

## POTENSI MINYAK ATSIRI DARI LIMAU KUIT: JERUK LOKAL KALIMANTAN SELATAN

### Potential of Essential Oils from Limau Kuit: Local Lime Fruit of Kalimantan Selatan

Azidi Irwan \*, Kholifatu Rosyidah

Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru-Kalsel, Indonesia

\*Penulis koresponden: airwan@ulm.ac.id

#### Abstract

Limau kuit is known as a seasoning for Banjarese traditional food due to its sour taste and distinctive aroma, it potentially has essential oils which are interesting to study. This research has been conducted on the skin of lime fruit obtained from Astambul, Kabupaten Banjar. The essential oils were isolated by hydrodistillation method for 3 hours of distillation time. The samples were prepared with two different sample preparation treatments, namely fresh samples and dry samples with 1x1 cm<sup>2</sup> in piece size. Data of research observations included yield of essential oil, refractive index, specific gravity, optical rotation, solubility in 70% alcohol, and the chemical component of essential oil constituents using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The study gave the yield of fresh samples of 0.472%, refractive index 1.5989, specific gravity 0.8966 g/mL, optical rotation (-) 0.16 - (+) 38.38°, and solubility in alcohol 70% 1 : 1. The results of the dry sample are as follows: yield 0.483%, refractive index 1.4720, specific gravity 0.9007 g/mL, optical rotation (+) 2.28 - (+) 39.83° and solubility in alcohol 70% 1 : 5. GC-MS analysis for fresh samples showed 15 dominant components, with the five largest components being limonene (GC-MS relative area 62.96%),  $\alpha$ -terpinene (17.68%),  $\beta$ -pinene (9.06%),  $\beta$ -pinene (1.77%) and sabinene (1.53%). Whereas for dry samples also showed 15 dominant components with the five largest components were: limonene (GC-MS relative area 63.97%),  $\alpha$ -terpinene (15.11%),  $\beta$ -pinene (1.77%), and terpen-4-ol (1.20%). The data of this study is the initial scientific information to find out more about essential oils of limau kuit plants, with the potential of other plant parts such as leaves, fruit flesh, or bark.

**Keywords:** limau kuit, essential oils, water distillation, GC-MS, limonene

#### 1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai sumber daya alam hayati yang sangat banyak dan beragam. Di antara keanekaragaman hayati itu terdapat tanaman-tanaman penghasil minyak atsiri yang belum semuanya dimanfaatkan (Muhtadin, Wijaya, Prihartini, dan Mahfud *et al.* 2013). Minyak atsiri merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang mudah menguap (volatil) dan bukan merupakan senyawa tunggal tetapi tersusun atas beberapa komponen yang mayoritas berasal dari golongan terpenoid dan sebagian senyawa aromatik. Komposisi kimia minyak atsiri tergantung pada jenis tumbuhan, daerah tempat tumbuh, iklim, dan bagian yang diambil minyaknya (Guenther 2006).

Metode distilasi atau penyulingan banyak digunakan untuk mengisolasi minyak atsiri. Metode ini dapat dilakukan dengan tiga cara: penyulingan dengan air (*hydrodistillation*), penyulingan dengan uap langsung (*steam distillation*) dan penyulingan dengan air dan uap (*water and steam distillation*)

(Cahyono 1991). Dalam penelitian ini dilakukan metode *hydrodistillation* terhadap sampel. Pada saat air mendidih, sebagian minyak atsiri akan larut di dalam air yang terdapat pada kelenjar/kantung minyak (Guenther 2006). Penggunaan air sebagai pengekstrak sangat berguna untuk mengekstraksi zat-zat yang terkandung pada sampel (Hoshino, Wahyudiono, Machmudah, Kanda, dan Goto 2014).

