


## Identification of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Clove and Moringa Tea and their Antioxidant Activities using the DPPH Method

Sri Anggini Wahyuningsih <sup>✉</sup>, Sudarmin<sup>1</sup>, Nanik Wijayati<sup>1</sup>, Neli Syahida Ni'ma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Diterima : 05-09-2024

Disetujui : 24-10-2024

Dipublikasikan : 25-11-2024

### Keywords:

Aktivitas antioksidan

Senyawa volatil

Teh cengkeh

Teh kelor

### Abstrak

Senyawa volatil merupakan dasar dari suatu aroma dan termasuk dalam metabolit sekunder yang diproduksi tumbuhan dan bersifat mudah menguap. Beberapa metabolit sekunder yang terkandung didalam tumbuhan memiliki aktivitas farmakologis salah satunya yaitu sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa volatil dan menguji aktivitas antioksidan teh cengkeh dan kelor yang diekstrak dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Hasil identifikasi senyawa volatil menggunakan GC-MS pada teh cengkeh dan kelor masing-masing terdeteksi 6 puncak senyawa kimia. Hasil uji senyawa volatil dengan FTIR pada kedua sampel terdeteksi adanya gugus O-H fenolik, C-H, C=O, dan C-O alkohol. Pada teh cengkeh terdapat tambahan gugus C-H aromatik. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menggunakan spektrofotometri UV-Vis dideteksi pada panjang gelombang 517 nm. Hasil IC<sub>50</sub> pada uji antioksidan pada teh cengkeh dan kelor masing-masing yaitu 11,63 µg/mL dan 34,40 µg/mL.

### Abstract

Volatile compounds are the basis of an aroma and are included in secondary metabolites produced by plants and are volatile. Several secondary metabolites contained in plants have pharmacological activities, one of which is as an antioxidant. This research aims to identify volatile compounds and test the antioxidant activity of clove and moringa tea extracted by the maceration method using 96% ethanol solvent. The results of the identification of volatile compounds using GC-MS in clove and moringa tea each detected 6 peaks of chemical compounds. The results of the volatile compound test using FTIR on the two samples detected the presence of phenolic O-H, C-H, C=O, and C-O alcohol groups. Clove tea contains additional aromatic C-H groups. Antioxidant activity test using the DPPH method using UV-Vis spectrophotometry was detected at a wavelength of 517 nm. The IC<sub>50</sub> results in the antioxidant test on clove and moringa tea were 11,63 µg/mL and 34,40 µg/mL respectively.

## Pendahuluan

Senyawa volatil merupakan senyawa mudah menguap dalam suhu ruang dan dasar dari suatu aroma (Yang *et al.*, 2013). Kandungan senyawa volatil yang beragam pada tanaman memberikan aroma yang khas pada setiap jenis teh herbal. Teh herbal cengkeh mengandung senyawa kimia yaitu eugenol dan *caryophyllene* (Haro-González *et al.*, 2021), sedangkan teh kelor mengandung senyawa asam heksadekanat (Hidayati and Syahnandiaratri, 2018). Senyawa kimia tersebut diduga memberikan aroma yang khas pada teh cengkeh dan kelor.

Selain dikenal sebagai dasar dari suatu aroma, senyawa volatil termasuk metabolit sekunder yang diproduksi oleh suatu tanaman/tumbuhan dengan sifat mudah menguap (Masriany *et al.*, 2020). Senyawa metabolit sekunder yang umum ada pada tanaman diantaranya yaitu alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tanin. Adanya senyawa fenolik, yaitu flavonoid dan tanin, membuat suatu tanaman memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan dapat dikatakan mempunyai kemampuan untuk mencegah reaksi radikal bebas.

Radikal bebas merupakan molekul yang sangat reaktif dan tidak stabil karena hanya memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluar. Antioksidan berperan penting dalam kesehatan tubuh. Jika jumlah radikal bebas lebih banyak dibandingkan antioksidan yang diproduksi tubuh (endogen) dapat menyebabkan stress oksidatif. Hal tersebut menimbulkan penyakit kronis dan degeneratif seperti kanker, gangguan autoimun, jantung, penuaan dini, dan neurodegeneratif (Esati *et al.*, 2022).

Dalam upaya memenuhi antioksidan dalam tubuh jika jumlah radikal bebas dan antioksidan tidak seimbang yaitu dengan mengkonsumsi makanan ataupun minuman yang kaya antioksidan. Teh herbal dari tanaman/tumbuhan kaya antioksidan dapat dikonsumsi untuk memenuhi antioksidan dalam tubuh. Adanya kandungan senyawa metabolit sekunder fenolik pada cengkeh dan kelor mendukung aktivitas antioksidan pada kedua tanaman tersebut (Taher *et al.*, 2018; Riskianto *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa volatil dalam teh cengkeh dan kelor yang dianalisis menggunakan GC-MS dan FTIR. Selain itu, dilakukan uji aktivitas antioksidan kedua tanaman yang diekstraksi dengan metode maserasi dan di uji dengan metode DPPH.

