



## PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK ATSIRI KAPULAGA (*Elettaria cardamomum*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI DALAM PENINGKATAN STABILITAS OKSIDATIF MINYAK KEDELAI SELAMA PROSES PENYIMPANAN

[Effect of Cardamom Essential Oil (*Elettaria cardamomum*) as a Natural Antioxidant in Enhancing The Oxidative Stability of Soybean Oil during The Storage]

Fitranaya Arlian Cintaya Dewi<sup>1</sup>, Ajeng Dyah Kurniawati<sup>1\*</sup>, Evia Zunita Dwi Pratiwi<sup>1</sup>, Diandra Citra Salsabila<sup>1</sup>, Salimatul Qolbiyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Technology, Telkom University, Jl D.I Panjaitan 128, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia

\*Email: [ajengk@telkomuniversity.ac.id](mailto:ajengk@telkomuniversity.ac.id) (Telp: +6285749563813)

Diterima tanggal 10 Desember 2024

Disetujui tanggal 6 Maret 2025

### ABSTRACT

Oxidation reaction is a major factor contributing to the deterioration and quality degradation of vegetable oils, including soybean oil. Soybean oil is rich in unsaturated fatty acids, particularly polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which increase its susceptibility to oxidation. These oxidation reactions can lead to the formation of radical compounds, toxic substances, and undesirable flavor compounds during the storage of soybean oil. The oxidative deterioration of oils can be effectively prevented by the addition of antioxidant substances. This study examined the impact of adding cardamom essential oil at three concentrations (5%, 10%, and 15%, v/v) on the acid value and peroxide value of soybean oil under various storage times and temperatures. The study focused on evaluating the antioxidant characteristics of cardamom essential oil, including total phenolic, total flavonoid, and free radical scavenging capacity ( $IC_{50}$ ). The results showed that the cardamom essential oil contained  $56.32 \pm 2.04$  mg GAE/g of total phenolic compounds,  $40.10 \pm 11.66$  mg QE/g of total flavonoids, and an  $IC_{50}$  value of 501.37 ppm. The addition of cardamom essential oil at concentrations of 5%, 10%, and 15% significantly enhanced the oxidative stability of soybean oil during storage. However, prolonged storage time and elevated temperatures resulted in increased oxidation levels.

**Keywords:** antioxidants, cardamom oil, oxidative stability, soybean oil, storage.

### ABSTRAK

Reaksi oksidasi merupakan salah satu penyebab utama kerusakan dan penurunan mutu minyak nabati, termasuk minyak kedelai. Minyak kedelai kaya akan asam lemak tak jenuh, terutama PUFA (polyunsaturated fatty acid), yang membuatnya lebih mudah teroksidasi. Reaksi oksidasi ini dapat menghasilkan senyawa yang bersifat radikal, senyawa toksik, dan senyawa pembentuk rasa yang tidak diinginkan (*off-flavour*) dalam minyak kedelai selama penyimpanan. Penurunan kualitas akibat reaksi oksidasi pada minyak ini dapat dicegah dengan penambahan komponen antioksidan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efek penambahan minyak atsiri kapulaga pada tiga konsentrasi berbeda (5%, 10%, dan 15% v/v) terhadap nilai asam dan nilai peroksida minyak kedelai, yang diamati pada berbagai waktu dan suhu penyimpanan. Penelitian ini diawali dengan karakterisasi aktivitas antioksidan minyak atsiri kapulaga, meliputi kandungan fenolik total, kandungan flavonoid total, dan kemampuan penangkal radikal bebas ( $IC_{50}$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kadar senyawa fenolik dalam minyak kapulaga adalah  $56,32 \pm 2,04$  mg GAE/gram; total flavonoid sebesar  $40,10 \pm 11,66$  mg QE/gram; dan nilai  $IC_{50}$  sebesar 501,37 ppm. Penambahan minyak kapulaga sebagai antioksidan alami dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% mampu meningkatkan stabilitas oksidatif minyak kedelai secara signifikan selama penyimpanan. Peningkatan waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan mengakibatkan tingkat oksidasi yang lebih tinggi.