Kulit jeruk mengandung minyak atsiri, namun biasanya hanya terbuang sebagai sampah, yang saat ini menjadi salah satu masalah di kota-kota besar. Untuk mengatasi masalah ini, salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah mengolah atau mendaur-ulangnya menjadi produk yang berguna seperti minyak atsiri. Minyak atsiri merupakan produk yang diminati oleh konsumen, terutama kalangan menengah ke atas, untuk keperluan kesehatan dan bahan pengharum (Istianto 2008). *Buangan* terbesar setelah pengambilan sari buah jeruk adalah sampah kulitnya, yang mana kulit tersebut masih mengandung zat berharga seperti flavonoid dan minyak atsiri (Hoshino *et al.* 2014). Komposisi senyawa yang terdapat di dalam minyak

atsiri yang dihasilkan dari kulit jeruk adalah limonena, sitronelal, geraniol, linalol,  $\alpha$ -pinena, mirsena,  $\beta$ -pinena, sabinena, geraniol asetat, nonanal, geraniol,  $\beta$ -kariofilen, dan  $\alpha$ -terpineol (Chutia, Bhuyan, Pathak, Sarma, dan Boruah 2009; Hendri 2013).

Jeruk purut (*Citrus hystrix* D.C.) mirip dengan limau kuit dari segi morfologi buah dan telah banyak diteliti kandungan minyak atsirinya. Jeruk purut memiliki ukuran buah lebih kecil dari kepalan tangan, bentuknya bulat tetapi banyak tonjolan dan berbintil. Kulitnya tebal dan berwarna hijau tua polos atau berbintik-bintik. Kulit jeruk purut memiliki aroma wangi yang agak keras dan kandungan sitronelal yang sangat tinggi, menjadi salah satu kelebihan minyak jeruk purut di bidang industri, khususnya industri parfum dan kosmetika (Simanihuruk 2013).

Limau kuit memiliki kesamaan fisik dengan jeruk purut, namun memiliki perbedaan. Buahnya lebih besar dan pada bentuk daunnya. Belum ada data tentang minyak atsiri dari bahan ini yang diekstraksi menggunakan metode distilasi air, sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui bagaimana hasil ekstraksinya dengan metode distilasi air dan *komponen utama senyawa kimia* dengan analisis GC-MS.

Mutu minyak atsiri dipengaruhi oleh jumlah komponen dalam minyak atsiri. Faktor-faktor yang mempengaruhinya secara garis besar dikelompokkan sebagai berikut, yaitu jenis dan kualitas bahan baku, serta metode pengambilan minyak. Perlakuan awal terhadap sampel sebelum ekstraksi juga berpengaruh terhadap mutu minyak atsiri yang didapatkan, seperti perlakuan sampel kering atau basah, dan pemilihan ukuran sampel yang diinginkan. Berdasarkan penelitian Muhtadin, *et al.* (2013), sampel kering lebih banyak menghasilkan minyak atsiri dibandingkan sampel segar. Semakin kecil ukuran sampel maka akan semakin besar luas permukaan sehingga kemampuan daya serap juga makin besar dan minyak atsiri yang terambil makin banyak (Utomo 2014).

## 2. METODE

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas, pipet volumetrik, botol kaca, pisau, piknometer, neraca analitik ohaus, oven, alat distilasi air termodifikasi, ayakan, kertas saring, polarimeter, refraktometer, pemanas listrik, penangas minyak, stopwatch, dan GC-MS Shimadzu QP2010S. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limau kuit dari

Kecamatan Astambul, Kabupaten Banjar-Kalsel,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat, dan akuades.

### 2.1 Distilasi Kulit Segar

Sebanyak 5 kg sampel kulit segar hasil preparasi ditimbang, dimasukkan ke dalam alat distilasi dan ditambahkan akuades sampai tinggi air 10 cm dari batas atas sampel, kemudian dipanaskan 3 jam. Destilat air dikeluarkan lebih dahulu dan minyak atsiri ditampung. Minyak yang masih mengandung sedikit air ditambahkan dengan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat lalu, disimpan dalam lemari pendingin.

### 2.2 Distilasi Kulit Kering

Kulit limau kuit yang dikeringkan pada prosedur di atas, dimasukkan ke dalam alat distilasi dan diperlakukan seperti sampel kulit segar. Destilat air dikeluarkan lebih dahulu dan minyak atsiri ditampung. Minyak atsiri kemudian dimurnikan dengan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat dan lalu disimpan dalam lemari pendingin.