## Metode

### Ekstraksi maserasi

Sampel teh ditimbang dan di maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Sampel yang digunakan dalam penelitian yaitu 97 gram untuk teh cengkeh dan 100 gram untuk teh kelor. pelarut etanol 96% ditambahkan ke dalam wadah maserasi sampai teh terendam oleh pelarut. Perendaman dilakukan selama 1 hari kemudian di saring dan filtrat di simpan. Residu atau ampas di remaserasi dengan perlakuan yang sama. Filtrat hasil maserasi dijadikan satu kemudian di evaporasi menggunakan rotary evaporator. Total waktu ekstraksi maserasi yaitu 2×24 jam.

### Uji fitokimia

Uji fitokimia yang dilakukan meliputi uji alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tanin. Uji alkaloid dilakukan menggunakan pereaksi dragendorff. Beberapa tetes pereaksi dragendorff direaksikan dengan sampel. Hasil positif mengandung alkaloid jika terbentuk endapan jingga.

Uji flavonoid dilakukan dengan mereaksikan sampel dengan serbuk magnesium dan larutan HCl pekat. Hasil positif flavonoid jika warna larutan menjadi merah, kuning atau jingga.

Uji terpenoid dan steroid dilakukan dengan mereaksikan sampel dan beberapa tetes pereaksi Lieberman-Buchard (asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat). Sampel positif mengandung terpenoid jika larutan berubah warna menjadi merah/ungu, namun jika warna larutan berubah menjadi biru/hijau menunjukkan sampel positif mengandung steroid.

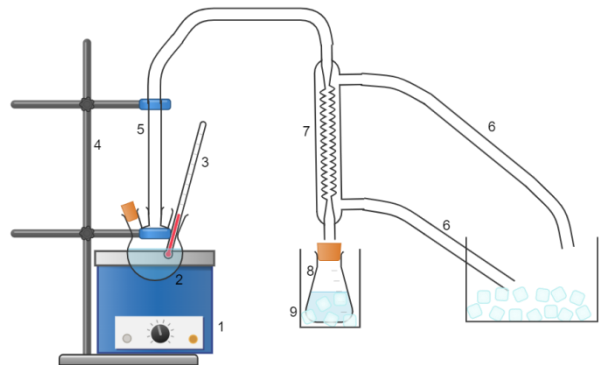
Uji saponin dilakukan dengan menambahkan air kedalam tabung reaksi yang berisi sampel dengan perbandingan 1:1. Tabung reaksi tersebut dikocok selama 10 detik kemudian diamati. Sampel positif mengandung saponin jika terbentuk buih setelah diberi perlakuan.

Uji tanin dilakukan dengan mereaksikan sampel dengan larutan FeCl<sub>3</sub> 1% yang ditambahkan setetes demi setetes. Sampel positif mengandung tanin jika menghasilkan warna hijau kehitaman atau biru kehitaman.

### Identifikasi *volatile organic compounds* (VOC)

Identifikasi senyawa volatil dilakukan menggunakan alat tracer desain Sudarmin. Alat disusun seperti pada Gambar 1. Simplisia sampel teh dimasukkan ke labu alas bulat leher dua dan ditambah dengan pelarut etanol 20% kemudian dipanaskan menggunakan heating mantle. Hasil distilasi akan tertampung di

erlenmeyer yang berisi aseton dan terendam es batu. Distilat sampel dianalisis menggunakan GC-MS (Shimadzu GCMS-2010 Plus) dan FTIR (PerkinElmer Spotlight 200 FTIR).



**Gambar 1.** Desain penyusunan alat *tracer* VOC

### Uji aktivitas antioksidan

Larutan induk sampel dibuat pada konsentrasi 500 ppm dan diencerkan untuk larutan uji sampel pada konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ppm. Larutan vitamin C disiapkan pada konsentrasi 10 ppm dan diencerkan pada konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ppm. Larutan DPPH dibuat pada konsentrasi 100 ppm dan diencerkan hingga konsentrasi 40 ppm.

Uji antioksidan dilakukan pada setiap variasi konsentrasi larutan uji sampel dan larutan vitamin C. Pengenceran dilakukan langsung di dalam microplate reader menggunakan pelarut metanol pa. Larutan uji sampel 100 ppm, larutan vitamin C 10 ppm, pelarut metanol pa disiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengenceran di microplate reader. Setelah pengenceran larutan selesai, 100  $\mu$ L larutan DPPH 40 ppm ditambahkan ke setiap larutan uji sampel dan larutan vitamin C yang sudah diencerkan. Inkubasi dilakukan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimal 517 nm. Blanko yang digunakan yaitu larutan DPPH (Tristantini *et al.*, 2016).

