

Review: Aplikasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Berbagai Produk Olahan Daging

A Review: Applications of Moringa Leaves (Moringa oleifera) Extract on Meat Products

A. Apriantini*, R. G. Putra, & T. Suryati

Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

*Corresponding author: astariapriantini@yahoo.com

(Received 14-07-2022; Revised 09-08-2022; Accepted 19-08-2022)

ABSTRACT

Moringa Leaves (*Moringa Oleifera*) have high nutrition contents and bioactives substances, such as vitamins (B1, B2, B3, C, dan D), phenolic compounds, carotenoids, and nitrogen compounds. Therefore, Moringa leaves are often added to various processed meat products in order to increase the nutritional value and prevent oxidation reactions during product processing and storage. The aim of this study was to review the application of moringa leaves extract on processed meat products and study for their physicochemical, antioxidant, microbiological and sensory properties. The highest antioxidant activity measured using the DPPH method was found in using ethanol and methanol solvent with maceration techniques. Meat products that were added with Moringa leaf extract caused increased in antioxidant activity and protein content, reduced fat content and TBARS values, changed in pH, and increased in panelists' preference if previously remove the unpleasant odors from Moringa leaves.

Keywords: antioksidan activity, moringa leaves, meat products

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa Oleifera*) mempunyai kandungan gizi yang tinggi dan mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti vitamin (B1, B2, B3, C, dan D), senyawa fenolik, karotenoid, dan senyawa nitrogen. Oleh karena itu, daun kelor sering ditambahkan pada berbagai produk olahan daging yang bertujuan meningkatkan nilai gizi pada produk daging dan mencegah reaksi oksidasi selama pengolahan dan penyimpanan. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mengkaji pemanfaatan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada berbagai produk olahan daging dan mempelajari sifat fisikokimia, antioksidan, mikrobiologi serta sifat sensoris dari produk olahan daging tersebut. Aktivitas antioksidan tertinggi yang diukur menggunakan metode DPPH terdapat pada ekstrak yang menggunakan pelarut etanol dan metanol dengan teknik maserasi. Produk olahan daging yang diberi penambahan ekstrak daun kelor menyebabkan peningkatan pada aktivitas antioksidan dan kadar protein, penurunan pada kadar lemak dan nilai TBARS, perubahan pH, serta peningkatan kesukaan panelis jika sebelumnya dilakukan penghilangan aroma langu dari daun kelor.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, daun kelor, produk daging

PENDAHULUAN

Daging merupakan salah satu bahan pangan yang penting dalam memenuhi kebutuhan gizi dan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dengan kandungan asam amino yang lengkap tetapi daging juga merupakan salah satu bahan pangan yang mudah rusak (*perishable food*) dan memiliki umur simpan yang rendah (Ahmadi dan Estiasih 2009). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara

mengolah produk olahan daging menjadi nugget, dendeng, abon, sosis, bakso, ataupun kornet. Pengolahan daging merupakan suatu metode ataupun teknik untuk mengubah daging mentah agar dapat dikonsumsi secara aman, layak, dan halal. Tujuan dalam mengolah produk olahan daging, yaitu memperpanjang umur simpan, mengubah produk sesuai dengan yang diinginkan, meningkatkan kandungan gizi produk, dan memperbanyak jenis jenis produk olahan (Muntikah dan Razak 2017).

Produk olahan daging akan mengalami kerusakan apabila tidak disimpan dengan baik dan benar. Kerusakan pada produk olahan daging tidak hanya terjadi pada proses penyimpanan akan tetapi juga dapat terjadi proses pengolahan seperti proses pemanasan, pengeringan, pengasapan, dan penggorengan. Proses ini menggunakan suhu tinggi untuk mengurangi kandungan air yang terdapat didalam produk tersebut (Muntikah dan Razak 2017). Suhu yang tinggi dapat mengakibatkan proses denaturasi dan reaksi maillard pada produk olahan pangan. Penggunaan suhu yang tinggi pada olahan pangan akan mengakibatkan rusaknya antioksidan pada produk tersebut (Fellow 2017). Jika olahan pangan tersebut disimpan pada suhu ruang maka akan terjadi kerusakan oksidatif yang ditandai dengan bau tengik.

Salah satu cara untuk memperlambat ataupun menunda oksidasi pada produk olahan daging, yaitu dengan cara menambahkan bahan tambahan pangan (BTP) yang berperan sebagai antioksidan. Salah satu contoh bahan tambahan pangan (BTP) alami, yaitu polifenol (misalnya flavonoid) yang berperan sebagai antioksidan yang dapat menghambat timbulnya aroma ketengikan. Sumber antioksidan yang direkomendasikan oleh Leone *et al.* (2015) untuk mencegah proses oksidasi terjadi, yaitu tanaman kelor. Antioksidan pada tanaman kelor juga dapat menghambat radikal bebas sehingga dapat mencegah penyakit–penyakit degeneratif seperti penyakit jantung, kanker, katarak, penuaan dini (Parwata 2016).

Tanaman kelor merupakan salah satu tanaman dari family *Moringaceae* yang memiliki kandungan gizi yang baik. Tanaman kelor mengandung berbagai molekul penghambat radikal bebas yang terdiri dari senyawa–senyawa alkaloid, amina, betalain asam fenolik, flavonoid, kuinon, kumarin, lignan, stilbenes, tanin, terpenoid (karotenoid), vitamin, dan beberapa metabolit endogen lainnya yang kaya akan aktivitas antioksidan (Rizkayanti *et al.* 2017). Berbagai bagian dari tanaman kelor bertindak sebagai stimulan jantung dan peredaran darah, memiliki antitumor, antipiretik, antiepilepsi, antiinflamasi, antiulcer, diuretik, antihipertensi, menurunkan kolesterol, antidiabetik, antibakteri, antijamur, dan antioksidan (Pandey *et al.* 2012).

Daun kelor merupakan tanaman yang mudah didapatkan, murah, dan aman dikonsumsi. Daun kelor juga memiliki potensi dari segi ekonomi–bisnis yang dapat dimanfaatkan, ekspor daun kelor mencapai hingga 12 Ton (Badan Karantina Pertanian 2019). Pemanfaatan tanaman kelor pada pengolahan pangan hingga saat ini masih dalam pengembangan. Produk olahan pangan tersebut meliputi produk olahan peternakan dan perikanan. Menurut Singh *et al.* (2015) pemanfaatan daun kelor pada industri peternakan telah dimanfaatkan dalam pemberian pakan, pengempukan daging, peningkatan mutu kualitas susu, dan peningkatan mutu kualitas daging yang ditinjau dari nilai TBARS dan aktivitas antioksidannya. Adapun tujuan dari studi ini adalah mengkaji pemanfaatan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada berbagai produk olahan daging sebagai sumber antioksidan terhadap sifat fisik, kimia, mikrobiologi, dan sifat sensorisnya. Pengumpulan informasi dan kajian pustaka lebih jauh tentang penggunaan daun

kelor pada pengolahan daging perlu dilakukan. Informasi tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran sampai sejauh mana penelitian aplikasi daun kelor pada pengolahan daging, dan menjadi acuan dalam pengembangan penelitian selanjutnya.

MATERI DAN METODE

Studi ini dilakukan berdasarkan studi literatur dengan menganalisis data sekunder dan mensintesis penelitian dari berbagai sumber data yang berasal dari buku, jurnal terakreditasi nasional dan jurnal internasional bereputasi yang membahas mengenai ekstraksi daun kelor dan pemanfaatannya pada berbagai berbagai produk olahan daging. Sumber data tersebut berasal dari jurnal yang dipublikasikan 10 tahun terakhir. Jurnal–jurnal dicari melalui situs web *google scholar*, *science direct*, *elsevier*, *ncbi*, *researchgate.net*, *springer link*, *text book* dan buku–buku populer.