**Kata kunci:** antioksidan, minyak atsiri kapulaga, minyak kedelai, penyimpanan, stabilitas oksidatif.



## PENDAHULUAN

Minyak kedelai adalah salah satu produk pangan yang memiliki kandungan asam lemak tak jenuh rantai panjang (*polyunsaturated fatty acids*) yang memnyebabkannya menjadi mudah rusak akibat adanya reaksi oksidasi. Selama penyimpanan, perubahan yang tidak diinginkan dapat terjadi akibat kondisi penyimpanan yang tidak memadai, seperti: suhu tinggi, kelembaban yang tinggi dan aktivitas air, serta serangan serangga dan jamur, yang akibatnya mengurangi kualitas minyak yang diekstrak. Oleh karena itu, kondisi penyimpanan yang memadai sangat penting untuk menjaga kualitas minyak dan menghindari kerusakan signifikan selama penyimpanan jangka panjang (Husain & Marzuki, 2021).

Minyak kedelai adalah salah satu jenis minyak yang mengandung 85% asam lemak tidak jenuh. Asam lemak pada minyak kedelai bisa mengalami perubahan biokimia dikarenakan adanya hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Perubahan asam lemak ini bisa terjadi pada saat proses penyimpanan apabila suhu dan kelembaban tinggi (Gobel *et al.*, 2022). Menurut Calder dan Burdge (2012) suhu dan kelembaban ruang penyimpanan  $\geq 30$  dan  $\geq 75\%$  dapat menyebabkan perubahan lemak yaitu terjadi peningkatan asam lemak bebas yang membuat kualitas minyak makin menurun. Penurunan kualitas pada minyak goreng disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi yang mengakibatkan terjadinya degradasi dan pembentukan komponen yang tidak diinginkan, seperti golongan aldehid dan keton. Pembentukan senyawa-senyawa hasil oksidasi ini dapat mengakibatkan penurunan kualitas pada minyak seperti adanya bau tengik (*off flavour*), serta juga dapat menyebabkan efek yang buruk bagi kesehatan, seperti atherosclerosis, diabetes, penyakit jantung dan kardiovaskuler (Rahardjo, 2021; Chen, 2020; Yang, 2020).

Untuk mengatasi masalah penurunan kualitas pada minyak goreng karena proses penyimpanan, telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya adalah dengan penambahan zat antioksidan sintetis. Beberapa komponen antioksidan sintetis yang banyak ditambahkan pada minyak goreng untuk mempertahankan kualitasnya, seperti butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), tertiary butylhydroquinone (TBHQ). Penggunaan antioksidan sintetis ini mampu mencegah terjadinya oksidasi pada minyak goreng sehingga kualitas mutu pada minyak goreng mampu dipertahankan. Namun, penggunaan antioksidan sintetis dalam bahan pangan ini memiliki dampak yang buruk bagi kesehatan sehingga penggunaannya pada produk pangan dibatasi (Upadhyay, 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan senyawa antioksidan alami yang dapat mencegah terjadinya oksidasi pada minyak goreng sehingga kualitasnya dapat dipertahankan. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan yaitu dengan penambahan komponen bioaktif dari ekstrak biji bunga matahari dan kulit jeruk (Wang, 2018; Hasanah, 2016). Penambahan ekstrak antioksidan alami pada minyak goreng tersebut tidak hanya mampu meningkatkan stabilitas oksidatif minyak, namun juga dapat meningkatkan penerimaan konsumen terhadap minyak yang ditambahkan ekstrak antioksidan alami tersebut (Chandran, 2017; Wang, 2018).



Kapulaga (*Ellettaria cardamomum* L. maton) termasuk rempah-rempah yang banyak terdapat di Indonesia dan menjadi salah satu komoditas ekspor rempah dunia. Kapulaga adalah tanaman rempah yang digunakan dalam bentuk buah yang kering atau dalam bentuk minyak atsiri. Pemanfaatan kapulaga diantaranya menjadi bumbu dapur, obat-obatan, campuran herbal, dan sebagai senyawa *aromatherapy*. Komponen senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak kapulaga menurut penelitian Dang, *et al.*, (2020) berupa 1,8 cineole (48,22%),  $\alpha$  - pinene (2,43%),  $\alpha$  -terpineol (2,28%), geranial (9,24%), dan neral (9,24%) berpotensi sebagai sumber antioksidan pada minyak goreng.