## Hasil dan Pembahasan

### Isolasi senyawa

Isolasi senyawa pada sampel dilakukan dengan metode ekstraksi dingin yaitu maserasi. Ekstraksi maserasi dipilih karena pengerjaannya sederhana, mudah, dan tidak membutuhkan kalor/panas. Maserasi sampel teh dilakukan dengan merendam sampel menggunakan pelarut etanol 96% selama 2 $\times$ 24 jam. Etanol diketahui memiliki kemampuan untuk menarik zat aktif dalam sampel. Selain itu, kelebihan etanol yaitu dapat bercampur dengan air, bersifat netral, memiliki titik didih rendah, dan dapat menghambat pertumbuhan kuman dengan konsentrasi 20% keatas (Rizqiana *et al.*, 2023). Proses remaserasi dilakukan dengan tujuan untuk memaksimalkan penarikan komponen organik sehingga senyawa-senyawa aktif dalam sampel dapat terlarut dengan lebih baik (Meigaria, Mudianta and Martiningsih, 2016). Ekstrak hasil maserasi kemudian dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* sehingga dihasilkan ekstrak kental. Hasil rendemen ekstrak teh cengkeh dan kelor disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai rendemen sampel

Sampel teh	Berat Sampel Kering (g)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (%)
Cengkeh	97	6,0282	6,21
Kelor	100	7,7499	7,75

### Uji fitokimia

Ekstrak kental hasil maserasi diuji fitokimia yang meliputi uji alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tanin. Uji fitokimia dilakukan sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel. Hasil uji fitokimia sampel teh disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji fitokimia

Uji Fitokimia	Pereaksi/metode	Sampel Teh	
		Cengkeh	Kelor
Alkaloid	Pereaksi dragendorff	+++	++
Flavonoid	HCl 1% + serbuk Mg	+	-
Tanin	FeCl <sub>3</sub> 1%	+++	+
Terpenoid	Pereaksi Lieberman-bouchard	+	-
Steroid		-	++
Saponin	Aquades + dikocok	++	-

Terdapat perbedaan hasil uji fitokimia penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Teh cengkeh pada penelitian ini tidak terdeteksi senyawa steroid, sedangkan pada penelitian Taher *et al.*, (2018) dan Ramadhani *et al.* (2020) terdeteksi senyawa tersebut. Pada penelitian Meigaria *et al.* (2016), Putra *et al.* (2016), dan Riskianto *et al.* (2021) terdeteksi senyawa flavonoid pada sampel daun kelor yang ditelitinya.

Perbedaan hasil uji fitokimia antara penelitian ini dan sebelumnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti letak geografis atau tempat tumbuh tanaman yang berbeda. Kondisi iklim dan kesuburan tanah dapat menyebabkan perbedaan kandungan kimia dalam tanaman tersebut. Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh kadar senyawa metabolit sekunder tertentu yang terlalu sedikit, sehingga sulit untuk diamati dengan penglihatan secara langsung (Sudarmin, Sumarni and Diliarosta, 2022). Faktor genetik atau sumber benih yang berbeda juga dapat mempengaruhi kandungan senyawa dalam tanaman sehingga mempengaruhi hasil uji fitokimia (Tukiran *et al.*, 2020).

#### Identifikasi VOC dengan alat *tracer* desain Sudarmin

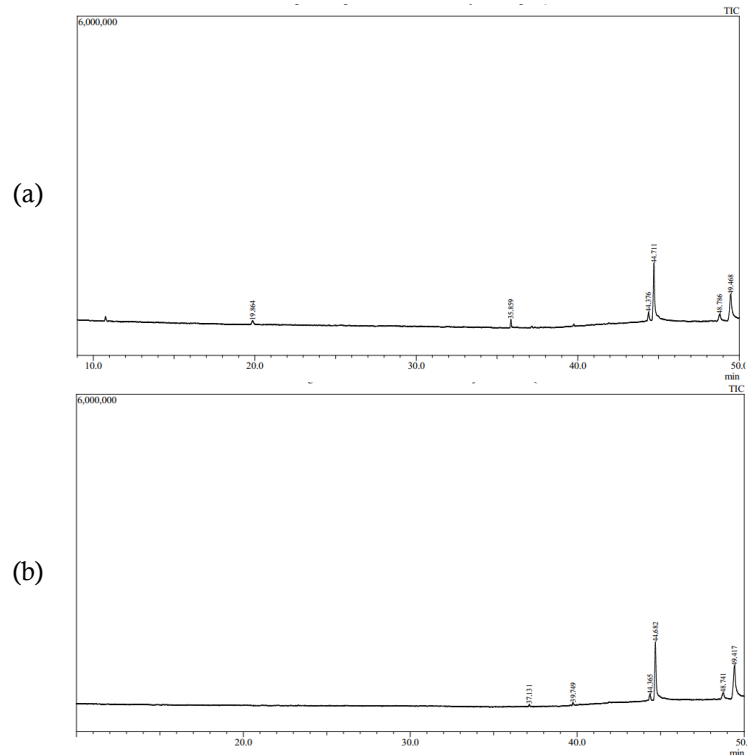
Identifikasi VOC dilakukan menggunakan alat *tracer* desain Sudarmin. Susunan alat disajikan pada Gambar 1. Pemasangan tiap bagian alat tersebut dilumasi dengan vaselin untuk merekatkan alat satu dengan yang lain. Selain itu juga untuk mencegah udara dari luar tidak masuk ke dalam ataupun sebaliknya.