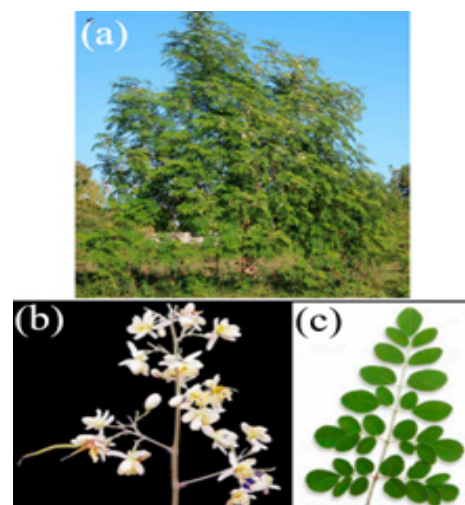
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Daun Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) diklasifikasikan sebagai berikut (Raja *et al.* 2017):

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledone
Sub kelas	: Dialypetalae
Ordo	: Rhoeadales (Brassicales)
Famili	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: Moringa oleifera

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) adalah sejenis tanaman yang tumbuh baik di daerah tropis dan banyak dikenal masyarakat dulu sebagai sayuran dan obat tradisional. Tanaman kelor atau marongghi (*Moringa oleifera*) berasal



Gambar 1. (a) pohon kelor; (b) bunga kelor; (c) daun kelor (Raja *et al.* 2017)

dari kawasan Himalaya dan India kemudian menyebar ke daerah di sekitarnya sampai ke Benua Afrika hingga ke Asia barat, termasuk Indonesia. Tanaman kelor disebut juga sebagai pohon keajaiban ataupun pohon kehidupan dikarenakan tanaman ini memiliki manfaat yang luar biasa mulai dari daun, buah, biji, bunga, kulit, batang, dan akar. Daun kelor memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, kalsium, magnesium, phosphor, potassium, dan berbagai macam vitamin yang ditunjukkan pada Tabel 1. (Singh *et al.* 2015). Beberapa penelitian membuktikan bahwa kandungan senyawa pada *Moringa oleifera* L memiliki potensi sebagai obat dan memiliki bioaktivitas. Bioaktivitas tersebut adalah aktivitas sebagai antiinflamasi, antifungi, antibiotik dan antikanker, dan antioksidan (Pandey *et al.* (2012).

Tabel 1. Kandungan gizi daun kelor

Kandungan gizi	Daun segar	Daun kering
Kalori (cal)	92	329
Protein (g)	6.7	29.4
Lemak (g)	1.7	5.2
Karbohidrat (g)	12.5	41.2
Serat (g)	0.9	12.5
Kalsium (mg)	440	2185
Magnesium (mg)	42	448
Phospor (mg)	70	225
Potassium (mg)	259	1236
Tembaga (mg)	0.07	0.49
Besi (mg)	0.85	25.6
Sulphur (mg)	-	-
Vitamin B1 (mg)	0.06	2.02
Vitamin B2 (mg)	0.05	21.3
Vitamin B3 (mg)	0.8	7.6
Vitamin C (mg)	220	15.8
Vitamin D (mg)	448	10.8

Sumber : Singh *et al.* 2015

Teknik Ekstraksi Daun Kelor terhadap Aktivitas Antioksidannya

Proses ekstraksi didefinisikan sebagai pemisahan zat kimia yang memisahkan zat terlarut melalui dua buah pelarut (biasanya air) yang dapat melarutkan zat tersebut namun kedua pelarut tersebut tidak dapat saling melarutkan (Wonoraharjo 2013). Menurut Gupta *et al.* (2012) teknik ekstraksi terdiri dari metode tradisional dan metode modern. Menurut Handa *et al.* (2008) Metode-metode ekstraksi tradisional, yaitu maserasi, soxhlet, desorpsi termal, desorpsi fitonik, Infusi, ekstraksi dengan pencucian, menggunakan mediasi surfaktan, pelarut yang dipercepat, cairan bertekanan, distilasi uap, perkolasi, proses membran, dekok, *enfleurage*, arus balik, dan ekstraksi arus sampel sedangkan menurut Gupta *et al.* (2012) metode-metode modern, yaitu *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dan *Ultrasonication Assisted Extraction* (UAE). Pemanfaatan antioksidan dilakukan dengan cara mengekstraksi komponen bioaktif pada daun kelor. Komponen bioaktif tersebut dapat diketahui dengan cara melakukan pengujian

fitokimia pada daun kelor. Pengujian fitokimia disajikan pada Tabel 2 sehingga dapat menggunakan ekstraksi lainnya untuk mengetahui ekstraksi mana yang terbaik untuk dimanfaatkan dalam proses pengolahan daging.

Tabel 2. Uji fitokimia ekstrak daun kelor dengan pelarut etanol

Jenis pemeriksaan	Hasil
Alkoloid	+
Flavonoid	+
Tanin	+
Saponin	-
Steroid	+
Triterpenoid	-
Fenolat	

Sumber : Putra *et al.* 2016

Keterangan: (+)=menunjukkan bahwa terdapat kandungan kimianya; (-)=menunjukkan bahwa tidak terdapat kandungan kimianya

Proses ekstraksi ini juga bertujuan untuk mengisolasi komponen bioaktif pada daun kelor yang pada kajian pustaka kali ini untuk menganalisis aktivitas antioksidan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi bobot daun kelor maka partikel-partikel senyawa antioksidan yang terkandung akan semakin banyak sehingga semakin besar pula aktivitas antioksidannya. Bobot terbesar yang dimiliki daun kelor mengindikasikan bahwa jumlah ataupun ukuran-ukuran dari partikel daun kelor memiliki nilai yang tinggi dikarenakan ukuran partikel sampel merupakan salah satu faktor yang memengaruhi ekstraksi (Wonoraharjo 2013). Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pada sampel daun kelor segar pelarut etanol memiliki aktivitas antioksidan 22.18 ppm (Rizkiyanti *et al.* 2017) dan pada sampel daun kelor kering pelarut metanol memiliki aktivitas antioksidan 49.30 ppm (Fitriana *et al.* 2016) yang mana aktivitas antioksidan tersebut memiliki indikator kuat karena aktivitas antioksidan tersebut memiliki nilai $IC_{50} < 50$ ppm (Santoso 2017).

Pengoptimalan aktivitas antioksidan pada daun kelor (*Moringa oleifera*) disebabkan oleh jenis pelarut yang digunakan merupakan kategori pelarut polar. Menurut (Arifin dan Ibrahim 2018) pelarut polar cocok untuk ekstraksi pada sampel-sampel tanaman yang bersifat alami karena kandungan flavonoid pada tanaman termasuk golongan polar. Efektivitas suatu ekstraksi tergantung kelarutan senyawa tersebut dalam pelarut sesuai dengan prinsip *like dissolve like*, yaitu suatu senyawa akan terlarut pada pelarut memiliki sifat yang sama (Verdiana *et al.* 2018). Pelarut yang bersifat polar diantaranya adalah etanol, metanol, aseton dan air. Selain pelarut polar yang digunakan untuk mengekstraksi daun kelor, ada pula pelarut semi polar dan non polar. Contoh dari pelarut semipolar yang digunakan, yaitu etil asetat dan dikolorometana sedangkan pelarut non polar n – hexana.