Penelitian terkait peningkatan stabilitas oksidatif dengan penggunaan antioksidan pada minyak diantaranya, penambahan astaxanthin sebanyak 0,6% pada minyak mata tuna memberikan hasil terbaik berdasarkan nilai terkecil free fatty acid (FFA), peroxide index PV, p-Ansidin, dengan total 60 hari oksidasi selama penyimpanan (Nurmaida *et al.*, 2024). Kemudian penelitian lain yang dilakukan oleh Ramadhan (2021) mengenai minyak goreng sawit dengan penambahan antioksidan sintetis TBHQ 100 ppm yang dipadukan dengan antioksidan alami ekstrak bawang putih 100 ppm (MGA-T1B1) memiliki kemampuan stabilitas oksidatif yang serupa dengan minyak goreng sawit dengan antioksidan sintetis TBHQ 200 ppm (MGA-T2). Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2021) memberikan hasil yang sedikit berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Qothrunnadaa (2021) yang menyatakan antioksidan alami berupa ekstrak daun teh tidak seefektif penambahan antioksidan sintetis (TBHQ) untuk peningkatan stabilitas oksidatif minyak goreng sawit. Sejauh ini, belum ada penelitian mengenai pengaruh dari pemberian ekstrak kapulaga (*Ellettaria cardamomum*) untuk meningkatkan stabilitas oksidatif pada minyak kedelai selama proses penyimpanan. Oleh karena itu, dilaporkan hasil penelitian terkait pengaruh penambahan ekstrak kapulaga terhadap stabilitas oksidatif pada minyak kedelai selama proses penyimpanan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak atsiri kapulaga yang diperoleh dari CV. Pavettia Atsiri, minyak kedelai, reagent DPPH, ethanol 96% (Merck), asam asetat glasial (Merck), kalium iodide (Merck), aquadest, indikator amilum (Merck), indikator pp (Merck), natrium hidroksida (Merck), folin ciocalteu reagent (Merck), dan kloroform (Merck).

### Tahapan Penelitian

#### Penambahan minyak atsiri kapulaga pada minyak kedelai selama penyimpanan (Wang *et al.*, 2018)

Sebanyak 50 gram minyak kedelai ditimbang pada gelas *beaker*, kemudian ditambahkan minyak atsiri kapulaga sebanyak 5%, 10%, dan 15% (v/v). Setelah dilakukan penambahan minyak atsiri, campuran minyak kedelai + minyak atsiri dalam gelas beaker ditutup rapat menggunakan *aluminium foil* dan dihomogenisasi dengan



*stirrer* dengan kecepatan 500 rpm selama 1 menit. Minyak kedelai yang sudah ditambahkan minyak atsiri kapulaga disimpan pada botol gelap dalam suhu ruang selama 1 bulan (4 minggu).

#### **Analisis kadar senyawa fenolik pada minyak atsiri kapulaga (Kamtekar *et al.*, 2014 dan Semiz *et al.*, 2018)**

Kadar senyawa fenolik ditentukan menggunakan reagen *folin ciocalteu*. Tahap pertama dilakukan pembuatan kurva standar asam galat dengan cara membuat deret pengenceran asam galat dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80, 100 µg/ml. Setiap konsentrasi diambil 1 ml lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 5 ml aquades dan 0.5 ml reagent *folin ciocalteu*. Campuran tersebut kemudian divortex selama 30 detik agar homogen. Campuran kemudian diinkubasi selama 5 menit lalu ditambahkan 4 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7% dan diinkubasi kembali selama 1 jam. Setelah 1 jam, campuran diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm.

Kadar senyawa fenolik pada minyak atsiri ditentukan dengan cara melarutkan minyak atsiri kapulaga dalam pelarut etanol 96% dengan konsentrasi 5 mg/ml. Sebanyak 1 ml larutan minyak atsiri kapulaga dalam ethanol, kemudian ditambahkan 2.5 ml *folin ciocalteu* 10% dalam aquades. Campuran tersebut kemudian divortex selama 30 detik agar homogen. Campuran tersebut kemudian diinkubasi 5 menit lalu ditambahkan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7% sebanyak 2.5 ml dan diinkubasi kembali selama 1 jam. Setelah diinkubasi, campuran tersebut kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV – Vis pada panjang gelombang 750 nm.

#### **Analisis kadar flavonoid pada minyak atsiri kapulaga (Semiz *et al.*, 2018)**

Kadar senyawa flavonoid ditentukan menggunakan reagen AlCl<sub>3</sub>. Tahap pertama dibuat kurva standar quercetin dengan membuat deret pengenceran asam galat dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 µg/ml. Setiap konsentrasi diambil 1 ml kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml AlCl<sub>3</sub> 2% dan 8 ml asam asetat 5%. Campuran kemudian divortex hingga homogen. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 1 jam pada suhu ruang dan selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400 nm.