Mekanisme kerja dari alat *tracer* ini sama dengan distilasi. Uap dari larutan sampel hasil pemanasan dengan *heating mantle* akan naik ke pipa penghubung. Setelah itu, uap akan turun ke kondensor dan berubah wujud menjadi cair. Cairan tersebut akan masuk ke erlenmeyer dibawah kondensor yang berisi aseton. Erlenmeyer tersebut disimpan didalam gelas beaker berisi es batu dengan tujuan untuk menjaga suhu aseton dan senyawa volatil sampel sehingga tidak mudah menguap. Distilat yang didapatkan tidak berwarna atau bening. Distilat kemudian dipindahkan ke dalam vial yang dilapisi aluminium foil dan disimpan di lemari es. Setelah itu, sampel di analisis menggunakan GC-MS dan FTIR.

#### Hasil analisis GC-MS teh cengkeh dan kelor

Hasil analisis GC-MS teh cengkeh terdeteksi 6 puncak senyawa kimia yang terkandung didalam sampel. Kromatogram hasil analisis teh cengkeh (Gambar 2a) terdeteksi senyawa trans-caryophyllene (1,82%), Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-(CAS) Eugenol (4,11%), Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanadyl ester (6,63%), Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid (48,41%), 9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid (6,92%), dan 9-Hexadecenoic acid (CAS) (32,11%). Terdeteksinya senyawa eugenol dan caryophyllene sesuai dengan penelitian Alawiyah *et al.* (2019). Senyawa asam oleat (6,92%) yang terdeteksi sesuai dengan hasil dari penelitian Fayemiwo *et al.* (2014) yang mendeteksi senyawa tersebut dengan persen area sebesar 0,56%. Terdeteksinya senyawa asam heksadekanoat dalam sampel cengkeh diduga disebabkan oleh adanya pengotor atau human error pada saat pengambilan sampel VOC. Sehingga senyawa pada sampel sebelumnya yang masih tertinggal di dalam alat *tracer* VOC bercampur dengan sampel teh cengkeh.

Kromatogram hasil analisis teh kelor (Gambar 2b) menunjukkan adanya 6 puncak senyawa kimia dalam sampel. Senyawa kimia yang terkandung didalam teh kelor yaitu Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) methyl palmitate (0,92%), 13-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) methyl octadec-13-enoate (1,86%), Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester (CAS) glycerol 1,3-dihexadecanoat (4,88%), Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid (47,81%), 9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid (5,36%), 9-Hexadecenoic acid (CAS) (29,37%). Senyawa dengan komposisi terbesar dalam sampel yaitu asam heksadekanoat (asam palmitat) dengan tingkat kesamaan (SI) sebesar 94. Asam heksadekanoat (metil palmitat) yang terdeteksi pada menit ke 37,131 (0,92%) sesuai dengan penelitian Salimi *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa minyak kelor yang di analisisnya terdeteksi senyawa tersebut pada waktu retensi 36,506 (8,52%). Asam 9-heksadesenoat (metil palmitoleat) yang terdeteksi sesuai dengan penelitian Salimi *et al.* (2019). Keenam senyawa kimia yang terdeteksi diketahui termasuk dalam golongan asam lemak jenuh.