Penggunaan pelarut polar untuk mengekstraksi terutama pada industri saat ini masih memiliki dampak negatif, yaitu masih terdapat residu pada bahan yang diekstraksi dandapat mencemari lingkungan bila tidak

Tabel 3. Aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor dengan berbagai jenis pelarut dan teknik ekstraksi dengan metode DPPH

Sampel	Bobot daun (g)	Jenis pelarut	IC ₅₀ (ppm)	Teknik	Sumber
Kering	20	Etil Asetat	444.1	Maserasi	Fitriana <i>et al.</i> 2016
Kering	200	Etil Asetat	243.67	Maserasi	Yati <i>et al.</i> 2018
-	-	Etil asetat	192.05	Maserasi	Martiningsih <i>et al.</i> 2015
Kering	300	Etil asetat	169.9	Maserasi	Tutik <i>et al.</i> 2018
Kering	-	50% Ethanol	183.82	Perkolasi	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Kering	2	60% Etanol	121.42	Infusi	Madane <i>et al.</i> 2019
Kering	-	50% Ethanol	164.57	Maserasi	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Kering	-	70% Ethanol	95.94	Perkolasi	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Kering	200	70% Ethanol	89.31	Maserasi	Hasanah <i>et al.</i> 2017
Kering	200	70% Etanol	75.9	Maserasi	Falowo <i>et al.</i> 2017
Kering	-	50% Ethanol	74.02	Soxhlet	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Kering	-	70% Ethanol	62.94	Maserasi	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Kering	-	70% Ethanol	55.07	Soxhlet	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Kering	20	n-hexana	715.21	Maserasi	Fitriana <i>et al.</i> 2016
Kering	300	n-hexana	448.17	Maserasi	Tutik <i>et al.</i> 2018
-	-	n-hexana	459.75	Maserasi	Martiningsih <i>et al.</i> 2015
Kering	15	Methanol	1600	Maserasi	Charoensin 2014
Kering	20	Methanol	49.3	Maserasi	Fitriana <i>et al.</i> 2016
kering	15	Dichlorometana	2310	Maserasi	Charoensin 2014
Kering	20	Dichlorometana	1035.57	Maserasi	Fitriana <i>et al.</i> 2016
Kering	50	Aseton	427.29	Maserasi	Meigaria <i>et al.</i> 2016
Kering	2	Air	125.2	Infusi	Madane <i>et al.</i> 2019
Kering	-	Air	128.63	Dekok	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Segar	-	Air	123.44	Dekok	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Segar	30	Air	57.54	Dekok	Rizkayanti <i>et al.</i> 2017
Segar	-	70% Ethanol	94.19	Maserasi	Vongsak <i>et al.</i> 2013
Segar	30	Etanol	22.18	Maserasi	Rizkayanti <i>et al.</i> 2017

ditangani dengan tepat (Vargas *et al.* 2016). Selain itu, penggunaan teknik maserasi yang ditunjukkan pada Tabel 4 pada sampel daun kelor segar pelarut etanol (Rizkiyanti *et al.* 2017) dan pada sampel daun kelor kering pelarut metanol (Fitriana *et al.* 2016) memiliki beberapa kekurangan, yaitu waktu yang dibutuhkan relatif lama, pelarut yang digunakan cukup banyak, beberapa senyawa sulit untuk diekstraksi pada suhu kamar, dan hilangnya beberapa senyawa saat ekstraksi pada suhu kamar (Marjoni 2016). Menurut Fasya dan Hanapi (2016) persyaratan penggunaan pelarut yang aman digunakan, yaitu titik didih lebih rendah dari zat yang diekstrak dan tidak boleh lebih dari 100 °C, tidak toksik ataupun beracun, dan mudah didapatkan dan berdasarkan surat edaran badan pengawasan obat-obatan (BPOM) No. HK. 04.04.42.421.12.17.1673 ketentuan penggunaan pelarut yang diizinkan, yaitu pelarut air dan etanol sedangkan penggunaan pelarut metanol diizinkan dengan persyaratan paparan per hari, yaitu 30 mg kg⁻¹ dan batas kadar 3000 ppm sehingga etanol dan metanol aman digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Potensi memaksimalkan teknik ekstraksi pada daun kelor kering dengan pelarut etanol dilakukan oleh Vongsak *et al.* (2013) menyatakan bahwa ekstraksi dengan teknik soxhlet dengan konsentrasi

70 % ethanol memiliki aktivitas antioksidan 55.07 ppm. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penggunaan suhu teknik ekstraksi soxhlet yang relatif rendah sehingga tidak merusak komponen bioaktif pada daun kelor (Vongsak *et al.* 2013). Penggunaan suhu tinggi pada proses ekstraksi dapat merusak komponen bioaktif pada sampel (Reda 2011).

Aplikasi Penggunaan Daun Kelor pada Pengolahan Daging

Pemanfaatan daun kelor pada produk pengolahan daging merupakan salah cara untuk meningkatkan kualitas daging baik dari segi fisik, kimia, mikrobiologi dan sensoris. Produk-produk olahan daging yang ditinjau dan dikaji meliputi nugget, sosis, bakso, dan daging digiling yang disajikan dalam bentuk Tabel 4, 5, 6 dan 7.

Karakteristik Fisik pada Produk Olahan Daging yang Ditambahkan Ekstrak Daun Kelor

Karakteristik fisik produk olahan daging yang diamati pada Tabel 4 meliputi susut masak dan daya ikat air (DIA). Sifat fisik produk olahan daging dari berbagai sumber penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh produk olahan daging yang

Tabel 4. Sifat fisik produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor

Produk olahan daging	Konsentrasi penambahan ekstrak daun kelor	Susut masak (%)	Daya ikat air (DIA) (%)	Sumber
Daging sapi giling	Kontrol	36.70	12.30	Hazra <i>et al.</i> 2012
	1%	35.80	13.90	
	1.50%	34.80	15.10	
	2%	34.80	15.00	
Daging kofta	Kontrol	25.60	-	Ibrahim <i>et al.</i> 2017
	1%	24.57	-	
	3%	24.53	-	
	5%	24.46	-	
Nugget kambing	Kontrol	26.10	-	Rahman <i>et al.</i> 2020
	0.10%	24.08	-	
	0.20%	23.94	-	
	0.30%	23.90	-	
Bakso daging sapi	Kontrol	27.38	-	Islam <i>et al.</i> 2012
	0.10%	26.01	-	
	0.20%	25.94	-	
	0.30%	25.90	-	
Ayam mortadella	Kontrol	-	96.51	Auriema <i>et al.</i> 2019
	1%	-	96.17	
	3%	-	96.24	
	5%	-	96.30	

Keterangan: (-)=menunjukkan bahwa data tersebut tidak di amati ataupun diteliti

ditambahkan berbagai variasi konsentrasi ekstrak daun kelor memengaruhi penurunan susut masak. Susut masak yang terjadi pada produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor pada Tabel 4, yaitu daging sapi giling dari 36.70% hingga menjadi 34.80% (Hazra *et al.* 2012), daging kofta dari 25.60% hingga menjadi 24.46% (Ibrahim *et al.* 2017), nugget daging kambing 26.10% hingga menjadi 23.90% (Rahman *et al.* 2020), bakso daging sapi dari 27.38% hingga menjadi 25.90% (Islam *et al.* 2012).

Menurut Budidarma (2019) umumnya daging memiliki susut masak yang bervariasi, yaitu 1.5% sampai 54.5% ataupun kisaran 15% sampai 40% sehingga susut masak produk olahan daging pada Tabel 4 adalah normal. Susut masak yang memiliki nilai yang kecil menunjukkan bahwa kualitas produk olahan daging tersebut tidak banyak kehilangan kandungan nutrisi didalamnya sehingga kualitas produk olahan daging tersebut semakin baik untuk dikonsumsi (Lapase *et al.* 2016). Susut masak yang memiliki nilai terkecil berturut-turut, yaitu daging kofta 1.14% (Ibrahim *et al.* 2017), bakso daging sapi 1.48% (Islam *et al.* 2012), daging sapi giling 1.9% (Hazra *et al.* 2012), dan nugget daging kambing 2.2% (Rahman *et al.* 2020). Susut masak merupakan indikator nilai gizi daging sehubungan dengan *juiciness* daging yaitu banyaknya air yang berikatan didalam dan diantara serabut otot. Salah satu yang memengaruhi susut masak produk olahan daging, yaitu pH daya ikat air (DIA). Tinggi susut masak maka menyebabkan daya ikat air (DIA) dan nilai pH semakin rendah (Purnomo 2012).