Kadar senyawa flavonoid pada minyak atsiri ditentukan dengan melarutkan minyak atsiri kapulaga dalam pelarut methanol pada konsentrasi 5 mg/ml. Sebanyak 1 ml larutan minyak atsiri kapulaga dalam methanol diambil, kemudian ditambahkan 1 ml AlCl<sub>3</sub> 2% dan 8 ml asam asetat 5% dan divortex agar homogen. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 1 jam pada suhu ruang dan selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400 nm.

#### **Pengukuran aktivitas antioksidan pada minyak atsiri kapulaga (Kurniawati, 2023)**

Pengukuran aktivitas antioksidan pada minyak atsiri kapulaga dilakukan dengan menggunakan metode persen inhibisi dengan reagent DPPH. Aktivitas antioksidan ditentukan menggunakan reagen *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH). Tahap pertama dibuat 5 seri pengenceran minyak atsiri kapulaga, yaitu 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm dengan pelarut etanol. Diambil 3 ml pada masing-masing seri pengenceran dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi gelap. Sampel kemudian ditambahkan 1 ml reagen DPPH 0.2 mM dan diinkubasi selama 30



menit dalam ruangan gelap. Setelah diinkubasi, dilakukan pengukuran absorbansi panjang gelombang 517 nm. Nilai persen inhibisi diperoleh menggunakan persamaan (1):

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100\% \dots (1)$$

Persentase inhibisi tersebut digunakan untuk membentuk kurva yang menghubungkan persentase inhibisi dengan konsentrasi larutan uji. Dari persamaan regresi linier yang diperoleh, dapat dihitung nilai IC50, yaitu konsentrasi larutan uji yang mampu menghambat 50% struktur radikal bebas.

### Analisis bilangan peroksida pada minyak atsiri kapulaga (Saeed *et al.*, 2022 dan AOCS, 2006)

Bilangan peroksida ditentukan melalui titrasi iodometri yang mengukur jumlah yodium yang dibebaskan dari reaksi antara peroksida dalam sampel dengan ion iodida. Metode analisis yang digunakan mengikuti pedoman yang tercantum dalam publikasi AOCS (2006). Tahap pertama untuk mengetahui kadar bilangan peroksida dilakukan penimbangan sampel sebanyak 5.0 gram sampel minyak dan diletakkan pada erlenmeyer 250 ml. Kemudian, ditambahkan sebanyak 50 ml campuran asam asetat glasial kloroform dengan perbandingan 3:2 v/v. Campuran tersebut dihomogenisasi dan ditambahkan larutan kalium iodida (KI) jenuh sebanyak 0.5 ml. Selanjutnya campuran dititrasi dengan 0.1 N larutan natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) standar. Larutan dititrasi hingga terbentuk warna kuning hampir hilang. Lalu, ditambahkan 0.5 mL indikator amilum dan dititrasi hingga warna biru hilang. Serta dilakukan pengukuran blanko dengan sampel aquades. Nilai peroksida ditentukan dengan menggunakan persamaan (2):

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(B - S) \times N \times 1000}{\text{Berat Sampel (gram)}} \dots (2)$$

Keterangan:

B: Volume titrasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk blanko  
S: Volume titrasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk sampel  
N: Normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

### Analisis bilangan asam pada minyak atsiri kapulaga (Saeed *et al.*, 2022)

Sebanyak 10 gram sampel minyak goreng ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Kemudian, 50 ml etanol 95% hangat ditambahkan, lalu campuran dikocok hingga homogen. Setelah itu, 5 tetes indikator PP 1% dalam etanol 70% ditambahkan, dan campuran dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga muncul warna merah muda yang stabil selama 30 detik. Pengukuran blanko juga dilakukan menggunakan sampel aquades. Nilai bilangan asam dihitung menggunakan persamaan (3):

$$\text{Bilangan asam} = \frac{40 \times N \times V}{W} \dots (3)$$

Keterangan:

N: Normalitas NaOH untuk blanko



V: Volume larutan NaOH yang digunakan  
N: Berat sampel (gram).

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor yang dilakukan secara terpisah yaitu konsentrasi minyak atsiri (5%, 10%, dan 15%) dan lama penyimpanan (4 minggu). Setelah data diperoleh, kemudian diolah menggunakan software Microsoft Excel dan software Minitab ver. 16.

