

EKTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI BUNGA CENGKEH DENGAN PELARUT ETANOL DAN N-HEKSANA

Luluk Pratiwi¹, Muhammad Saifur Rachman, dan Nur Hidayati²

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

¹email: lulukpratiwi07@gmail.com

²email: nur.hidayati@ums.ac.id

Abstract

Clove oil is one of the most important essential oil in the world due to the biological activities and the wide use for medical therapies and fine chemicals raw material. Solvent extraction of essential oil from clove bud using ethanol and n-hexane has been explored. The objective of this study was to evaluate the effect of extraction time, ratio of clove bud and solvent, and kind of solvent on the clove essential yield, density, refractive index and composition. The extraction times were for 3, 6, and 9 hours using ethanol and n-hexane as solvents. Clove bud and solvent weight ratio were tested at 1:5, 1:10 and 1:15. It was showed that by using ethanol and n-hexane, extraction time affect the yield. The ratio of clove bud and ethanol solvent also affected the yield at low ratio (1:5 and 1:10), however an increase of ratio increased slightly the yield. Five compounds in the clove oil have been identified, showing that the composition of the clove oil extracted was impacted by kind of solvent. Ethanol extracted more eugenol than n-hexane.

Keywords: Minyak cengkeh, minyak atsiri, eugenol, ekstraksi

1. PENDAHULUAN

Minyak cengkeh berasal dari tanaman cengkeh (*Eugenia aromaticum*) baik dari bunga, batang, daun, dan gagang cengkeh. Cengkeh termasuk suku *Myrtaceae* yang banyak ditanam di beberapa negara termasuk Indonesia. Minyak atsiri ini memiliki aktivitas biologis seperti antibakteri, antijamur, insectisida dan antioksidan, dan digunakan sebagai sumber aroma dan bahan antimikroba dalam makanan (Huang et al. 2002; Velluti et al. 2003). Minyak cengkeh juga memiliki efek terapi untuk asma dan beberapa alergi (Kim et al. 1998). Kandungan terbesar minyak cengkeh adalah eugenol, seperti tersaji pada Tabel 1. Eugenol bermanfaat dalam pembuatan vanilin, eugenil metil ester, dan eugenil asetat. Vanilin merupakan bahan pemberi aroma pada makanan, permen, coklat dan parfum (Guenther 1990).

Pada dasarnya minyak cengkeh dapat diproduksi menggunakan distilasi kukus, distilasi air, dan distilasi uap. Secara tradisional, metode yang sering digunakan di pedesaan di Indonesia adalah distilasi kukus.

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Cengkeh

SNI 06-2387-2006	
Karakteristik	Persyaratan
Warna	Kuning-coklat tua
Bau	Khas minyak cengkeh
Bobot Jenis 20 ⁰ C/20 ⁰ C	1,025-1,049
Indeks Bias (ⁿ D ₂₀)	1,528-1,535
Kelarutan dalam etanol 70%	1:2 jernih
Eugenol total, %, v/v	Min. 78
β-caryophyllene, %, v/v	Maks. 17

Kelebihan metode-metode distilasi tersebut yaitu rendahnya biaya produksi, tetapi penggunaan suhu tinggi dan adanya air dapat menyebabkan kerusakan minyak cengkeh karena panas yang tinggi dan terjadinya reaksi hidrolisis dengan air, sehingga dapat menurunkan kualitas minyak cengkeh. Penelitian sebelumnya terkait distilasi minyak cengkeh telah dilakukan beberapa peneliti (Nuryoto et al. 2011; Prianto et al. 2013). Perbedaan metode isolasi berpengaruh pada mutu minyak yang dihasilkan. Kekurangan metode distilasi dapat diatasi dengan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut. Suhu ekstraksi dapat dilakukan pada suhu ruang dan

tidak melibatkan air dalam proses pengambilan minyaknya. Beberapa jenis pelarut yang sering digunakan yaitu etanol, heksana, benzena, aseton, metanol dan iso propil alkohol (Guenther 1987).