Daya ikat air (DIA) merupakan kemampuan protein daging mengikat air di dalam daging (Fauzanin *et al.* 2012). Penambahan ekstrak daun kelor memengaruhi peningkatan daya ikat air (DIA) pada berbagai produk olahan daging sapi yang yang ditunjukkan pada Tabel 4. Peningkatan daya ikat air (DIA) pada produk daging sapi giling yang dari 13.90% hingga menjadi 15.00% (Hazra *et al.* 2012). Hal ini tidak sesuai dengan pendapat Soeparno (2009) bahwa daging umumnya memiliki daya ikat air (DIA) pada kisaran 20% sampai 60%. Akan tetapi, menurut Auriema *et al.* (2019) penambahan ekstrak daun kelor tidak memengaruhi daya ikat air (DIA) produk olahan daging. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pH ekstraksi daun kelor yang didapatkan pada produk olahan daging sapi giling (Hazra *et al.* 2012) mengalami peningkatan, yaitu dari pH 5.50 menjadi pH 6.00 sedangkan pada produk olahan daging (Auriema *et al.* 2019) mengalami penurunan. Faktor-faktor yang memengaruhi daya ikat air (DIA), yaitu faktor pH, pemasakan atau pemanasan jenis otot, jenis ternak, jenis kelamin, umur ternak, faktor pakan, transportasi, suhu, kelembapan, penyimpanan, preservasi, kesehatan, perlakuan sebelum pemotongan, dan lemak intramuskuler (Budidarma 2019).

Karakteristik Kimia pada Produk Olahan Daging yang Ditambahkan Ekstrak Daun Kelor

Karakteristik kimia produk olahan daging yang diamati pada Tabel 5 meliputi pH, aktivitas antioksidan, bilangan TBARS, kadar protein, kadar lemak, kelembapan, dan kandungan mineral. Berikut merupakan sifat kimia produk olahan daging dari berbagai sumber penelitian yang

Tabel 5. Sifat kimia produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor

Produk olahan daging	Konsentrasi penambahan ekstrak daun kelor	pH	DPPH (%RSA)	bilangan TBARS (mg MDA kg ⁻¹)	Protein (%)	Lemak (%)	Kelembaban (%)	Mineral (%)	Sumber
Ayam mortadella	Kontrol	6.21	-	-	13.43	22.34	60.22	2.9	Auriema <i>et al.</i> 2019
	1%	6.19	-	-	13.53	19.79	60.21	2.89	
	3%	5.85	-	-	13.85	19.7	60.57	3.02	
	5%	5.73	-	-	14.03	18.17	60.67	2.97	
Nugget kambing	Kontrol	6.2	-	0.9	15.2	13.3	65.1	2.75	Verma <i>et al.</i> 2020
	1%	6.1	-	0.8	16	13.6	64.1	2.77	
	2%	6.1	-	0.7	16.2	13.6	64.8	2.85	
Nugget ayam	Kontrol	6.33	-	1.94	14.38	14.25	67.29	2.37	Madane <i>et al.</i> 2019
	1%	6.25	-	0.84	15.37	14.1	66.36	2.64	
	2%	6.22	-	0.81	16.32	14.07	65.74	2.91	
Burger Sapi (raw)	Kontrol	-	-	-	17.14	10.97	70.5	2.06	Al-Juhaimi <i>et al.</i> 2015
	2%	-	-	-	17.84	10.87	70.24	2.13	
	4%	-	-	-	18.11	10.44	68.57	2.23	
	6%	-	-	-	18.14	10.34	68.58	2.32	
Daging sapi giling	Kontrol	5.5	-	0.42	19.8	-	54.2	-	Hazra <i>et al.</i> 2012
	1%	6	-	0.27	20.2	-	54.4	-	
	1.50%	6	-	0.24	20.19	-	54.7	-	
	2%	6	-	0.23	20.24	-	54.8	-	
Daging kofta	Kontrol	-	67.65	-	18.01	9.62	-	-	Ibrahim <i>et al.</i> 2017
	1%	-	88.42	-	18.82	9.59	-	-	
	3%	-	95.38	-	18.97	9.71	-	-	
	5%	-	96.04	-	19.52	8.22	-	-	
Bakso daging sapi	Kontrol	6.05	-	0.58	-	-	45.93	3.46	Islam <i>et al.</i> 2012
	0.10%	6.15	-	0.47	-	-	44.75	3.44	
	0.20%	6.21	-	0.47	-	-	43.65	3.52	
	0.30%	6.24	-	0.46	-	-	41.16	3.62	
Daging lucheon	Kontrol	-	20.4	-	-	-	57.6	3.27	Rahman <i>et al.</i> 2019
	0.50%	-	55.9	-	-	-	54.12	3.92	
	1%	-	59.1	-	-	-	53.64	4.26	
	1.50%	-	62.8	-	-	-	52.97	4.57	
Daging sapi	Kontrol	5.76	-	-	-	-	-	-	Feihrmann <i>et al.</i> 2017
	3%	5.9	-	-	-	-	-	-	
	6%	6.27	-	-	-	-	-	-	
	9%	5.96	-	-	-	-	-	-	

Keterangan: (-)=menunjukkan bahwa data tersebut tidak diamati ataupun di teliti

ditunjukkan pada Tabel 5. Penurunan dan peningkatan pH pada berbagai produk olahan daging ditunjukkan pada Tabel 5. Produk olahan daging yang mengalami penurunan pH yaitu daging sapi giling nugget kambing dari pH 6.01 menjadi 5.96 (Rahman *et al.* 2020), ayam mortadella dari pH 6.21 menjadi 5.73 (Auriema *et al.* 2019), nugget ayam

dari pH 6.33 menjadi 6.22 (Madane *et al.* 2019), dan nugget kambing dari pH 6.20 menjadi 6.10 (Verma *et al.* 2020). Penurunan ini terjadi disebabkan oleh pH ekstrak yang didapatkan pada daun kelor yaitu 5.44 sehingga produk olahan daging mengalami penurunan pH (Madane *et al.* 2019).

Menurut Hazra *et al.* (2012) produk olahan daging yang mengalami peningkatan pH disebabkan oleh kualitas daging sapi yang digunakan cenderung lebih tua sehingga pH yang didapat cenderung stabil ataupun mengalami peningkatan. Produk olahan daging pada Tabel 5 yang mengalami peningkatan pH, yaitu daging sapi (Hazra *et al.* 2012) dari pH 5.5 menjadi 6.0 dan bakso daging sapi (Islam *et al.* 2012) dari pH 6.05 menjadi 6.24. Namun, menurut Islam *et al.* (2018) peningkatan ataupun penurunan pH produk olahan disebabkan oleh ekstrak daun kelor yang didapatkan. Jika ekstrak daun kelor bersifat asam maka produk olahan daging sapi giling akan mengalami penurunan pH dan jika ekstrak daun kelor yang didapatkan bersifat basa maka produk olahan daging akan mengalami peningkatan pH. Jumlah mikroorganisme juga semakin tinggi jika pH produk olahan daging semakin tinggi (Purnomo 2012). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Buckle *et al.* (2010) yaitu pada pH kisaran pH 5.1 hingga 6.1 (pH rendah) akan menyebabkan daging mempunyai struktur terbuka, sedangkan pH kisaran pH 6.2 sampai 7.2 (pH tinggi) menyebabkan daging pada tahap akhir akan mempunyai struktur yang tertutup atau padat dan lebih memungkinkan untuk perkembangan mikroorganisme lebih baik.

pH dan daya ikat air (DIA) memiliki hubungan berbanding lurus yang mana semakin tinggi pH maka akan semakin tinggi daya ikat air (DIA) pada produk daging tersebut sedangkan hubungan pH dan susut masak berbanding terbalik yang mana semakin tinggi pH maka susut masak semakin rendah (Purnomo 2012). Menurut Soeparno (2009) pH daging umumnya pada kisaran pH 5.40 sampai pH 6.30 sehingga produk olahan daging pada Tabel 4.6 memiliki pH yang normal.