### Analisis Data

Hasil data kemudian dianalisis menggunakan ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan dan konsentrasi minyak atsiri terhadap stabilitas oksidatif minyak kedelai. Jika data terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ ) untuk mengetahui beda nyata antar kombinasi perlakuan. Hasil data akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan senyawa antioksidan pada minyak atsiri kapulaga (*Elettaria cardamomum*)

Penambahan senyawa antioksidan yang dilakukan pada penelitian ini berasal dari minyak atsiri kapulaga. pengaruh dari pemberian ekstrak kapulaga (*Elettaria cardamomum*) dilakukan untuk meningkatkan stabilitas oksidatif pada minyak kedelai selama proses penyimpanan. Kandungan senyawa antioksidan pada minyak atsiri kapulaga dapat dilihat pada Tabel 1.

Jenis Komponen	Jumlah
Fenolik	56,32 ± 2,04 mg GAE/gram
Flavonoid	40,10 ± 11,66 QE/gram
IC50	501,37 ppm

Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa senyawa fenolik dan flavonoid merupakan komponen kunci dalam aktivitas antioksidan minyak atsiri kapulaga. Menurut Pujiarti *et al.*, (2020) menyebutkan bahwa komponen alkaloid, tannin, polifenol, saponin, flavonoid, dan terpenoid termasuk dalam kandungan komponen bioaktif pada kapulaga. Sedangkan menurut Feng *et al.*, (2013) dan Hartady *et al.*, (2020) menyebutkan terkait kandungan utama pada minyak atsiri kapulaga yaitu: terpinyl acetate; 1,8 cineole,  $\beta$ -pinene, camphene, limonene, terpineol, dan terpinene. Menurut Nurcholis *et al.*, (2022) menyebutkan bahwa kapulaga segar memiliki kandungan fenolik sebesar 0.6–1.2 mg GAE/gram, sementara kandungan flavonoidnya mencapai 1.6–3.2 mg QE/gram. Sementara itu, Amma *et al.* (2010) mengungkapkan bahwa ekstrak kapulaga memiliki kandungan senyawa fenolik



sebesar 12.1–149.3 mg GAE/gram, sementara kandungan flavonoidnya sebesar 16.5–110 mg QE/gram. Senyawa fenolik dan flavonoid yang terdapat pada kapulaga memiliki beberapa perbedaan yang disebabkan oleh metode ekstraksi, jenis pelarut, jenis kapulaga yang digunakan, dan jenis sediaan (ekstrak/segar). Senyawa fenolik merupakan senyawa yang dapat berperan sebagai antioksidan dengan mekanisme reaksi reduksi – oksidasi. Kemampuan senyawa fenolik sebagai agen pereduksi sangat bermanfaat dalam menangkal radikal bebas yang terbentuk menjadi spesies yang tidak reaktif lagi (Andriani,2020).

Aktivitas antioksidan minyak atsiri pada penelitian ini dinyatakan dalam bentuk IC50. Pada Tabel 1 terlihat bahwa nilai IC50 minyak atsiri kapulaga adalah 501,37 ppm. Amma *et al.*, (2010) mengungkapkan bahwa nilai IC50 ekstrak kapulaga berkisar antara 88,7 – 223 ppm. Nilai IC50 menggambarkan konsentrasi antioksidan yang diperlukan untuk mengurangi 50% konsentrasi senyawa radikal. Menurut Molyneux (2004) dalam Jacob (2013), semakin kecil nilai IC50, semakin tinggi aktivitas antioksidan. Senyawa antioksidan berinteraksi dengan radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen, yang menyebabkan penurunan intensitas warna DPPH atau perubahan warna dari ungu menjadi kuning, yang diukur pada panjang gelombang 517 nm. Senyawa digolongkan sebagai antioksidan sangat kuat jika memiliki nilai IC50 kurang dari 50 ppm, sedang jika nilainya 100-150 ppm, dan lemah jika berada di kisaran 150-200 ppm. Nilai IC50 suatu antioksidan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis pelarut, metode ekstraksi, dan jenis kapulaga yang digunakan.