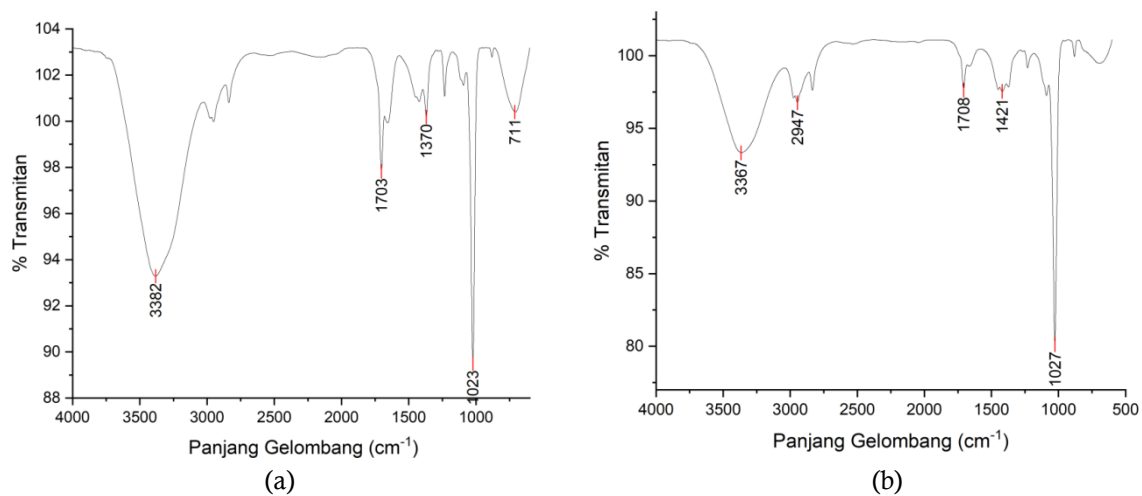


**Gambar 2.** Kromatogram GC-MS (a) teh cengkeh dan (b) teh kelor

#### Hasil analisis FTIR teh cengkeh dan kelor

Hasil analisis gugus fungsi pada sampel teh cengkeh (Gambar 3a) menunjukkan adanya 5 serapan gugus fungsi. Pita yang lebar pada bilangan gelombang  $3382\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H) dari alkohol (Mohammed, Abdulkadhim and Noori, 2016). Pada bilangan gelombang  $1703\text{ cm}^{-1}$  diduga merupakan gugus aromatik keton C=O atau ester C-O (Mohammed, Abdulkadhim and Noori, 2016). Pada bilangan gelombang  $1370\text{ cm}^{-1}$  diduga merupakan gugus C-H metil (Tambe and Gotmare, 2022). Gugus C-O eter pada bilangan gelombang  $1023\text{ cm}^{-1}$  (Alimuddin *et al.*, 2013; Tambe and Gotmare, 2022). Pada bilangan gelombang  $711\text{ cm}^{-1}$  diduga merupakan gugus C-H aromatik (Creswell, Runquist and Campbell, 1982).

Pada sampel teh kelor terdeteksi adanya 5 serapan gugus fungsi (Gambar 3b). Pada bilangan gelombang  $3367\text{ cm}^{-1}$  diduga regang OH alkohol. Pada bilangan gelombang  $2947\text{ cm}^{-1}$  diduga merupakan regang C-H $sp^3$  (Creswell, Runquist and Campbell, 1982; Khalid *et al.*, 2023). Pada bilangan gelombang  $1708\text{ cm}^{-1}$  diduga gugus C=O dari senyawa asam. Pada bilangan gelombang  $1421\text{ cm}^{-1}$  dan  $1027\text{ cm}^{-1}$  diduga merupakan lentur C-H (-CH $_3$ ) (Creswell, Runquist and Campbell, 1982).

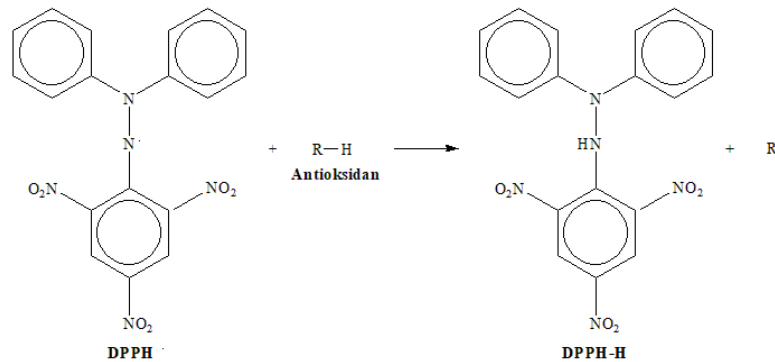


**Gambar 3.** Spektrum FTIR (a) teh cengkeh dan (b) teh kelor

#### Uji aktivitas antioksidan

Metode yang digunakan yaitu DPPH. DPPH merupakan senyawa radikal yang stabil. Kelebihan metode ini yaitu pengerjaannya sederhana, peka, cepat, dan hanya memerlukan sedikit sampel (Rizqiana *et*

*al.*, 2023). Prinsip kerja metode DPPH yaitu senyawa antioksidan dalam sampel akan mereduksi DPPH yang dapat diamati pada perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Hal ini terjadi karena elektron dari senyawa radikal (DPPH) telah berpasangan dengan hidrogen dari senyawa penangkal radikal bebas.