Pada penelitian ini, dilakukan isolasi minyak cengkeh dari bunga cengkeh menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut. Dipilih etanol dan n-heksana sebagai pelarut. Etanol mempunyai titik didih yang rendah dan cenderung aman. Etanol juga tidak beracun dan berbahaya, selain itu etanol juga mempunyai kepolaran tinggi sehingga mudah untuk melarutkan senyawa resin, lemak, minyak, asam lemak, karbohidrat, dan senyawa organik lainnya. Sedangkan heksana merupakan pelarut non polar yang bersifat stabil dan mudah menguap, selektif dalam menguapkan zat, mengekstrak zat pewangi dalam jumlah besar (Munawaroh & Handayani 2010). Dengan demikian sekaligus dapat dibandingkan kelarutan minyak cengkeh terhadap pelarut yang bersifat polar dan non polar.

2. METODE PENELITIAN

Bunga cengkeh kering yang digunakan pada penelitian ini didapat dari petani cengkeh di daerah Solo. Bunga cengkeh yang didapat dari petani tidak dikeringkan lagi. Etanol dan n-heksana absolut teknis sebagai pelarut dibeli dari Toko Kimia Agung Jaya di Surakarta. Alat utama untuk ekstraksi adalah peralatan gelas biasa.

Bunga cengkeh yang telah di haluskan sampai ukuran 40 mesh dicampur dengan pelarut etanol pada perbandingan berat tertentu (1:5, 1:10 dan 1:15), sedangkan dengan pelarut n-heksana hanya dipelajari pada perbandingan 1:10. Campuran diaduk menggunakan menggunakan *shaker* selama waktu yang ditentukan (3, 6, dan 9 jam). Setelah itu campuran disaring untuk memisahkan ampas bunga cengkeh dengan pelarutnya. Ekstrak didiamkan dalam lemari pendingin selama 24 jam untuk mengendapkan lilin yang terekstrak. Minyak cengkeh kemudian dipisahkan dengan pelarutnya menggunakan alat *rotary evaporator* pada tekanan vakum dan suhu sekitar 50°C untuk pelarut etanol dan suhu 65°C untuk

pelarut n-heksana. Minyak yang dihasilkan lalu diukur densitas, indeks bias, rendemen, komponen dan komposisinya. Rendemen dihitung sebagai ml minyak per 100 gram bunga cengkeh. Densitas ditentukan dengan menggunakan piknometer, indeks bias menggunakan refraktometer ATAGO NAR-3T062230 dan komponen-komposisi menggunakan GCMSShimadzu QP 2010 SE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Warna Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh yang dihasilkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut etanol berwarna coklat tua dan yang diekstraksi menggunakan pelarut heksana berwarna kuning muda, seperti yang terlihat pada gambar 1. Warna minyak sesuai dengan syarat mutu warna pada SNI No.06-2387-2006 yaitu kuning-coklat tua. Pengujian warna pada penelitian ini dilakukan dengan pengujian secara visual atau diamati secara langsung. Warna minyak yang coklat juga dilaporkan oleh peneliti lain. Warna coklat mungkin disebabkan oleh terkestraknya lebih banyak impuritas dalam bunga cengkeh (Wenqiang & Shufen 2007).



Gambar 1. Minyak cengkeh dengan pelarut etanol (a) dan dengan pelarut n-heksana (b).

b. Rendemen Minyak Cengkeh

Tabel 2 menunjukkan rendemen minyak cengkeh berdasarkan jenis pelarut, lamanya ekstraksi dan rasio bunga cengkeh pada pelarut etanol. Ekstraksi dilakukan pada perbandingan massa bunga cengkeh dan pelarut = 1:10. Ditunjukkan bahwa rendemen dengan pelarut etanol meningkat seiring dengan meningkatnya

waktu ekstraksi, berturut-turut rendemen minyak cengkeh 24,40%, 27,99% dan 30,32% pada waktu ekstraksi 3, 6, 9 jam. Sedangkan rendemen minyak tidak banyak dipengaruhi secara signifikan ketika ekstraksi menggunakan pelarut n-heksana, yaitu sekitar 21% pada waktu 3 dan 6 jam, kemudian penambahan waktu ekstraksi menjadi 9 jam, rendemen meningkat menjadi 28%.