### Pengaruh penyimpanan terhadap nilai bilangan peroksida dan bilangan asam minyak goreng

Penyimpanan minyak goreng akan berpengaruh terhadap kualitasnya, beberapa indikator penurunan mutu yang dapat diamati antara lain bilangan peroksida dan bilangan asam. Bilangan peroksida adalah indikator penting untuk menilai tingkat oksidasi minyak, sedangkan bilangan asam menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terbentuk akibat kerusakan minyak. Pada penelitian ini dilakukan penambahan minyak atsiri kapulaga dengan berbagai konsentrasi terhadap pengaruh penyimpanan terhadap nilai bilangan peroksida dan bilangan asam minyak goreng. Tujuannya adalah untuk membandingkan tingkat oksidasi minyak goreng selama 4 minggu penyimpanan. Pengaruh penyimpanan terhadap nilai bilangan peroksida dan bilangan asam minyak goreng dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian nilai bilangan peroksida dan bilangan asam setelah 4 minggu penyimpanan

Konsentrasi <i>essential oil</i> kapulaga (v/v)	Bilangan Peroksida (meq/kg)	Bilangan Asam (mg KOH/kg)
5%	10.33 ± 2.51	0.73 ± 0.15
10%	0.12 ± 0.024	0.17 ± 0.032
15%	1.77 ± 0.32	0.14 ± 0.056



Berdasarkan SNI 01-3741-2013 tentang standar mutu minyak goreng di Indonesia, nilai maksimum bilangan peroksida untuk minyak goreng adalah 10 meq O<sub>2</sub>/kg, dan bilangan asam sebesar 0,6 mg KOH/g. Pada Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai bilangan peroksida dan bilangan asam belum memenuhi SNI ketika sudah ditambah 5% minyak atsiri kapulaga. Ketika ditambahkan 10% dan 15% nilai bilangan peroksida dan bilangan asam pada minyak goreng mengalami penurunan setelah diberikan minyak atsiri kapulaga sebesar 10% dan 15%, sehingga hasil tersebut telah memenuhi SNI.

Menurut Herlina (2020) nilai bilangan peroksida disebabkan oleh proses oksidasi dan hidrolisis. Menurutnya bilangan peroksida yang tinggi menandakan minyak telah teroksidasi selama penyimpanan yang disebabkan akibat paparan oksigen, suhu yang tinggi, dan paparan cahaya. Oleh karena itu, penambahan minyak atsiri kapulaga pada minyak goreng mampu menurunkan nilai bilangan peroksida ketika minyak sudah disimpan selama 4 minggu.

Pada Tabel 2. dapat terlihat bahwa nilai bilangan peroksida minyak goreng setelah ditambahkan 10% minyak atsiri kapulaga memiliki nilai paling rendah dibandingkan dengan penambahan 15% setelah 4 minggu penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi 10% karena produk oksidasi primer berupa komponen hidroperoksida diubah ke produk oksidasi sekunder (aldehid dan keton) yang terhitung pada bilangan asam.

### **Pengaruh konsentrasi penambahan minyak atsiri kapulaga terhadap nilai bilangan peroksida minyak goreng**

Penambahan senyawa antioksidan dengan berbagai konsentrasi pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas konsentrasi penambahan antioksidan. Nilai bilangan peroksida pada sampel minyak goreng yang telah dilakukan penyimpanan dengan variasi penambahan konsentrasi minyak atsiri kapulaga dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai bilangan peroksida setelah ditambahkan minyak atsiri kapulaga dengan berbagai konsentrasi

Konsentrasi <i>essential oil</i> kapulaga (v/v)	Bilangan Peroksida (meq/kg)
5%	10.33 ± 2.51
10%	0.12 ± 0.024
15%	1.77 ± 0.32

Pada Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai bilangan peroksida dengan penambahan minyak atsiri kapulaga 10% memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan minyak atsiri kapulaga pada minyak goreng sebesar 5% dan 15% setelah dilakukan penyimpanan selama 4 minggu. Penambahan minyak atsiri kapulaga konsentrasi 10% membuat minyak goreng lebih stabil terhadap oksidasi dibandingkan konsentrasi 15%. Berdasarkan pengujian statistik diketahui bahwa penambahan minyak atsiri kapulaga berpengaruh nyata pada



bilangan peroksida minyak kedelai pada selang kepercayaan 95%; namun pada beberapa level konsentrasi minyak atsiri kapulaga yang ditambahkan tidak berbeda nyata.

Menurut Hori *et al.* (2019) dan Zhang *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa bilangan peroksida adalah salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengukur tingkat oksidasi minyak selama proses pengolahan dan penyimpanan. Bilangan peroksida menyatakan mengukur mili ekuivalen (meq) oksigen aktif per kilogram bahan. Bilangan peroksida ini juga menyatakan kadar hidroperoksida yang merupakan produk oksidasi primer dari oksidasi lipid.