**Gambar 4.** Reaksi DPPH dengan senyawa antioksidan

Ekstrak kental ditimbang sesuai kebutuhan untuk membuat larutan induk sampel. Pembuatan maupun pengenceran larutan dalam uji aktivitas antioksidan menggunakan pelarut metanol pa. Larutan DPPH 40 ppm ditambahkan pada setiap variasi konsentrasi setelah pengenceran. Hasil reaksi sampel dan larutan DPPH di analisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm untuk mengetahui absorbansi larutan. Data uji aktivitas antioksidan disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Data perolehan persen inhibisi dari masing-masing sampel

Sampel	Konsentrasi (ppm)	% inhibisi	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
Teh cengkeh	20	58,586	11,63
	40	77,273	
	60	85,859	
	80	87,374	
	100	90,909	
Teh kelor	20	22,018	34,40
	40	55,963	
	60	87,156	
	80	92,661	
	100	79,817	
Vitamin C	2	23,786	3,42
	4	55,583	
	6	81,553	
	8	91,990	
	10	93,447	

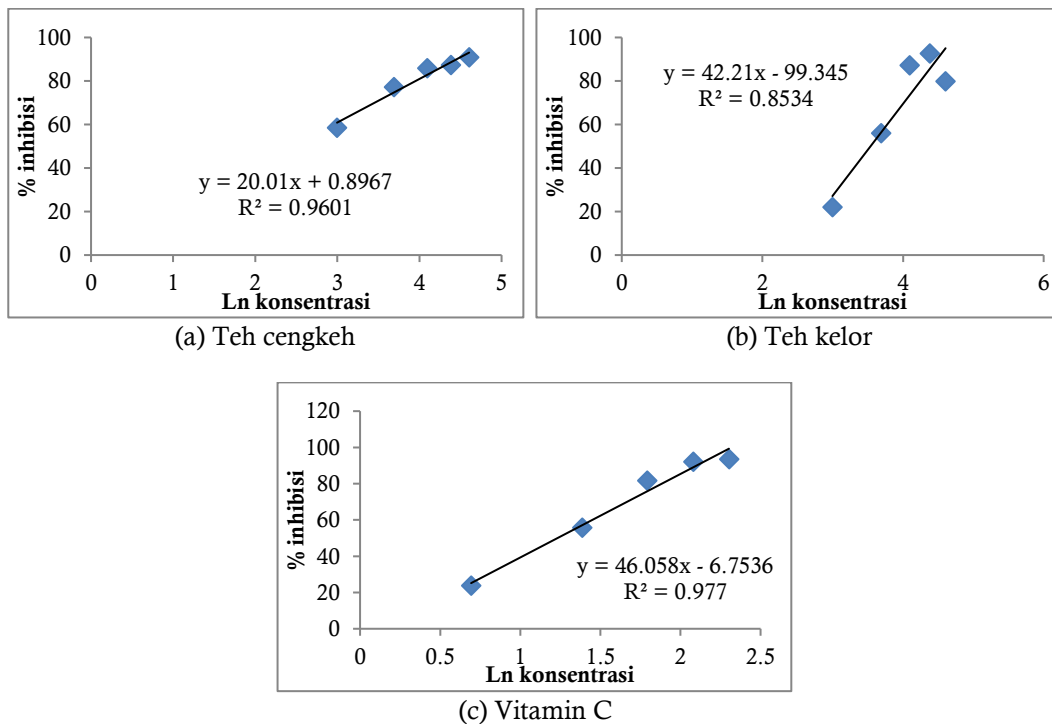
Persen inhibisi berbanding terbalik dengan absorbansi. Semakin kecil absorbansi maka semakin besar persen inhibisi yang diperoleh. Kenaikan maupun penurunan absorbansi sampel disebabkan oleh konsentrasi dari sampel tersebut. Sehingga dapat diartikan bahwa semakin besar konsentrasi sampel maka semakin kecil absorbansi dan semakin besar persen inhibisinya.

Persen inhibisi yang didapatkan digunakan untuk membuat kurva yang disajikan pada Gambar 5. Persamaan regresi linear kedua sampel yang didapatkan dari kurva digunakan dalam perhitungan aktivitas antioksidan (nilai IC<sub>50</sub>). Nilai IC<sub>50</sub> merupakan konsentrasi efektif yang dibutuhkan sampel untuk meredakan 50% dari DPPH. Aktivitas antioksidan suatu sampel termasuk dalam kategori sangat kuat jika IC<sub>50</sub> < 50 ppm, kuat jika IC<sub>50</sub> = 50 – 100 ppm, sedang jika IC<sub>50</sub> = 100 – 150 ppm, dan lemah jika IC<sub>50</sub> > 150 ppm (Alawiyah *et al.*, 2019). Hasil perhitungan nilai IC<sub>50</sub> disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai IC<sub>50</sub> sampel

Sampel	Nilai IC <sub>50</sub> (µg/mL)	Kategori antioksidan
--------	--------------------------------	----------------------