Tabel 5 juga menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan pada produk olahan daging kofta dan daging luccheon ditunjukkan pada Tabel 5. Aktivitas antioksidan daging kofta mengalami peningkatan dari 67.65 % hingga 96.04% dengan penambahan konsentrasi ekstrak daun kelor sebanyak 5% (Ibrahim *et al.* 2017). Peningkatan aktivitas antioksidan juga dialami pada produk olahan daging luccheon dari 20.4% hingga 62.8% (Rahman *et al.* 2019). Hal ini membuktikan bahwa daun kelor dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada produk olahan daging. Senyawa-senyawa antioksidan pada daun kelor seperti alkaloid, flavonoid, tannin dan steroid inilah yang berperan menghambat kerusakan oksidatif.

Mekanisme antioksidan pada daun kelor terbagi menjadi 2 fungsi (Simanjuntak 2012). Fungsi pertama, yaitu berperan sebagai pemberi atom hidrogen. Senyawa ini memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida (R*, ROO*) atau mengubahnya ke bentuk lebih stabil. Fungsi kedua, yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan pengubahan radikal lipida ke bentuk lebih stabil.

Selain terjadinya peningkatan aktivitas antioksidan, penambahan ekstrak daun kelor juga memengaruhi penurunan kadar lemak pada produk olahan daging. Menurut Teye *et al.* (2013) penambahan tepung daun kelor juga dapat memperbaiki kualitas sensoris dan zat gizi dari sosis jenis

frankfurter yang ditandai dengan meningkatnya kandungan protein kasar dan berkurangnya kandungan lemak Hal ini dikarenakan kandungan protein yang tinggi pada daun kelor sehingga meningkatkan jumlah kandungan protein pada produk sosis frankfurter. Penurunan kadar lemak terjadi pada produk ayam mortadella dari 22.34% hingga menjadi 18.17%, nugget ayam dari 14.25% hingga menjadi 14.07%, burger sapi dari 10.99% hingga menjadi 10.36%, dan daging kofta dari 9.62% hingga menjadi 8.22%.

Peningkatan aktivitas antioksidan juga mengakibatkan penurunan bilangan TBARS pada produk olahan daging. Menurut Karseno *et al.* (2013) hubungan bilangan TBARS dengan aktivitas antioksidan berbanding terbalik, jika bilangan TBARS rendah maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Produk olahan daging yang mengalami penurunan bilangan TBARS, yaitu nugget kambing dari 0.90 mg MDA kg⁻¹ hingga menjadi 0.70 mg MDA kg⁻¹, nugget ayam dari 1.94 mg MDA kg⁻¹ hingga menjadi 0.81 mg MDA kg⁻¹, burger sapi dari 1.60 MDA kg⁻¹ hingga menjadi 0.50 MDA kg⁻¹, daging sapi giling dari 0.42 MDA kg⁻¹ hingga menjadi 0.23 MDA kg⁻¹, dan bakso daging sapi dari 0.58 MDA kg⁻¹ hingga menjadi 0.46 MDA kg⁻¹. Ambang batas bilangan TBARS pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa masih tergolong normal, yaitu tidak melebihi 2.0 mg MDA kg⁻¹ (Laksono *et al.* 2017).

Pengaruh penambahan ekstrak daun kelor tidak hanya memengaruhi kandungan protein, lemak, bilangan TBARS, dan aktivitas antioksidan tetapi juga memengaruhi peningkatan ataupun penurunan kelembaban dan kandungan mineral produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor. Akan tetapi, perubahan tersebut tidak signifikan.

Produk olahan daging yang dipasarkan negara Indonesia mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI) dan badan pengawasan obat dan makanan (BPOM). Sosis daging kombinasi di Indonesia memiliki standar kadar abu maksimal 3%, kadar protein minimal 8%, dan kadar lemak maksimal 20% sehingga ayam mortadella yang ditambahkan ekstrak daun kelor pada Tabel 4.6 memiliki kandungan mineral 2.89% sampai 3.00%, kandungan protein 13.53% sampai 14.03%, dan kandungan lemak 18.17% sampai 19.79% lulus uji berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) sosis daging (SNI 2015). Tidak hanya ayam mortadella yang telah sesuai dengan SNI, terdapat pula burger sapi, daging sapi giling, dan daging kofta yang ditambahkan ekstrak daun kelor telah sesuai standar SNI sosis daging. Burger sapi yang ditambahkan ekstrak daun kelor memiliki kandungan mineral 2.34% sampai 2.56%, kandungan protein 25.85% sampai 26.34%, dan kandungan lemak 10.36% sampai 10.89%. Daging sapi giling yang ditambahkan ekstrak daun kelor yang dikaji memiliki kandungan protein 20.20% sampai 20.24%. Daging kofta yang ditambahkan ekstrak daun kelor memiliki kandungan protein 18.82%–19.52%. Nugget kombinasi memiliki kandungan protein minimal 9% dan kandungan kadar lemak maksimal 20% sehingga nugget ayam ataupun kambing yang ditambahkan ekstrak daun kelor pada Tabel 5 sudah sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI) sosis daging (SNI 2014). Nugget kambing yang ditambahkan daun kelor memiliki kandungan protein 16.0% sampai 16.2%, dan

kadar lemak 13.6%. Nugget ayam yang ditambahkan daun kelor memiliki kandungan protein 15.37% sampai 16.32% dan kadar lemak 14.07% sampai 14.10%.

Karakteristik Mikrobiologi Produk Olahan Daging yang Ditambahkan Ekstrak Daun Kelor

Karakteristik yang ditinjau dari *total plate count* (TPC) pada Tabel 6 menunjukkan penurunan TPC pada produk olahan daging sapi giling dan nugget kambing. Hal ini disebabkan oleh peran dari ekstrak daun kelor sebagai antimikroba Verma *et al.* (2020). Menurut Verma *et al.* (2020); Buckar *et al.* (2010) antimikroba pada daun kelor dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterobacter aerogenes* sedangkan menurut Verma *et al.* (2020); Nickon *et al.* (2003) antimikroba pada daun kelor dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella boydii*, *Shigella dysenteriae*, dan *Staphylococcus aureus*.

Senyawa-senyawa pada daun kelor yang dapat berperan sebagai antimikroba, yaitu alkaloid, polyphenol, flavonoid, anthraquinones, coumarin, tannin, triterpene, dan sterols saponins (Wang *et al.* 2016). Mekanisme senyawa polyphenol pada daun kelor dalam menghambat mikroba, yaitu dengan cara penghambatan molekuler yang sebagian besar terjadi pada membran sel mikroorganisme, menghasilkan malformasi dan meningkatkan permeabilitasnya. Selain itu, polyphenol juga dapat menghambat enzim mikroba ekstraseluler, penurunan senyawa yang diperlukan untuk pertumbuhan sel, ataupun modulasi metabolisme melalui penghambatan kapasitas fosforilasi oksidatif (Coral *et al.* 2020). Batas cemaran mikroba pada produk olahan daging, 105 koloni g⁻¹ sehingga penambahan ekstrak daun kelor pada produk olahan daging lulus uji dengan standar nasional Indonesia (SNI 2009).