Kenaikan waktu proses yang digunakan menghasilkan kenaikan jumlah minyak yang dihasilkan. Lamanya ekstraksi akan membuat selaput pelindung minyak atsiri melunak dan mempermudah penetrasi pelarut ke dalam bahan baku, kelarutan komponen-komponen minyak cengkeh berjalan dengan perlahan sebanding dengan kenaikan waktu. Setelah itu penambahan waktu tidak berpengaruh pada rendemen. Hal ini disebabkan komponen minyak pada bahan baku jumlahnya terbatas dan pelarut yang digunakan mempunyai batas kemampuan untuk melarutkan bahan yang ada, sehingga walaupun waktu ekstraksi diperpanjang minyak yang ada pada bahan sudah tidak dapat melarut lagi.

Tabel 2. Rendemen Minyak Cengkeh

Pelarut	Rasio*	Waktu (jam)	Rendemen (% v/m)
Etanol	1:10	3	24,40
	1:10	6	27,99
	1:10	9	30,32
	1:5	6	20,04
	1:15	6	28,80
n-heksana	1:10	3	21,83
	1:10	6	21,54
	1:10	9	28,00

Peneliti lain melaporkan bahwa rendemen minyak bunga cengkeh sebesar 40,8% diperoleh dengan menggunakan ekstraksi pelarut etanol pada rasio 30 gram bunga cengkeh dan 250 gram etanol (Wenqiang & Shufen 2007), sedangkan dengan menggunakan pelarut n-heksana pada suhu 150-160°C diperoleh rendemen 21,3% (Hadi 2012). Dengan

menggunakan metode distilasi uap selama 8 jam, penelitian lain menghasilkan rendemen sebesar 8,6 % (Prianto et al. 2013) dan rendemen yang dihasilkan 1,9803 % dengan metode distilasi kukus dengan bantuan gelombang mikro pada daya 400 watt (Listyoarti et al. 2013). Sedangkan pada penelitian dengan metode ekstraksi CO₂ superkritis pada operasi 90 bar suhu 50°C didapatkan rendemen sebesar maksimum 20% bergantung pada waktu ekstraksi (Porta et al. 1998). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan metode sangat berpengaruh terhadap rendemen minyak cengkeh.

Menurut Prianto dkk., (Prianto et al. 2013) rendemen minyak dapat dipengaruhi oleh faktor pra dan pasca panen. Faktor – faktor pra panen yang mempengaruhi rendemen minyak meliputi jenis tanaman, cara budidaya, waktu dan cara panen. Selain itu terdapat beberapa faktor pasca panen yang mempengaruhi rendemen minyak antara lain yaitu cara penanganan bahan dan metode penyulingan.

Ada beberapa kerugian dari proses pengecilan ukuran yaitu jumlah minyak atsiri yang dihasilkan akan berkurang karena menguapnya minyak dari bahan pada saat pengecilan ukuran dan komposisi minyak atsiri dapat berubah.

c. Densitas Minyak Cengkeh

Densitas atau berat jenis minyak merupakan kumpulan berat molekul dari berbagai komponen penyusun suatu minyak atsiri dalam volume yang telah ditentukan. Harga densitas berkaitan dengan fraksi berat komponen yang terdapat dalam minyak cengkeh. Berat molekul senyawa berbanding lurus dengan densitas minyak. Semakin besar berat molekul suatu senyawa, maka akan menghasilkan densitas yang besar. Untuk menentukan mutu minyak cengkeh dari parameter densitas, dilakukan pengamatan hasil uji minyak yang dihasilkan berdasarkan rentang harga SNI 06-2387-2006 yaitu 1,025-1,049 g/ml pada suhu 20°C.

Tabel 3 menunjukkan densitas minyak cengkeh berdasarkan jenis pelarut, lamanya ekstraksi dan rasio bunga cengkeh pada pelarut etanol. Densitas minyak cengkeh yang didapat dengan menggunakan pelarut etanol yaitu pada rentang 0,96 – 1,0 gram/ml, sedangkan dengan

menggunakan pelarut n-heksana yaitu sekitar 0,720-0,789 gram/ml. Perubahan rasio bunga cengkeh dan etanol hampir tidak mempengaruhi densitas minyak yang dihasilkan, yaitu pada 0,97-1,01 gram/ml. Semua nilai densitas yang didapatkan berada lebih rendah dari yang distandarkan SNI, kemungkinan disebabkan oleh belum terekstraksi fraksi-fraksi berat komponen minyak bunga cengkeh karena keterbatasan daya larutnya atau kurang lamanya proses ekstraksi.

