130.
- Shellie, R. Mondello, L., Marriott, P. & Dugo, Giovanni. (2002). Characterisation of lavender essential oils by using gas chromatography – mass spectrometry with correlation of linear retention indices and comparison with comprehensive two-dimensional gas chromatography. *Journal of Chromatography*, 970, 225–234.
- Silalahi, M. (2018). Minyak Essensial Pada Kemangi (*Ocimum basilicum* L .). *ISSN e-Journal*, 5(2), 557–566.

- Singletary, K. W. (2018). Basil: A Brief Summary of Potential Health Benefits. *Nutrition Today*, 53(2), 92–97.
- Subbiah, T., Bhat, G S., Tock, R W., Parameswaran, S. & Ramkumar, S S. (2005). Electrospinning of Nanofibers. *Journal Applied Polymer Science*, 96, 557–569.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana & Dimiyati, Arbi. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(2), 45–46.
- Sulianti, S. (2008). Studi fitokimia ocimum spp.: komponen kimia minyak atsiri kemangi dan ruku-ruku [Phytochemical Study of Ocimum spp.: Chemical Components of Essential Oils of Kemangi and Ruku-Ruku]. *Berita Biologi*, 9(3), 237–241.
- Sun, K. & Li, Z. H. (2011). Preparations, properties and applications of chitosan based nanofibers fabricated by electrospinning. *Journal Express Polymer Letters*, 5(4), 342–361.
- Sutisna, S., Rubiyanto, D. & Allwar, A. (2018). Konversi Sitral Dalam Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum citriodorum*) Dengan Metode MAOS (Microwave Assisted Organic Synthesis). *Jurnal Chemical*, 1(1), 75–81.
- Tangpao, T., Chung, H. & Sommano, S. R. (2018). Aromatic Profiles of Essential Oils from Five Commonly Used Thai Basils. 1–13.
- Uyar, T., Nur, Y., Hacaloglu, J. & Besenbacher, Flemming. (2009). Electrospinning of functional poly(methyl methacrylate) nanofibers containing cyclodextrin-menthol inclusion complexes. *Nanotechnology*, 20(12), 1-10.
- Wahyudi, T. & Sugiyana, D. (2011). Pembuatan Serat Nano Menggunakan Metode Electrospinning. 26(1), 29–34.
- Wossa, Stewart W., Rali, Topul, & Leach, David N. (2008). Volatile chemical constituents of three *Ocimum* species (Lamiaceae) from Papua New Guinea (SPJNS) Volatile Chemical Constituents of three *Ocimum* species (Lamiaceae) from Papua New Guinea. *Journal of Natural Science*, 25-27.
- Yang, Y. & Song, L. X. (2005). Study on the inclusion compounds of eugenol with α -, β -, γ - and heptakis (2,6-di-O-methyl)- β -cyclodextrins. *Journal of Inclusion Phenomena*, 53(1–2), 27–33.
- Yoo, H. S., Kim, T. G. & Park, T. G. (2009). Surface-functionalized electrospun nanofibers for tissue engineering and drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61(12), 1033–1042.
- Zahra, L. S. & Iskandar, Y. (2017). Review Artikel :Kandungan Senyawa Kimia Dan Bioaktivitas. *Jurnal Farmakala*, 15, 143–152.

- Zarlaha, A., Kourkoumelis, N., Stanojkovic, T. P. & Kovala-Demertzi, D. (2014). Cytotoxic activity of essential oil and extracts of *Ocimum Basilicum* against human carcinoma cells. Molecular docking study of isoeugenol as a potent cox and lox inhibitor. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 9(3), 907–917.
- Zhang, Y., Sun, Z., Chen, X. & Chen, Qin. (2016). The Extraction of Linalool from Coriander Seeds by Steam Distillation. *Journal Science Publishing Grup*, 4(2), 75–78.
- Zheljazkov, V. D., Cantrell, Charles L., Evans, William B., Ebelhar, M. W. & Coker, Christine (2008). Yield and Composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum sanctum* L. Grown at Four Locations. *Journal HortScience*, 43(3), 737–741.