### 2.3 Karakterisasi Minyak Atsiri

Karakterisasi mutu minyak atsiri meliputi rendeman, berat jenis, putaran optik, indeks bias, kelarutan dalam alcohol 70%, dan kandungan komponennya.

**Rendemen.** Rendemen adalah besaran hasil minyak atsiri yang diperoleh. Rendemen minyak atsiri dihitung dengan rumusan:

- Menimbang berat sampel awal (a)
- Volume produk akhir (b)

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad \dots(1)$$

**Berat Jenis.** Berat jenis ditentukan dengan menggunakan alat piknometer pada suhu  $27^\circ\text{C}$ . Piknometer yang terkalibrasi kosong dicuci bersih, kemudian dikeringkan dalam oven dan setelah itu didinginkan dan ditimbang dengan neraca analitik. Piknometer diisi dengan minyak atsiri dan dihindari terjadi gelembung udara. Permukaan minyak diatur sampai tanda garis dan ditimbang.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{berat piknometer dan minyak} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer terkalibrasi}} \quad \dots(2)$$

**Putaran Optik.** Sumber cahaya dinyalakan dan ditunggu sampai diperoleh kilauan yang penuh. Tabung polarimeter diisi dengan minyak atsiri.

Dipastikan tidak ada gelembung udara dalam tabung. Tabung diletakkan di dalam polarimeter dan dibaca nilai putaran optik minyak pada skala yang terdapat pada alat. Putaran optik dinyatakan dalam derajat lingkaran sampai mendekati  $0,01^\circ$ .

**Indeks Bias.** Pengukuran indeks bias dilakukan pada suhu  $27^\circ\text{C}$  menggunakan refraktometer. Kedua sisi tempat meletakkan minyak dibersihkan dengan alkohol dan dibiarkan kering. Minyak atsiri diteteskan pada permukaan alat dan direkatkan. Indeks bias minyak atsiri dinyatakan oleh suatu bilangan sampai 4 desimal.

**Kelarutan dalam Alkohol 70%.** Minyak atsiri sebanyak 1 mL ditempatkan di dalam gelas ukur yang tertutup berukuran 5 mL atau 10 mL. Menambahkan etanol 70 % setetes demi setetes. Setiap penambahan dilakukan pengocokan sampai diperoleh suatu larutan yang bening. Kelarutan dalam etanol 70% dinyatakan dalam perbandingan 1 volume minyak dalam Y volume etanol yang digunakan.

**Kandungan Komponen Minyak Atsiri.** Penentuan kandungan komponen minyak atsiri kulit buah limau kuit dilakukan dengan GC-MS berupa data senyawa kimia dan konsentrasi dari masing-masing komponen yang dianalisis secara deskriptif.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Rendemen Minyak Atsiri

Rendemen destilasi kulit limau kuit diketahui setelah dimurnikan dengan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat. Rendemen sampel basah adalah 0,472% dan sampel kering adalah 0,483%.

#### 3.2 Berat Jenis

Berdasarkan pengujian berat jenis dari sampel basah adalah 0,8966 g/mL. Sedangkan berat jenis dari sampel kering adalah 0,9007 g/mL. Jika dibandingkan dengan berat jenis minyak nilam berat jenis yang didapatkan tidak sesuai dengan SNI. Standar SNI untuk minyak atsiri jeruk-jerukan belum ditentukan. Nilai bobot jenis minyak ditentukan oleh komponen kimia yang terkandung di dalamnya, dan sangat mungkin bervariasi tergantung dari jenis minyak atsirinya. Semakin tinggi kadar fraksi dengan bobot yang tinggi maka berat jenis semakin tinggi. Hal ini terlihat pada persentase fraksi terbesar kromatogram GC-MS, sehingga berat jenis dari sampel kering lebih besar dari sampel segar.