Tabel 6. Karakteristik mikrobiologi produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor

Produk olahan daging	Konsentrasi penambahan ekstrak daun kelor	TPC (log cfu g ⁻¹)	Sumber
Daging sapi giling	Kontrol	3.0	Hazra <i>et al.</i> 2012
	1%	3.0	
	1.50%	2.7	
	2%	2.7	
Nugget kambing	Kontrol	2.9	Verma <i>et al.</i> 2020
	1%	2.9	
	2%	2.7	

Sifat Sensoris Produk Olahan Daging yang Ditambahkan Ekstrak Daun Kelor

Sifat sensoris produk olahan daging dengan penambahan ekstrak daun kelor ditinjau dari beberapa parameter, seperti warna, aroma, rasa, tekstur, *juiciness*, dan penerimaan secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 7. Nilai-nilai dari berbagai parameter ditentukan dengan

skala yang umumnya menggunakan skala 1 (sangat tidak disukai) hingga skala 5 (sangat disukai) ataupun skala 1 (amat sangat tidak disukai) hingga 8 (amat sangat disukai). Penambahan ekstrak daun kelor pada produk olahan daging mengakibatkan perubahan sensori, terutama pada rasa dan aroma yang mana semakin ditambahkan semakin tidak disukai (Tabel 7). Hal ini disebabkan oleh daun kelor memiliki bau langu yang khas sehingga bila ditambahkan pada produk olahan pangan akan mengakibatkan rasa dan aroma yang kurang menyenangkan (Raja *et al.* 2017). Akan tetapi, menurut (Hazra *et al.* 2012) penambahan 1.5% menonaktifkan secara sementara bau langu pada daun kelor. Menurut Rahman *et al.* (2020) meningkatnya tingkat kesukaan rasa pada produk nugget kambing yang ditambahkan daun kelor disebabkan oleh penggunaan rempah rempah yang digunakan, seperti daun cengkeh yang mana cengkeh memiliki rasa dan aroma yang khas. Menurut Islam *et al.* (2012) penggunaan buah plum kering memiliki aroma dan rasa yang manis sehingga dapat menetralkan bau langu pada daun kelor.

Berdasarkan parameter warna dan rasa produk olahan daging yang ditambahkan daun kelor pada pemberian skala 1 hingga 8 yang paling disukai berturut-turut, yaitu daging kofta dengan penambahan 5% ekstrak daun kelor dengan skala 7.72 dan 7.64 (Hazra *et al.* 2012) sedangkan pada parameter aroma, *juiciness*, dan tekstur produk olahan daging yang ditambahkan daun kelor pada pemberian skala 1 hingga 8 yang paling disukai berturut-turut, yaitu nugget ayam dengan penambahan 2% ekstrak daun kelor kering dengan skala 4.65 (Hastuti *et al.* 2015), nugget kambing dengan penambahan 1% ekstrak daun kelor dengan skala 7.10 (Verma *et al.* 2020), dan daging sapi giling dengan penambahan 2% ekstrak daun kelor dengan skala 7.10 (Hazra *et al.* 2012) akan tetapi produk olahan daging secara keseluruhan (*overall*) daging sapi giling dengan penambahan 1.5% ekstrak daun kelor paling disukai dengan skala 7.2 (Hazra *et al.* 2012) diantara produk olahan daging dengan pemberian skala 1 hingga 8 seperti nugget kambing dan nugget ayam.

Berdasarkan parameter warna, rasa, *juiciness*, dan tekstur produk olahan daging yang ditambahkan daun kelor pada pemberian skala 1 hingga 5 yang paling disukai, yaitu nugget kambing dengan penambahan 0.3% ekstrak daun kelor dengan skala berturut-turut, yaitu 4.69, 4.69, 4.79, dan 4.75 (Rahman *et al.* 2020) dan berdasarkan parameter aroma sosis ayam dengan penambahan 1% daun kelor dan 1% karagenan merupakan produk olahan daging yang paling disukai dengan skala 3.5 (Hastuti *et al.* 2015), secara keseluruhan nugget kambing dengan penambahan 0.3% ekstrak daun kelor (Rahman *et al.* 2020) masih disukai, begitu juga dengan produk burger sapi (Al-Juhaimi *et al.* 2015), bakso sapi (Islam *et al.* 2012), sosis ayam (Indarti dan Ismawati 2019), dan bakso sapi (Evivie *et al.* 2015). Menurut Muchtadi *et al.* (2011) pengaruh pemberian ekstrak daun kelor menghasilkan warna hijau muda pada produk olahan bakso. Hal ini disebabkan oleh pigmen hijau daun kelor yang mengandung klorofil.

Tabel 7. Uji hedonik produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*)

Produk olahan daging	Konsentrasi penambahan ekstrak daun kelor	Warna	Rasa	Aroma	Juiciness	Tekstur	Penerimaan keseluruhan
Daging sapi giling ^a	Kontrol	6.70	6.20	-	6.10	5.70	5.90
	1%	6.90	6.90	-	6.80	6.90	7.00
	1.50%	7.20	7.30	-	6.90	7.10	7.20
	2%	7.20	7.10	-	6.90	7.10	7.10
Daging kofta ^b	Kontrol	7.18	7.73	-	-	-	-
	1%	7.18	7.64	-	-	-	-
	3%	7.72	7.64	-	-	-	-
	5%	7.45	7.36	-	-	-	-
Nugget kambing ^c	Kontrol	3.91	3.96	-	3.98	4.63	3.78
	0.10%	4.29	4.28	-	4.34	4.42	4.31
	0.20%	4.52	4.46	-	4.63	4.67	4.52
	0.30%	4.69	4.69	-	4.79	4.75	4.59
Nugget kambing ^d	Kontrol	-	7.30	-	7.20	-	7.30
	1%	-	7.10	-	7.10	-	7.10
	2%	-	6.60	-	6.90	-	7.10
Burger Sapi ^e	Kontrol	-	3.29	-	3.77	3.09	-
	2%	-	2.68	-	3.11	3.23	-
	4%	-	2.37	-	2.97	3.27	-
	6%	-	2.26	-	2.83	3.48	-
Bakso daging sapi ^f	Kontrol	3.55	3.55	-	3.73	3.73	3.55
	0.10%	4.17	4.08	-	4.25	4.33	4.08
	0.20%	4.50	4.42	-	4.58	4.67	4.33
	0.30%	4.17	4.42	-	4.75	4.67	4.17
Nugget ayam ^g	Kontrol	5.76	5.53	5.24	-	5.35	-
	2% daun kelor kering	4.41	4.24	4.65	-	4.24	-
	2% daun kelor segar	4.59	4.53	4.35	-	4.35	-
Sosis ayam ^h	1% daun kelor dan 1% karagenan	1.33	3.33	3.50	-	1.97	-
	1% daun kelor dan 2% karagenan	2.8	2.53	2.5	-	3.17	-
	1% daun kelor dan 3% karagenan	3.77	1.37	1.63	-	3.73	-
	1.5% daun kelor dan 1% karagenan	1.67	3.27	3.33	-	2.10	-
	1.5% daun kelor dan 2% karagenan	3.2	2.53	2.47	-	3.73	-
	1.5% daun kelor dan 3% karagenan	3.57	1.40	1.77	-	3.67	-
	2% daun kelor dan 1% karagenan	1.90	3.57	3.13	-	2.43	-
	2% daun kelor dan 2% karagenan	3.30	2.63	2.73	-	3.63	-
	2% daun kelor dan 3% karagenan	3.33	1.63	2.03	-	3.57	-

Tabel 7. Uji hedonik produk olahan daging yang ditambahkan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) (lanjutan)

Produk olahan daging	Konsentrasi penambahan ekstrak daun kelor	Warna	Rasa	Aroma	Juiciness	Tekstur	Penerimaan keseluruhan
Bakso ⁱ	Kontrol	4.70	4.29	-	-	-	4.38
	1%	3.80	4.05	-	-	-	3.90
	2%	2.6	3.47	-	-	-	3.79
	3%	2.78	3.07	-	-	-	2.81
	4%	2.25	2.85	-	-	-	2.87