Okhli *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa Fortifikasi minyak biji bunga matahari dengan essential oil kulit jeruk terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas oksidatif minyak. Nilai bilangan peroksida yang dihasilkan menunjukkan bahwa efek antioksidan dari essential oil kulit jeruk setara dengan antioksidan sintetis BHT. Elghany *et al.* (2015) juga mengungkapkan bahwa dengan menambahkan ekstrak zaitun sebagai fortifikasi, minyak biji bunga matahari menjadi lebih stabil dan terlindungi dari kerusakan yang disebabkan oleh oksidasi. Pada penelitian Elghany *et al.*, (2015) perlakuan dengan ekstrak antioksidan memberikan efek signifikan dalam mengurangi bilangan peroksida minyak bunga matahari. Akan tetapi, variasi konsentrasi antioksidan yang digunakan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada hasil akhir.

Kestabilan oksidatif minyak atsiri kapulaga yang meningkat disebabkan oleh adanya senyawa fenol dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan. Senyawa ini bekerja dengan cara menghambat reaksi berantai oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas, sehingga mencegah terbentuknya senyawa radikal baru (Taghvaei *et al.*, 2015).

### **Pengaruh konsentrasi penambahan minyak atsiri kapulaga terhadap nilai bilangan asam minyak goreng**

Penambahan senyawa antioksidan yang berasal dari minyak atsiri kapulaga dengan beberapa konsentrasi pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas konsentrasi penambahan antioksidan. Nilai bilangan asam pada sampel minyak goreng yang telah dilakukan penyimpanan dengan variasi penambahan konsentrasi minyak atsiri kapulaga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian nilai bilangan peroksida dan bilangan asam setelah 4 minggu penyimpanan

Konsentrasi <i>essential oil</i> kapulaga (v/v)	Bilangan Asam (mg KOH/kg)
5%	0.73 ± 0.15
10%	0.17 ± 0.032
15%	0.14 ± 0.056

Pada Tabel 4. dapat terlihat bahwa nilai bilangan asam memiliki nilai yang lebih rendah seiring dengan tingginya konsentrasi penambahan minyak atsiri kapulaga. Penambahan minyak atsiri kapulaga dalam konsentrasi



yang lebih tinggi pada minyak goreng berkorelasi dengan penurunan bilangan asam, yang menandakan peningkatan stabilitas oksidatif minyak goreng. Setelah dilakukan pengujian statistik, diketahui bahwa penambahan minyak atsiri kapulaga berpengaruh nyata pada bilangan asam minyak kedelai pada selang kepercayaan 95%; namun pada beberapa level konsentrasi minyak atsiri kapulaga yang ditambahkan tidak berbeda nyata.

Menurut Sakaino *et al.* (2022) mengungkapkan bahwa bilangan asam berperan sebagai penanda tingkat degradasi minyak melalui hidrolisis trigliserida. Semakin tinggi bilangan asam, semakin banyak asam lemak bebas yang terbentuk, yang mengindikasikan penurunan kualitas oksidatif minyak. Kestabilan oksidatif minyak atsiri kapulaga yang meningkat disebabkan oleh adanya senyawa fenol dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan. Senyawa ini bekerja dengan cara menghambat reaksi berantai oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas, sehingga mencegah terbentuknya senyawa radikal baru (Taghvaei *et al.*, 2015).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa kadar fenolik, flavonoid, dan IC50 pada minyak atsiri kapulaga berturut – turut adalah  $56,32 \pm 2.04$  mg GAE/gram,  $40,10 \pm 11.66$  mg QE/gram dan 501,37 ppm. Komponen fenolik dan flavonoid yang terkandung dalam minyak atsiri kapulaga dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan pada minyak kedelai untuk meningkatkan stabilitas oksidatifnya.

Stabilitas oksidatif pada minyak kedelai dapat ditingkatkan dengan penambahan antioksidan alami yang ditunjukkan dengan nilai bilangan peroksida dan bilangan asam yang lebih rendah. Penambahan minyak kapulaga sebagai antioksidan alami dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% mampu meningkatkan stabilitas oksidatif minyak kedelai secara signifikan selama penyimpanan. Peningkatan waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan mengakibatkan tingkat oksidasi yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D., & Murtisiwi, L. 2020. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% bunga telang (*Clitoria ternatea* L) dari daerah sleman dengan metode DPPH. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1): 70-76.
- Badan Standar Nasional. 2013, SNI. 01. 3741. 2013, Minyak Goreng
- Calder, P. C. & Burdge, G. C. 2012. Fatty acids. *Bioactive Lipids*, 1-36. <https://doi.org/10.1533/9780857097934.1>
- Chen, C. G., Wang, P., Zhang, Z. Q., Ye, Y. B., Zhuo, S. Y., Zhou, & Zhang, B. 2020. Effects of plant oils with different fatty acid composition on cardiovascular risk factors in moderately hypercholesteremic Chinese adults: a randomized, double-blinded, parallel-designed trial. *Food & function*, 11(8): 7164-7174.
- Dang, N. H., Anh, L. T. V., & Dat, N. T, 2020, Anti-Inflammatory Effects Of Essential Oils Of Amomum Aromaticum Fruits In Lipopolysaccharide-Stimulated RAW264. 7 Cells, *Journal of Food Quality*.