#### 3.3 Putaran Optik

Putaran optik ditentukan pada suhu ruangan menggunakan polarimeter. Hasil putaran optik untuk sampel basah (-) 0,16 – (+) 38,38 dan sampel kering (+) 2,28 – (+) 39,83. Jika dibandingkan dengan SNI persyaratan minyak nilam, ini tidak memenuhi syarat. Namun minyak atsiri memiliki sifat fisik masing-masing. Putaran optik dipengaruhi komponen yang terdapat di dalamnya yang dapat mempengaruhi bidang polarisasi.

#### 3.4 Indeks Bias

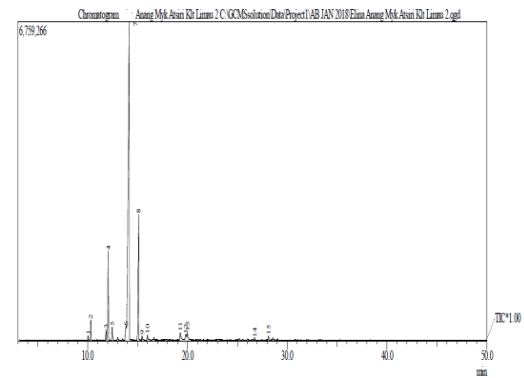
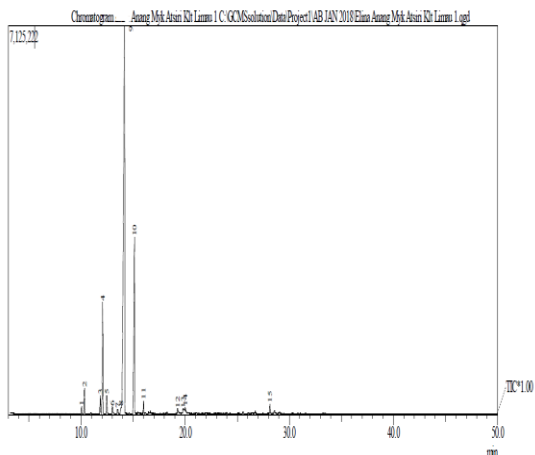
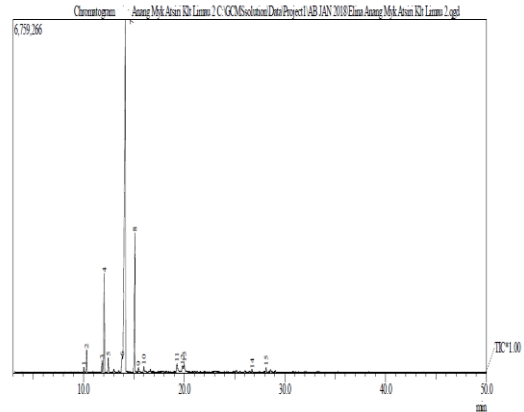
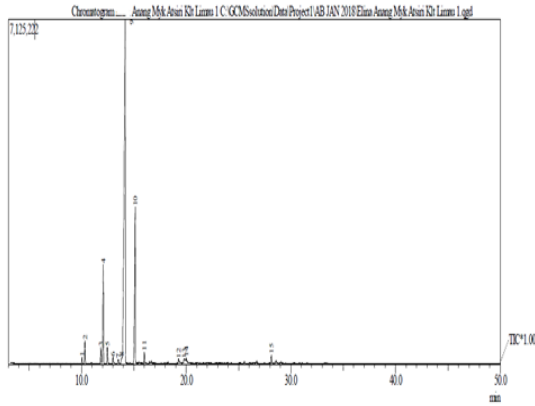
Indeks bias dari suatu zat merupakan perbandingan dari sinus sudut jatuh dan sinus sudut sinar pantul dari cahaya yang melalui suatu zat. Pengukuran indeks bias dilakukan pada suhu ruangan menggunakan refraktometer. Hasil pengamatan indeks bias untuk sampel segar adalah 1,5989. Sedangkan untuk sampel kering adalah 1,4720. Indeks bias tiap minyak atsiri berbeda-beda namun jika dibandingkan dengan SNI minyak nilam maka minyak atsiri kulit limau kuit tersebut memenuhi persyaratan mutu, yaitu 1,507 – 1,515. Hal ini diartikan bahwa indeks bias dipengaruhi komponen penyusun minyak atsiri. Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak ikatan rangkap dalam minyak atsiri, semakin besar nilai indeks biasnya.