Keterangan: (-)=menunjukkan bahwa data tersebut tidak di amati ataupun diteliti; a= Hazra *et al.* 2012 (1=amat sangat tidak diinginkan hingga 8=amat sangat diinginkan); b= Ibrahim *et al.* 2017 (1=amat sangat tidak diinginkan hingga 8=amat sangat diinginkan); c= Rahman *et al.* 2020 (1=sangat buruk hingga 5 sangat bagus) ; d=Verma *et al.* 2020 (1=amat sangat tidak diinginkan hingga 8=amat sangat diinginkan);e= Al-Juhaimi *et al.* 2015 (1=sangat buruk hingga 5 sangat bagus); f=Islam *et al.* 2012 (1=sangat buruk hingga 5 sangat bagus); g=Hastuti *et al.* 2015 (1=amat sangat tidak disukai hingga 7=amat sangat disukai); h=Indarti dan Ismawati 2019 (1=sangat buruk hingga 5 sangat bagus); i= Evivie *et al.* 2015 (1=sangat buruk hingga 5 sangat bagus).

KESIMPULAN

Pemanfaatan ekstrak daun kelor dapat menetralkan senyawa radikal bebas dan menghambat ketengikan pada berbagai produk olahan daging. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada ekstrak yang menggunakan pelarut etanol dan metanol dengan teknik ekstraksi maserasi. Produk olahan daging dengan penambahan ekstrak daun kelor menghasilkan peningkatan aktivitas antioksidan dan kadar protein, penurunan kadar lemak dan nilai TBARS, terhambatnya pertumbuhan mikroba, perubahan pH sesuai dengan pH ekstrak yang didapatkan, dan peningkatan kesukaan konsumen jika juga ditambahkan bahan tambahan pangan alami, seperti buah plum dan cengkeh, yang dapat menghilangkan aroma langu dari daun kelor tersebut. Selain itu, penambahan ekstrak daun kelor pada berbagai produk olahan daging memengaruhi peningkatan aktivitas antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, K., & T. Estiasih. 2009. Teknologi Pengolahan Pangan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aljuhaimi, F., K. Ghafour, M. D. Hawashin, O. N. Alswamhi, & E. E. Babiker. 2016. Effects of different levels of Moringa (*Moringa oleifera*) seed flour on quality attributes of beef burgers. *Journal of Food*. 14(1):1-9.
- Arifin, & Ibrahim. 2018. Struktur, bioaktivitas, dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*. 6(1): 21-29. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>
- Auriema, B. E., V. P. Dinalli, T. Kato, M. Yamaguchi, D. F. Marchi, & A. L. Soares. 2019. Physical and chemical properties of chicken mortadella formulated with Moringa oleifera Lam. seed flour. *Food Science and Technology*. 1-6.
- Bukar, A., A. Uba, & T. Oyeyi. 2010. Antimicrobial profile of Moringa oleifera lam. Extracts against some food borne microorganisms. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 3 (1): 43-48. DOI: 10.4314/bajopas.v3i1.58706
- Buckle, K. A. 2010. Ilmu Pangan. Jakarta: UI Pr.
- Budidarma, Y. 2019. Panduan Ilmu Lengkap Ilmu Butchery Teknik Pemotongan dan Pengolahan Daging. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Chayati, I., & A. Ari. 2008. Kimia Pangan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Charoensin, S. 2014. Antioxidant and anticancer activities of Moringa oleifera leaves. *Journal of Medicinal Plant Research*. 8(7): 318-325.
- Coral, M. F., P. G. Olivera, A. G. Pereira, C. L. Lopes, C. J. Lopez, M. A. Prieto, & J. S. Gandara. 2020. Technological application of tannin based extracts. *Molecules*. 25(614): 1-27.
- Evivie, S. E., P. A. Ebahhamiegbho, J. O. Imaren, & J. O. Igene. 2015. Evaluating the organoleptic properties of soy meatballs (beef) with varying levels of Moringa oleifera leaves powder. *Journal Application Science. Environmental Manage*. 19(4): 649-656.
- Fellow, P. J. 2017. Food Processing Technology Principle and Practice. Cambridge (UK): Woodhead Publishing.
- Falowo, A. B., V. Muchenje, A. Hugo, O. A. Aiyegoro, & P. O. Fayemi. 2017. Antioxidant activities of Moringa oleifera and Bidens pilosa leaf extracts and their effects on oxidative stability of ground raw beef during refrigeration storage. *Journal of Food*. 15(2): 249-256.
- Febrina, B. P., T. Suryati, & I. I. Arief. 2018. Karakteristik dendeng lambok khas sumatera barat dengan metode pengolahan dan lama penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 6(1):92-99.
- Feihrmann, A. C., M. G. Nascimento, C. Z. Belluco, P. O. Fioroto, L. C. Filho, L. C. Tonon. 2017. Evaluation of the Effect of Antioxidant Moringa oleifera Extract in Beef. *Chemical Engineering Transactions*. 57(2017): 1993-1998.
- Fitriana, W. D., T. Ersam, K. Shimizu, & S. Fatmawati. 2016. Antioxidant activity of Moringa oleifera extracts. *Indonesian Journal Chemical*. 16(3): 297-301.
- Gupta, A., M. Naraniwal, & V. Kothari. 2012. Modern extraction methods for preparation of bioactive plant extracts. *International Journal of Applied and Natural Sciences*. 1(1): 8-26.