Teh cengkeh	11,63	Sangat kuat
Teh kelor	34,40	Sangat kuat
Vitamin C	3,42	Sangat kuat



**Gambar 5.** Kurva hubungan antara Ln konsentrasi dan %inhibisi dari (a) teh cengkeh, (b) teh kelor dan (c) vitamin C

Hasil uji antioksidan teh cengkeh menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang masuk dalam kategori sangat kuat dengan nilai  $IC_{50} = 11,63 \mu\text{g/mL}$ . Sampel teh cengkeh dapat menghambat 50% radikal bebas DPPH dengan konsentrasi  $11,63 \mu\text{g/mL}$ . Penelitian Alawiyah *et al.* (2019) pada sampel cengkeh didapatkan nilai  $IC_{50}$  sebesar  $8,224 \mu\text{g/mL}$ . Penelitian Faoziah (2019) serta Aklimah & Ekayanti (2022) didapatkan  $IC_{50}$  masing-masing sebesar  $4,65 \mu\text{g/mL}$  dan  $3,026 \mu\text{g/mL}$ .

Hasil perhitungan nilai  $IC_{50}$  pada sampel teh kelor dari persamaan linear yaitu  $34,40 \mu\text{g/mL}$ . Nilai  $IC_{50}$  teh kelor termasuk dalam kategori sangat kuat. Penelitian Riskianto *et al.* (2021) aktivitas antioksidan pada ekstrak daun kelor hasil maserasi dengan etanol 70% menghasilkan  $IC_{50} = 50,595 \mu\text{g/mL}$ . Sedangkan pada penelitian Tukiran *et al.* (2020) didapatkan  $IC_{50} = 122,742 \mu\text{g/mL}$  pada ekstrak daun kelor dengan pelarut *aqua steril pro-injection*. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, dapat dikatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil pengujian yaitu pelarut yang digunakan. Pada penelitian ini ekstrak teh kelor dengan konsentrasi  $34,40 \mu\text{g/mL}$  dapat meredam 50% radikal bebas DPPH.

Vitamin C yang digunakan sebagai kontrol memiliki nilai  $IC_{50} = 3,42 \mu\text{g/mL}$ . Nilai  $IC_{50}$  vitamin C termasuk dalam kategori sangat kuat. Kadar vitamin C yang dibutuhkan untuk meredam 50% radikal bebas DPPH yaitu sebesar  $3,42 \mu\text{g/mL}$ . Urutan aktivitas antioksidan sampel dari yang terkuat yaitu teh cengkeh ( $11,63 \mu\text{g/mL}$ ) kemudian teh kelor ( $34,40 \mu\text{g/mL}$ ). Perbedaan kekuatan aktivitas antioksidan pada sampel didukung dengan hasil uji fitokimia pada senyawa metabolit sekunder yang dilakukan. Senyawa flavonoid dan tanin yang telah diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan juga didukung oleh senyawa metabolit sekunder lain yang terdeteksi dalam sampel.

## Simpulan

Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa senyawa volatil yang terkandung dalam sampel teh cengkeh yaitu trans-caryophyllene, eugenol, dan asam oleat. Sedangkan pada teh kelor terkandung senyawa asam heksadekanoat. Hasil analisis gugus fungsi pada kedua sampel menunjukkan adanya gugus O-H, C-H, C=O dan C-O. Pada sampel teh cengkeh terdeteksi gugus C-H aromatik. Hasil uji aktivitas antioksidan pada sampel menunjukkan bahwa sampel teh cengkeh memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan teh kelor. Hal tersebut didukung dengan hasil uji fitokimia pada penelitian ini dan senyawa kimia yang terdeteksi.