#### 3.5 Penentuan Kelarutan dalam Alkohol 70%

Penentuan kelarutan dalam alkohol 70% dilakukan dengan cara memasukan minyak atsiri hasil destilasi sebanyak 1 mL ke dalam gelas ukur yang tertutup berukuran 5 mL atau 10 mL. Kemudian menambahkan etanol 70 % setetes demi setetes. Setiap penambahan dilakukan pengocokan sampai diperoleh suatu larutan yang bening. Kelarutan dalam etanol 70% dinyatakan dalam perbandingan 1 volume minyak dalam Y volume etanol yang digunakan. Dan didapatkan hasil untuk sampel segar 1:1. Sedangkan untuk sampel kering 1:5.

#### 3.6 Kandungan Komponen Minyak Atsiri

Pada Gambar 1, kromatogram di atas *peak* ke 9 merupakan *peak* tertinggi. Ini berarti komponen terbanyak pada sampel segar. Senyawa pada *peak* tersebut adalah limonene (Tabel 1).



Gambar 1. Kromatogram minyak atsiri kulit buah limau kuit sampel segar

Tabel 1. Komponen senyawa-senyawa penyusun minyak atsiri kulit limau kuit untuk sampel segar

Puncak (peak)	Waktu Retensi	Kadar Relatif (%)	Senyawa	SI (Similarity Index) (%)
1	10,042	0,47	$\alpha$ -thujena	92
2	10,327	1,77	$\alpha$ -pinena	94
3	11,848	1,53	sabinena	93
4	12,067	9,06	$\beta$ -pinena	96
5	12,469	1,30	mirsenena	95
6	13,007	0,46	oktanal	91
7	13,513	0,38	$\alpha$ -terpinena	93
8	13,833	0,87	benzena (1-metil-x-Isopropil)	92
9	14,171	62,96	limonena	95
10	15,124	17,68	$\gamma$ -terpenena	95
11	15,999	0,90	terpenolena	94
12	19,274	0,48	terpeni-4-ol	94
13	19,792	0,86	$\alpha$ -terpeniol	94
14	20,003	0,48	dodecanal	90
15	28,138	0,79	germacrena	90
Total		100		

Gambar 2. Kromatogram minyak atsiri kulit buah limau kuit sampel kering

Tabel 2. Komponen senyawa-senyawa penyusun minyak atsiri kulit limau kuit untuk sampel kering

Puncak (peak)	Waktu Retensi	Kadar Relatif (%)	Senyawa	SI (Similarity Index) (%)
1	10,037	0,42	$\alpha$ -thujena	92
2	10,322	1,77	$\alpha$ -pinena	94
3	11,847	1,19	sabinena	94
4	12,061	9,30	$\beta$ -pinena	96
5	12,464	1,18	mirsenena	95
6	13,833	2,54	benzena (1-metil-o (2)-isopropil)	94
7	14,158	63,97	limonena	96
8	15,104	15,11	$\gamma$ -terpenena	96
9	15,463	0,43	linalool oksida	92
10	16,001	0,54	alosisimena / $\alpha$ -terpenolene	91
11	19,283	1,20	terpeni-4-ol	93
12	19,825	0,98	$\alpha$ -terpeniol	95
13	20,002	0,76	dodecanal	89
14	26,740	0,20	4 trans- $\alpha$ -bergamotena	90
15	28,135	0,42	germacrena	88
Total		100		

Berdasarkan data GC MS kandungan terbanyak dari minyak atsiri kulit limau kuit hasil analisis adalah limonene dan yang kedua golongan terpenena, sedangkan untuk sampel kering sama seperti sampel segar hanya sedikit berbeda persentasenya. Lima komponen terbesar dari sampel segar adalah limonene (62,96%),  $\alpha$ -terpenena (17,68%),  $\beta$ -pinena (9,06%),  $\alpha$ -pinena (1,77%), dan sabinena (1,53%). Dari sampel kering diperoleh lima komponen terbesar limonene (63,97%),  $\alpha$ -terpenena (15,11%),  $\beta$ -pinena (9,30%),  $\alpha$ -pinena (1,77%), dan terpeni-4-ol (1,20%). Jadi, perbedaan komponen minyak atsiri kulit limau kuit untuk sampel segar dan kering bukan pada komponen utamanya melainkan komponen-komponen lainnya.