- Handa, S. S., S. P. S. Khanuja, G. Longo, & D. D. Rakesh.** 2008. Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. Trieste (IT): ICS UNIDO.
- Hasanah, U., Yusriadi, & A. Khumaidi.** 2017. Formulasi gel ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai antioksidan. Online Journal of Natural Science. 6(1): 46–57.
- Hastuti, S., S. Suryawati, & I. Maflahah.** 2015. Pengujian sensoris nugget ayam fortifikasi daun kelor. Agrotek. 9(1): 71–75.
- Halid, S. A., & A. Rahim.** 2018. Sifat fisik, kimia, dan aktivitas antioksidan abon daging ayam di kota Palu. Jurnal Agroland. 25(2): 154–164.
- Hazra, S., S. Biswas, D. Bhattacharyya, S. K. Das, & A. Khan.** 2011. Quality of cooked ground buffalo meat treated with the crude extracts of *Moringa oleifera* leaves. Journal Food Science Technology. 49(2): 240–245.
- Ibrahim, M. A., S. Y. Elfaham, M. F. Salama, & K. H. Mahmoud.** 2017. Effect of *Moringa oleifera* leaves powder as antioxidant on quality of meat-rice Kofta during frozen storage. Current Science International. 6(4): 821–829.
- Islam, F., M. A. Hossain, M. F. Rahman, M. A. Hashem, M. Rahman, Azad MAK.** 2018. Effect of synthetic or herbal preservatives on the quality of beef meatballs at different shelf life periods. SAARC Journal Agriculture. 16(1): 23–34.
- Indarti, & Ismawati.** 2019. Pengaruh penambahan jumlah karagenan dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap sifat organoleptik sosis ayam. Journal Tata Boga. 8(1): 202–214.
- Indranila, & M. Ulfah.** 2015. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun karika (*Carica pubescens*) dengan metode DPPH beserta identifikasi senyawa alkaloid, fenol, dan flavonoid. Di dalam : Wahid Hasyim. Prosiding Seminar Nasional Peluang Herbal Sebagai Alternatif Medicine. 2015. Semarang, Indonesia. Fakultas Farmasi Universitas Hasyim. 105–111.
- Jabbar, A., Wahyuni, M. H. Malaka, & Aprilliani.** 2019. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol buah, daun, batang dan rimpang pada tanaman wualae (*Etlingera elatior*). Galenika Journal of Pharmacy. 5(2): 189–197.
- Lapase, O. A., J. Gumilar, & W. Tanwiriah.** 2016. The physical quality (water holding capacity, cooking losses, and tenderness) of chicken thigh meat because of boiling time. E-Journal Students. 5(4): 1–7.
- Lakono, A. M. S., I. N. S. Miwada, & M. Hartawan.** 2017. Evaluasi penggunaan asap cair pada konsentrasi berbeda terhadap kualitas fisik bakso sapi. e-Journal Peternakan Tropika. 5(3): 489–499.
- Leone, A., A. Spada, A. Battezzati, A. Schiraldi, J. Aristil, & S. Bertoli.** 2015. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves. International Journal Molecular Science. 16 (2015): 12791-12835.
- Kadare, S., & R. P. Singh.** 2011. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. Journal Food Science Technology. 48(4): 411–422.
- Kasolo, J. N., G. S. Bimenya, L. Ojok, & J. W. Ogwalokeng.** 2011. Phytochemicals and acute toxicity of *Moringa oleifera* roots in mice. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy. 3(3): 38–42.
- Marjoni, R.** 2016. Dasar-Dasar Fitokimia. Jakarta: CV. Trans Info Media.
- Martiningsing, N. W., & I. M. P. A. Santiasa.** 2015. Uji aktivitas antioksidan ekstrak n heksana dan etil asetat daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dengan metode peredaman radikal bebas DPPH. Di dalam : Undiksha. Seminar Nasional riset Inovatif III. 2015. Bali, Indonesia. Undiksha: 398–492.
- Madane, P., A. K. Das, M. Pateiro, P. K. Nanda, S. Bandyopadhyay, P. Jagtap, F. J. Barba, A. Shewalkar, B. Maity, et al.** 2019. Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. 8(307): 1–19.
- Meigaria, K. M., I. W. Mudianta, & N. W. Martiningsih.** 2016. Skrinning fitokimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak aseton daun kelor (*Moringa oleifera*). Jurnal Wahana Matematika dan Sains. 10(2): 1–11.
- Muchtadi.** 2011. Ilmu Pengetahuan Bahan Makanan. Bandung: Alfabeta.
- Muntikah, & Razak.** 2017. Ilmu Teknologi Pangan. Jakarta: Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan
- Paulinus, O. N., & O. O. Tinuade.** 2013. A comparative study of malondiadehyde content of some meat and fish samples processed by different methods. Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation. 2 (4): 26–29.
- Pandey, A., R. D. Pandey, P. Tripathi, P. P. Gupta, J. Haider, S. Bhatt, & A. V. Singh.** 2012. *Moringa oleifera* Lam Sahijan a plant with plethora of diverse therapeutic benefits. Medicinal & Aromatic Plants. 1(1): 1–8.
- Parwata, I. M. O. A.** 2015. Kimia Terapan. Denpasar: Universitas Udayana.
- Purnomo, H.** 2012. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Daging. Malang: UB Pr.
- Putra, I. W. D. P., A. A. G. O. Dharmayudha, & L. M. Sudimartini.** 2016. Identifikasi senyawa kimia ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. Indonesia MedicusVeterinus. 5(5): 464–473.
- Rahman, R. S. A., G. Abdulla, G. M. Araby, S. E. Nemr, & G. A. Shourbagy.** 2019. Effect of *Moringa* leaves extract addition on luncheon meat quality. Food, Dairy and Home Economic Research. 46(6B): 2307–2316.
- Rahman, M. H., M. S. Alam, M. M. Monir, & S. M. E. Rahman.** 2020. Effect of *Moringa oleifera* leaf extract and synthetic antioxidant on quality and shelf-life of goat meat nuggets at frozen storage. International Journal of Food Research. 7(2020): 34–45.

- Raja, R. R., M. Sreenivasulu, S. Vaishnavi, D. M. Navyasri, G. Samatha, S. Geethalakshmi.** 2017. Overview an *Moringa oleifera*. Research and Analysis Journal of Applied Research. 2(9): 620–624.
- Reda, S. Y.** 2011. Evaluation of antioxidants stability by thermal analysis and its effect in heated edible vegetable oil. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. 31(2): 475-480. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000200030>
- Rizkayanti, A. W. M. Diah, & R. M. Jura.** 2017. Uji aktivitas antioksidan ekstrak air dan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Akademia Kimia*. 6(2) :125–131.
- Salampe, M., Z. Rahma, S. Nur, & S. S. Mamada.** 2019. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun beroma (*Cajanus cajan*). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 23(1): 29–31.
- Schwag, S., & M. Das.** 2013. Antioxidant activity: an overview. *Research & Reviews: Journal of Food Science & Technology*. 1 (2013): 1–10.
- Simanjuntak, K.** 2012. Peran antioksidan flavonoid dalam meningkatkan kesehatan. *Bina Widya*. 23(3): 135–140.
- Singh, T. P., P. Singh, P. Kumar.** 2015. Drumstick (*Moringa Oleifera*) as a food additive in livestock products. *Food Additive in Livestock Products*. 45 (3) : 423 – 432.
- SNI (Standar Nasional Indonesia).** 2008. 01–3932–2008. Mutu Karkas dan Daging Sapi. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- SNI (Standar Nasional Indonesia).** 2009. 01–7388–2009. Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- SNI (Standar Nasional Indonesia).** 2014. 01-6683-2014. Nugget Ayam. Jakarta: Standar Nasional
- SNI (Standar Nasional Indonesia).** 2015. 01-382002015. Sosis Daging. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Soeparno.** 2009. Ilmu Teknologi Daging. Yogyakarta: UGM Pr.
- Teye, G., F. Baffoe, & M. Teye.** 2013. Effects of moringa (*Moringa oleifera*) leaf powder and dawadawa (*Parkia biglobosa*) on sensory characteristics and nutritional quality of frankfurter type sausages a preliminary study. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 2 (1): 29–33.
- Tutik, I. N. A. Dwipayana, & V. Esyana.** 2018. Identifikasi dan perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor pada variasi pelarut dengan metode DPPH. *Jurnal Farmasi Malahayati*. 1(2).
- Ulfa, S., & R. Ismawati.** 2016. Pengaruh penambahan jumlah dan perlakuan awal daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap sifat organoleptik. *E-journal Boga*. 5(3): 83–90. <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/Skripsi-Tata-Boga/article/view/72006>
- Verma, A. K., V. Rajkumar, M. S. Kumar, & S. K. Jayant.** 2020. Antioxidative effect of drumstick (*Moringa oleifera* L.) flower on the quality and stability of goat meat nuggets. *Nutrition & Food Science*. 50 (1):84–95.
- Vongsak, B., P. Sithisarn, S. Mangmool, S. Thongpraditchote, Y. Thongpraditchote, & W. Gritsanapan.** 2012. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products*. 44 (2013): 566–571.
- Verdiana, M., I. W. R. Widarta, & I. D. G. M. Permana.** 2018. Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah lemon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 7(4): 213–233.
- Wang, L., X. Chen, & A. Wu.** 2016. Mini review on antimicrobial activity and bioactive compounds of *Moringa oleifera*. *Med chem*. 6(9): 578–582.
- Winarno, F. G.** 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Wonoraharjo, S.** 2013. Sebuah Pengantar Metode Pemisahan Kimia. Jakarta: Akademia Permata
- Yati, S. J., Sumpono, & N. Candra.** 2018. Potensi aktivitas antioksidan metabolit sekunder dari bakteri endofit pada daun *Moringa oleifera*. *Alotrop*. 2(1) :82 -87.
- Yuslianti, E. R., F. Faramayuda, H. Juliastuti, I. Rakhmat, & D. R. Handayani.** 2019. Radikal Bebas dan Antioksidan. Yogyakarta: deepublish.