- Gobel, M. *et al.*, 2022. Profil Asam Lemak, Rasio Asam Lemak Jenuh: Asam Lemak Tidak Jenuh Rantai Tunggal: Asam Lemak Tidak Jenuh Rantai Jamak Pada Nugget Ayam Yang Diformulasi Dengan Minyak Kedelai. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 7(1): 26-32.
- Husain, F. & Marzuki, I., 2021. Pengaruh Temperatur Penyimpanan Terhadap Mutu dan Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit. *Serambi Engineering*, 6(4): 2270-2278.
- Herlina., & Betna, D. 2020. Pengaruh Penyimpanan Terhadap Bilangan Peroksida dan Bilangan Penyabunan Pada Minyak Goreng Curah dan Minyak Goreng Kemasan. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 7(2): 185-194.
- Kurniawati, A. D. 2023. Model kinetika laju degradasi karotenoid pada proses evaporasi pembuatan konsentrat tomat. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 10(1): 80-92.
- Nurcholis, W., Alfadzrin, R., Izzati, N., Arianti, R., Vinnai, B. Á., & Sabri. 2022. Effects of methods and durations of extraction on total flavonoid and phenolic contents and antioxidant activity of java cardamom (*Amomum compactum* Soland Ex Maton) fruit. *Plants*, 11(17): 2221. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.042>
- Nurmaida, N., Ibrahim, B., & Trilaksana, W. 2024. Peningkatan stabilitas oksidatif minyak mata tuna dengan metode purifikasi dan penambahan natural astaxanthin (NAst). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(2): 89-103.
- Okhli, S., Mirzaei, H., & Hosseini, S. E. 2020. Antioxidant Activity Of Citron Peel (*Citrus medica* L.) Essential Oil And Extract On Stabilization Of Sunflower Oil. *OCL*, 27(32): 1-7. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020022>
- Qothrunnadaa, R. 2021. Peningkatan Stabilitas Oksidatif Minyak Goreng Sawit Dengan Penambahan Ekstrak Daun Teh Varietas Assamica (*Camellia sinensis assamica*) Pada Penggorengan Rendam. Skripsi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Rahardjo, P., & Manaf, Y. 2021. Minyak goreng untuk pengolahan pangan. UGM Press. Yogyakarta
- Ramadhan, R. B. 2021. Peningkatan Stabilitas Oksidatif Minyak Goreng Dengan Penambahan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Pada Penggorengan Rendam Sirkulasi, Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sakaino, M., Sano, T., Kato, S., Shimizu, N., Ito, J., Rahmania, & Nakagawa, K. 2022. Carboxylic Acids Derived From Triacylglycerols That Contribute To The Increase In Acid Value During The Thermal Oxidation Of Oils. *Scientific Reports*, 12(1): 12460.
- Upadhyay, R., & Mishra, H.N. 2016. Classification Of Sunflower Oil Blends Stabilized By Oleoresin Rosemary Using Multivariate Kinetic Approach. *Journal of Food Science*, 80 E1746 – E1754.
- Wang, D., Fan, W., Guan, Y., Huang, H., Yi, T., & Ji, J. 2018. Oxidative Stability Of Sunflower Oil Flavored By Essential Oil From *Coriandrum sativum* L. During Accelerated Storage. *Lwt*, 98: 268-275.
- Yang, Y., Song, X., Sui, X. 2020. Rosemary Extract Can Be Used As A Synthetic Antioxidant To Improve Vegetable Oil Oxidative Stability. *Industrial Crops and Product*, 80: 141 – 147
- Zhang, N., Li, Y., Wen, S., Sun, Y., Chen, J., Gao, Y., ... & Yu, X. 2021. Analytical Methods For Determining The Peroxide Value Of Edible Oils: A mini-review. *Food chemistry*, 358, 129834.