Tabel 3. Densitas Minyak Cengkeh

Pelarut	Rasio*	Waktu (jam)	Densitas (g/ml)
Etanol	1:10	3	1,0076
		6	1,0080
		9	0,9705
	1:5	6	0,9705
		6	0,9672
		9	0,9705
n-heksana	1:10	3	0,7898
		6	0,7882
		9	0,7204

Terdapat beberapa hasil penelitian mengenai densitas minyak cengkeh antara lain densitas minyak cengkeh sekitar 1,0420-1,0217 gram/ml dengan metode distilasi air (Listyoarti et al. 2013) sedangkan dari hasil penelitian (Prianto et al. 2013) didapatkan nilai densitas minyak cengkeh sebesar 1,0663 gram/ml dengan metode distilasi uap selama 8 jam.

Pengaruh kenaikan densitas memberikan kecenderungan peningkatan kelarutan minyak cengkeh. Pengaruh bahan baku, waktu dan pelarut berkorelasi positif pada berat jenis minyak cengkeh, semakin tinggi berat jenis menunjukkan minyak memiliki kualitas yang baik (Guenther, 1987).

d. Indeks Bias Minyak Cengkeh

Sifat fisika yang juga dianalisa sebagai parameter kualitas minyak cengkeh adalah indeks bias minyak. Faktor yang mempengaruhi nilai indeks bias yaitu kandungan air dalam

minyak tersebut. Semakin banyak kandungan air dalam minyak, maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Hal ini disebabkan karena sifat dari air yang mudah untuk membiaskan cahaya yang datang. Minyak atsiri dengan harga indeks bias yang besar memiliki kualitas lebih baik dibandingkan minyak dengan indeks bias kecil (Guenther 1987).

Tabel 4. Indeks Bias Minyak Cengkeh

Pelarut	Rasio*	Waktu (jam)	Indeks Bias
Etanol	1:10	3	1,47146
		6	1,47366
		9	1,45806
	1:5	6	1,44606
		6	1,48706
		6	1,48706

Pengukuran indeks bias dilakukan dengan menggunakan refraktometer. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-2387-2006) untuk mutu minyak cengkeh yang baik, rentang harga indeks bias yaitu berkisar antara 1,528-1,535 pada suhu 20°C. Tabel 4 menunjukkan indeks bias minyak cengkeh pada variabel yang diujikan. Menurut hasil analisa diperoleh harga indeks bias terendah yaitu 1,3952 pada waktu 6 jam dan tertinggi 1,4714 pada waktu 3 jam dengan pelarut etanol. Sedangkan indeks bias terhadap rasio bahan baku dengan etanol diperoleh harga indeks bias terendah yaitu 1,4460 pada rasio 1:5 dan tertinggi 1,4870 pada rasio 1:15. Jika dibandingkan dengan rentang indeks bias SNI minyak cengkeh, maka harga indeks bias minyak yang dihasilkan semuanya tidak memenuhi SNI.

Terdapat beberapa hasil penelitian mengenai indeks bias minyak cengkeh antara lain pada penelitian (Nuryoto et al. 2011) dihasilkan nilai indeks bias sekitar 1,5195-1,5210 dengan metode penyulingan uap dengan tekanan 1,5 bar sedangkan pada percobaan yang telah dilakukan (Prianto et al. 2013) didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,5356.