Penelitian jeruk purut yang telah dilakukan oleh Wungsintaweekul, Sitthithaworn, Putalun, Pfeifhoffe, & Brantner (2010), dengan metode hydrodistillation melaporkan kulit *C. hystrix* memiliki komposisi sitronelal 23,85%, sabinena 1,55%, limonena 1,13%,  $\beta$ -pinena 1,82% dan lain-lain. Penelitian lain dengan metode distilasi uap secara otomatis menghasilkan sitronelal 7,53%, sabinena 31,22%, limonena 20,68%,  $\beta$ -pinena 32,96%, dan lain-lain (Kasuan, Muhammad, Yusoff, Rahiman, Taib, dan Haiyee, 2013). Sementara Yusoff, Muhammad, Kasuan, Rahiman, dan Taib (2013), dengan metode distilasi uap dengan hidro-difusi menghasilkan komponen sitronelal 17,48%, sabinena 27,49%, limonena 28,72%,  $\beta$ -pinena 7,15% dan lain-lain. Menurut Jantan, Abu, Abdul, Nor & Ayop (1996) dengan metode distilasi air mendapatkan hasil sitronelal 11,67%, limonena 14,16%,  $\beta$ -pinena 39,25% dan lain-lain.

Tabel 3. Perbandingan komponen utama penyusun minyak atsiri jeruk purut dengan berbagai metode pengambilan/ ekstraksi

Senyawa	% Komposisi komponen utama pada minyak atsiri jeruk purut			
	1	2	3	4
sitronelal	11,67	23,85	7,53	17,48
limonena	14,16	1,13	20,68	28,72
$\beta$ -pinena	-	-	-	-
$\alpha$ -pinena	39,25	1,82	32,96	7,15
sabinena	-	1,55	31,22	27,49

Keterangan:

1. Jantan *et al.* (1996) metode distilasi air
2. Wungsintaweekul *et al.* (2010) metode distilasi air
3. Kasuan *et al.* (2013) metode distilasi uap
4. Yusoff *et al.* (2013) metode distilasi uap-difusi air

Limonena merupakan salah satu senyawa kimia yang dapat mempengaruhi bidang polarisasi. Jadi, nilai putaran optik terpengaruh oleh senyawa

ini. Komponen-komponen pada sampel segar memiliki rantai induk lebih panjang dibanding dengan sampel kering, hal ini terlihat dari komponen sampel basah yang memiliki rantai induk lurus, yaitu dodekanal dan oktanal, sedangkan pada sampel kering hanya ada dodekanal. Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak ikatan rangkap dalam minyak atsiri maka semakin besar pula nilai indeks biasnya. Jadi, indeks bias sampel segar lebih besar dibanding indeks bias sampel kering. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, dapat terlihat beberapa senyawa kimia yang mempengaruhi kelarutannya terhadap alkohol. Jadi, sampel lebih mudah larut dibandingkan minyak nilam pada SNI karena terdapat komponen-komponen yang berbeda.

Linalool oksida hanya terdapat pada sampel kering. Linalool merupakan salah satu senyawa yang dapat menghambat bakteri.

#### 4. SIMPULAN

Rendemen minyak atsiri kulit buah lumau kuit dari sampel segar sebesar 0,472% dan dari sampel kering sebesar 0,483%.

Kandungan terbesar dari kedua minyak atsiri yang dihasilkan adalah limonena.