## Daftar Referensi



- Aklimah, M. and Ekayanti, M. (2022) 'Analisis Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol *Syzygium aromaticum* dan *Syzygium polyanthum*', *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 10(2), pp. 11–14. doi: 10.37304/jkupr.v10i2.5536.
- Alawiyah, A. L. *et al.* (2019) 'Antioxidant activity of volatile compounds from *Syzygium aromaticum* (L.) leaves', *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5). doi: 10.1088/1742-6596/1402/5/055038.
- Alimuddin, A. H. *et al.* (2013) 'Pemanfaatan Minyak Daun Cengkeh untuk Sintesis 3, 4-dimetoksibenzil Sianida sebagai Bahan Dasar Sintesis Isoflavon', *Jurnal Natur Indonesia*, 15(1), pp. 68–74.
- Creswell, C. J., Runquist, O. A. and Campbell, M. M. (1982) *Analisis Spektrum Senyawa Organik*. Edisi keem. Bandung: ITB.
- Esati, N. K., Jawa La, E. O. and Lestari, G. A. D. (2022) 'Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Rosemary (*Rosemarinus officinalis* L.) dengan Metode DPPH dan FRAP serta Pengaplikasiannya sebagai Zat Aktif dalam Losion', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 4(4), pp. 363–369. doi: 10.25026/jsk.v4i4.1129.
- Faoziah, A. (2019) *Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol dan Fraksi Bunga Cengkeh (Syzygium aromaticum L. Merrill dan Perry) Dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)*. Universitas Al-Ghifari.
- Fayemiwo, K. A. *et al.* (2014) 'Larvicidal efficacies and chemical composition of essential oils of *Pinus sylvestris* and *Syzygium aromaticum* against mosquitoes', *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(1), pp. 30–34. doi: 10.1016/S2221-1691(14)60204-5.
- Haro-González, J. N. *et al.* (2021) 'Clove essential oil (*Syzygium aromaticum* l. myrtaceae): Extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health', *Molecules*. doi: 10.3390/molecules26216387.
- Hidayati, N. and Syahnandiaratri, H. (2018) 'Analisis Pengaruh Daya Microwave pada Proses Pengambilan Minyak Atsiri daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE)', in *Simposium Nasional RAPI XVIII*, pp. 124–129.
- Khalid, S. *et al.* (2023) 'Extraction and Quantification of *Moringa oleifera* Leaf Powder Extracts by HPLC and FTIR', *Food Analytical Methods*, 16, pp. 787–797. doi: 10.1007/s12161-023-02470-z.
- Masriany, Sari, A. and Armita, D. (2020) 'Diversitas Senyawa Volatil dari Berbagai Jenis Tanaman Dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama yang Ramah Lingkungan', in *Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19*, pp. 475–481. Available at: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>.
- Meigaria, K. M., Mudianta, I. W. and Martiningsih, N. W. (2016) 'Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa oleifera*)', *Jurnal Wahaya Matematika dan Sains*, 10(2), pp. 1–11.
- Mohammed, K. A. K., Abdulkadhim, H. M. and Noori, S. I. (2016) 'Chemical Composition and Antibacterial Effects of Clove (*Syzygium aromaticum*) Flowers', *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(2), pp. 483–489. doi: <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.502.054>.
- Putra, I. W. D. P., Dharmayudha, A. A. G. O. and Sudimartini, L. M. (2016) 'Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali', *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5), pp. 464–473.
- Ramadhani, A., Saadah, S. and Sogandi, S. (2020) 'Efek Antibakteri Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*', *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 7(2), pp. 203–214. doi: 10.29122/jbbi.v7i2.4146.
- Riskianto, Kamal, S. E. and Aris, M. (2021) 'Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap DPPH', *Jurnal Pro-Life*, 8(2), pp. 168–177.
- Rizqiana, A. *et al.* (2023) 'Indonesian Journal of Chemical Science Analysis of Antioxidant Activity on the Ethanol Extract of Indonesian Tropical Forest Plants', *J. Chem. Sci.*, 12(1), pp. 47–57. Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>.
- Salimi, Y. K., Ischak, N. I. and Ibrahim, Y. (2019) 'Karakterisasi Asam Lemak Hasil Hidrolisis Pada Minyak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Dengan Metode kromatografi Gas-Spektroskopi Massa', *Jambura Journal of Chemistry*, 1(1), pp. 6–14. doi: 10.34312/jambchem.v1i1.2101.



- Sudarmin, Sumarni, W. and Diliarosta, S. (2022) *Model Pembelajaran Inkuiri Terintegrasi etno-STEM Bahan Kajian Metabolit Sekunder Tanaman Bajakah*. Edited by S. Mursiti and Harjono. Insan Cendekia Mandiri.
- Taher, D. M. *et al.* (2018) 'Ekstrak Metanol Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* (L.) Merry & Perry) Varietas Tuni Buru Selatan sebagai Antimalaria', *Acta Veterinaria Indonesiana*, 6(2), pp. 38–47. doi: 10.29244/avi.6.2.38-47.
- Tambe, E. and Gotmare, S. (2022) 'FTIR Analysis and Interpretation Of IR Spectra Of Four Spice Oils Extracted by Hydrodistillation', *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 11(3), pp. 1346–1363. doi: 10.20959/wjpps20223-21368.
- Tristantini, D. *et al.* (2016) 'Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L)', in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, pp. 1–7.
- Tukiran *et al.* (2020) 'Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan Buah Bit (*Beta vulgaris* L.) Sebagai Bahan Tambahan Minuman Spulemen', *Jurnal Kimia Riset*, 5(2), pp. 113–119. doi: 10.20473/jkr.v5i2.22518.
- Yang, Z., Baldermann, S. and Watanabe, N. (2013) 'Recent studies of the volatile compounds in tea', *Food Research International*, 53(2), pp. 585–599. doi: 10.1016/j.foodres.2013.02.011.