Waktu proses yang semakin lama akan meningkatkan nilai indeks bias, hal ini

disebabkan karena semakin lama waktu proses ekstraksi, maka semakin banyak komponen fraksi berat yang terekstraksi sehingga indeks bias minyak semakin besar (Irawan 2010). Indeks bias dipengaruhi oleh panjang rantai karbon dan jumlah ikatan rangkap. Kenaikan nilai indeks bias menunjukkan peningkatan panjang rantai karbon, dan jumlah ikatan rangkap. Dengan demikian peningkatan nilai indeks bias mengindikasikan peningkatan komponen-komponen senyawa kimia yang memiliki susunan rantai karbon panjang atau ikatan rangkap yang banyak (Nuryoto et al. 2011). Nilai indeks bias minyak cengkeh yang diperoleh dari percobaan memiliki nilai indeks bias yang lebih rendah dibandingkan dengan indeks bias standar. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi menggunakan pelarut etanol dan n-heksana belum mampu mengekstrak komponen-komponen yang lebih berat. Selaras dengan nilai densitas yang juga masih rendah dengan standarnya.

e. Komponen dan Komposisi Minyak Cengkeh

Minyak atsiri cengkeh mengandung beberapa jenis komponen kimia yang menjadi komponen penyusun minyak tersebut. Komponen kimia penyusun minyak akan memberikan sifat khas yang menjadi ciri suatu minyak atsiri. Aroma minyak atsiri dibentuk oleh seluruh komponen kimia penyusunnya, baik komponen utama maupun komponen minor. Perbedaan komposisi penyusun minyak atsiri menjadikan masing – masing minyak memiliki aroma dan warna yang berbeda.

Dalam penelitian ini analisa komponen kimia penyusun minyak atsiri hasil ekstraksi dilakukan dengan metode gas kromatografi (GC-MS). Data spektrometri massa dari GC-MS menunjukkan massa molekul masing-masing senyawa beserta pola fragmentasinya. Senyawa-senyawa penyusun minyak atsiri tersebut diinterpretasikan berdasarkan pola fragmentasi dan persen kemiripan dengan *Data Base* (>90%). Untuk mengetahui kualitas minyak cengkeh berdasarkan komposisi kimia penyusunnya dapat digunakan SNI No. 06-2387-2006 sebagai patokan. Dalam standar

tersebut dinyatakan bahwa kandungan eugenol minimum sama dengan 78%.

Tabel 5 menyajikan data yang diperoleh dari hasil uji GCMS yaitu komposisi minyak cengkeh yang diekstrak menggunakan pelarut etanol dan n-heksana. Ada lima komponen yang berhasil diidentifikasi. Ditunjukkan bahwa komposisi kimia minyak cengkeh untuk metode ekstraksi dengan pelarut etanol pada variasi waktu 3 dan 9 jam yaitu komponen tertinggi adalah eugenol sebesar 87,18%. Penambahan waktu ekstraksi tidak mempengaruhi persentasi eugenol dalam minyak. Selain eugenol juga terdapat beberapa komponen lainnya yaitu β – caryophyllene, trans-ocimene, eugenol acetate dan patchoulane. Namun pada variasi waktu 6 jam tidak terdapat komponen patchoulane. Dengan demikian untuk komponen eugenol yang dihasilkan dalam percobaan ini dengan metode ekstraksi pelarut etanol variasi waktu 3 jam dan 9 jam telah memenuhi SNI No.06-2387-2006 dengan kandungan eugenol minimum 78 % dan pada percobaan ini dihasilkan eugenol sebesar 87,18 %.

Tabel 5. Komposisi minyak Cengkeh

Komponen	Komposisi (%)		
	Etanol	n-heksana	
	3 jam	9 jam	9 jam
Eugenol	87,18	87,18	76,30
β-Caryophyllene	7,97	8,76	14,77
Trans-ocimene	1,05	1,21	2,11
Eugenol Acetate	3,21	2,85	5,90
Patchoulane	0,49	-	1,21
Total	100	100	100

Dengan menggunakan pelarut n-heksana, teridentifikasi bahwa komposisi tertinggi komponen dalam minyak cengkeh dengan adalah eugenol sebesar 76,30%. Selain eugenol juga terdapat komponen komponen yang sama dengan minyak cengkeh yang diekstrak dengan etanol. Perbedaan jumlah kandungan eugenol dalam minyak yang diperoleh dengan

jenis pelarut yang berbeda mungkin disebabkan oleh kemampuan pelarut dalam melarutkan tiap-tiap komponen yang ada dalam bunga cengkeh.