Lima komponen terbesar dari sampel segar adalah limonene (62,96%),  $\alpha$ -terpenena (17,68%),  $\beta$ -pinena (9,06%),  $\alpha$ -pinena (1,77%), dan sabinena (1,53%). Dari sampel kering diperoleh lima komponen terbesar limonene (63,97%),  $\alpha$ -terpenena (15,11%),  $\beta$ -pinena (9,30%),  $\alpha$ -pinena (1,77%), dan terpeni-4-ol (1,20%).

Saran dari penelitian ini adalah untuk mengkaji metode ekstraksi yang lain sehingga diperoleh metode yang paling baik untuk pengambilan minyak atsiri kulit buah limau kuit.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Fakultas MIPA ULM atas dana penelitian lewat program penelitian DIPA Fakultas MIPA ULM tahun 2018 dan mahasiswa-mahasiswa yang terlibat dan menjadi bagian dari tim penelitian kimia tanaman limau kuit.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Alneedy. 2011. *Limau Sundai*. <https://mutasyaghairumutasya.wordpress.com/>  
Diakses: 26 Januari 2017
- Cahyono B. 1991. *Segi Praktisi dan Metode Pemisahan Senyawa Organik*. Kimia MIPA UNDIP, Semarang.
- Chutia M, Bhuyan DP, Pathak MG, Sarma TC, Boruah P. 2009. Antifungal activity and chemical composition

- of *Citrus reticulata* blanco essential oil against phytopathogens from North East India. *Journal Food Science and Technology* 42 : 777-780
- Guenther E. 2006. *Minyak Atsiri Jilid 1*. Terjemahan: Ketaren S. UI Press, Jakarta.
- Hoshino R, Wahyudiono, Machmudah S, Kanda H, Goto M. 2014. Simultaneous extraction of water and essential oils from Citrus leaves and peels using liquefied dimethyl ether. *Journal Nutrition and Food Sciences* 4(301):1-5.
- Istianto M. 2008. Minyak atsiri jeruk: Peluang meningkatkan nilai ekonomi kulit jeruk. *Warta Penelitian dan Pengembangan Badan Penelitian Tanaman Buah Tropika* 30(6): 7-8.
- Jantan I, Abu SA, Abdul RA, Nor NAMA, Ayop N. 1996. Chemical composition of some Citrus oils from Malaysia. *J. Essent. Oil Res.* 8: 627–632.
- Kasuan N, Muhammad Z, Yusoff Z, Rahiman MHF, Taib MN, & Haiyee ZA. 2013. Extraction of *Citrus hystrix* d.c. (kaffir lime) essential oil using automated steam distillation process: Analysis of volatile compounds. *Malaysian Journal of Analytical Sciences* 17(3): 359–369.
- Ketaren S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka, Jakarta.
- Muhtadin AF, Wijaya R, Prihartini P, Mahfud. 2013. Pengambilan minyak atsiri dari kulit jeruk segar dan kering dengan menggunakan metode steam distillation. *Jurnal Teknik Pomits* 2(1): F 98 – 101.
- Pavia DL, Lampman GM, Krutz GS, Engel RG. 2006. *Introduction to Organic Laboratory Techniques (4th Ed.)*. Thomson Brooks/Cole. pp. 797–817.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Simanihuruk N. 2013. Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk purut (*Citrus hystrix* D.C.) di Balai Latihan Transmigrasi Pekanbaru sebagai bahan aktif minyak gosok. *Jurnal Pengolahan Hasil Pertanian UPT-P Balai Latihan Transmigrasi Pekanbaru*: 1-24.
- Utomo S. 2014. Pengaruh waktu aktivasi dan ukuran partikel terhadap daya serap karbon aktif dari kulit singkong dengan aktivator NaOH. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Wungsintaweekul J, Sitthithaworn W, Putalun W, Pfeifhoffe HW, Brantner A. 2010. Antimicrobial, antioxidant activities and chemical composition of selected Thai spices. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology* 32(6): 589-598.
- Yusoff ZM, Muhammad Z, Kasuan N, Rahiman MHF, Taib MN. 2013. Effect of temperature on kaffir lime oil by using hydro-diffusion steam distillation system. *Malaysian Journal of Analytical Sciences* 17(2): 326 – 339.

-----