Wenqiang dkk. melaporkan bahwa metode isolasi minyak atsiri mempengaruhi jumlah komponen yang ada dalam minyak cengkeh, sedangkan jumlah kandungan eugenol dan β -Caryophyllene dalam minyak cengkeh tidak begitu signifikan perbedaannya (Wenqiang & Shufen 2007). Dengan metode distilasi uap diperoleh persentasi tertinggi eugenol (61,2%), disusul dengan metode ekstraksi super kritis (SFE) menggunakan CO₂ (58,8%), lalu distilasi air (50,3%) dan terakhir ekstraksi dengan pelarut etanol (30,8%). Kandungan eugenol acetate tertinggi diperoleh dengan metode SFE, sekitar 20%, sedangkan metode lainnya pada kisaran kurang dari 10%.

4. SIMPULAN

Ekstraksi minyak bunga cengkeh dengan menggunakan pelarut etanol dan n-heksana telah dilakukan. Pengaruh waktu ekstraksi dan juga perbandingan jumlah bunga cengkeh dan jumlah pelarut juga dipelajari. Dengan menggunakan etanol sebagai pelarut, besarnya rendemen minyak bunga cengkeh dipengaruhi oleh lamanya ekstraksi dan perbandingan massa bunga cengkeh dan pelarut. Sementara itu kinerja n-heksana sebagai pelarut juga dipengaruhi oleh waktu ekstraksi. Karakteristik bobot jenis atau densitas dan indeks bias minyak yang dihasilkan lebih rendah dari standar mutu yang ditetapkan, sehingga menjadi tantangan yang perlu ditentukan solusinya. Kadar eugenol dalam minyak cengkeh hasil ekstraksi dengan etanol lebih tinggi dibandingkan dengan n-heksana, sebaliknya kandungan β -Caryophyllene lebih rendah. Etanol dan n-heksana menunjukkan pelarut yang baik untuk ekstraksi minyak bunga cengkeh, meskipun variabel proses yang lain masih perlu diinvestigasi kondisinya.

5. REFERENSI

- Guenther, E., 1987. *Minyak Atsiri Jilid 1*, Universitas Indonesia.

Guenther, E., 1990. *Minyak Atsiri Jilid 3*, Universitas Indonesia.

Hadi, S., 2012. Pengambilan Minyak Bunga Cengkeh (Clove Oil) Menggunakan Pelarut n-Heksana dan Bnezena. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1(2), pp.25–30.

Huang, Y. et al., 2002. Insecticidal properties of eugenol , isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch . (Coleoptera : Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae). *Journal of Stored Product Research*, 38, pp.403–412.

Irawan, T.A.B., 2010. *Peningkatan Mutu Minyak Nilam dengan Ekstraksi dan Destilasi pada Berbagai Komposisi Pelarut*. Universitas Diponegoro.

Kim, H.M. et al., 1998. Effect of *Syzygium aromaticum* extract on immediate hypersensitivity in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 60(4), pp.125–131.

Listyoarti, F.A., Nilatari, L.L. & Prihatini, P., 2013. pemanfaatan Microwave terhadap Jumlah Rendemenserta Mutu Minyak Daun Cengkeh. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), pp.39–43.

Munawaroh, S. & Handayani, P.A., 2010. Ekstraksi Minyak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C.) Dengan Pelarut Etanol dan N-Heksana. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 2(1), pp.73–78.

Nuryoto, Jayanudin & Hartono, R., 2011. Karakterisasi Minyak Atsiri dari Limbah Daun Cengkeh. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan."* pp. C07–1.

Porta, G. Della et al., 1998. Isolation of Clove Bud and Star Anise Essential Oil by Supercritical CO₂ Extraction. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.*, 31, pp.454–460.

Prianto, H., Retnowati, R. & Juswono, U.P., 2013. Isolasi dan karakterisasi dari minyak bunga cengkeh (. *Kimia Student Journal*, 1(2), pp.269–275.

- Velluti, A. et al., 2003. Inhibitory effect of cinnamon, clove, lemongrass, oregano and palmarose essential oils on growth and fumonisin B₁ production by *Fusarium proliferatum* in maize grain. *International Journal of Food Microbiology*, 89, pp.145–154.
- Wenqiang, G. & Shufen, L., 2007. Food Chemistry Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry*, 101, pp.1558–1564.