

Karakteristik Sate Padang dalam Kemasan dengan Suhu dan Waktu Simpan Berbeda

(Characteristics of Padang Satay in Packaging under Various Temperatures and Storage Times)

Panji Khairi Putra^{1*}, Tuti Suryati², Zakiah Wulandari²

(Diterima November 2023/Disetujui Agustus 2024)

ABSTRAK

Sate Padang, makanan khas dari Sumatera Barat, adalah salah satu warisan kuliner tradisional Indonesia. Percobaan ini dilakukan untuk mengatasi masalah penurunan kualitasnya. Metode vakum dan sterilisasi dengan menggunakan pengemasan kantong retor (*retort pouch*) diharapkan mampu menjaga kualitas produk hingga 21 hari pada suhu ruang dan suhu dingin. Penelitian ini bertujuan menentukan kemampuan kemasan kantong retor dalam menjaga kualitas produk dengan menganalisis sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi sate padang yang dikemas dalam kemasan retort kemudian disimpan 21 hari. Penelitian ini menerapkan rancangan acak lengkap dengan desain faktorial 2 faktor dan 4 ulangan. Hasilnya menunjukkan interaksi yang nyata antara perlakuan suhu dingin dan penyimpanan hingga 21 hari yang mampu mempertahankan nilai pH, aktivitas air, dan menjaga kualitas mikrobiologinya. Interaksi perlakuan suhu ruang dan suhu dingin tidak nyata memengaruhi ($P < 0,05$) aktivitas antioksidan dan nilai malondialdehida (MDA). Kesimpulannya, kemasan sate padang dengan kantong retor mampu meningkatkan dan menjaga kualitas fisikokimia dalam hal pH, aktivitas air, dan mikrobiologi tetapi belum mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dan menurunkan nilai MDA produk.

Kata kunci: kantong retor, pengemasan, sate padang, suhu simpan

ABSTRACT

Padang satay is a typical West Sumatran food that is part of Indonesia's traditional heritage. The experiment was carried out to overcome the problem of decreasing the quality of padang satay products. The vacuum and sterilization method utilized retort pouch packaging, which was anticipated to preserve product quality for up to 21 days during storage at both room and cold temperatures. This study aims to assess the effectiveness of retort pouch packaging in maintaining the quality of satay products by examining their physical, chemical, and microbiological properties after being packaged in retort pouches and stored for 21 days. The research employed a completely randomized design with a factorial arrangement of 2 factors and 4 replications.. Replications were taken for each temperature and storage time. The results showed a significant interaction between cold temperature treatment and storage for up to 21 days, maintaining pH values, water activity, and microbiological quality. Furthermore, the interaction between room temperature and cold temperature treatment could not significantly affect antioxidant activity and MDA levels ($p < 0.05$). In conclusion, padang satay packaging using retort pouch could improve and maintain physicochemical quality in pH, water activity, and microbiology. However, it could not increase antioxidant activity or reduce the MDA level of the product.

Keywords: packaging, retort pouch, satay padang, temperature storage

PENDAHULUAN

Daging ayam adalah salah satu sumber protein hewani yang sangat populer di Indonesia. Berdasarkan data statistik, konsumsi daging ayam broiler pada tahun 2019 mencapai 5,70 kg per kapita per tahun dan meningkat menjadi 6,55 kg per kapita per tahun pada tahun 2021. Kenaikan ini disebabkan oleh harga

daging ayam yang relatif terjangkau dan kandungan proteinnya yang lengkap. Selain itu, daging unggas lebih disukai karena mudah dicerna (Yashoda *et al.* 2001). Saat ini, banyak produk olahan daging ayam yang tersedia di pasaran, dengan sate padang menjadi salah satu yang paling diminati.

Sate padang adalah makanan khas dari Sumatera Barat yang merupakan bagian dari warisan kuliner tradisional Indonesia. Di berbagai daerah di Sumatera Barat, sate padang hadir dalam berbagai variasi, masing-masing dengan sejarah, campuran bumbu, dan cara pengolahan yang berbeda. Sate padang dibuat dengan merebus daging terlebih dahulu atau prapemasakan dengan bumbu seperti kunyit, bawang putih, bawang merah, dan lengkuas. Rempah-rempah

¹ Sekolah Pascasarjana, Fakultas Peternakan, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:

Email: panjikhairipanji@apps.ipb.ac.id

ini memberikan aroma dan rasa khas pada sate, menambah ciri khas pada produk olahan tersebut. Aktivitas antimikrob yang cukup kuat diketahui dimiliki dari beberapa jenis rempah terutama pada bumbu masakan seperti jinten, kunyit, dan kapulaga. Keseimbangan antara bumbu dan rempah ini memberikan kepuasan pada konsumen (Hikmatulloh 2017).

Masalah umum yang dihadapi dalam pengolahan sate padang adalah perubahan kualitas dan pembusukan produk yang cepat. Biasanya, sate ini hanya bertahan satu hari pada suhu ruang dan dua hari jika disimpan di lemari pendingin. Pembusukan disebabkan oleh kemasan yang tidak efektif dalam menahan kelembapan, aktivitas air, oksigen, dan udara yang bisa mengandung kontaminan. Faktor suhu penyimpanan, waktu simpan, ketersediaan oksigen, dan kadar air daging mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroba (Hajrawati 2016). Hal ini mendorong pertumbuhan bakteri pembusuk yang mempercepat kerusakan pada sate.

Penting untuk memperbaiki teknologi pengemasan dan penyimpanan dalam proses distribusi sate padang agar kualitas dan karakteristiknya tetap terjaga lebih lama. Distribusi yang lebih lama diperlukan untuk menjangkau pasar yang lebih luas karena sate padang telah terbukti populer di berbagai daerah. Teknik penanganan daging yang umum digunakan untuk menjaga kesegarannya adalah dengan menggunakan suhu rendah, yang menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan memperlambat proses biokimia yang menyebabkan penurunan kualitas dan pembusukan daging (Gelman *et al.* 2001). Penyimpanan harus dikombinasikan dengan kemasan yang sesuai untuk memperpanjang umur simpan. Kantung retor (*retort pouch*) adalah salah satu metode pengemasan yang dipilih karena kemampuannya dalam memperpanjang masa simpan sambil mempertahankan kualitas fisik dan mikrobiologi produk sate (Triyannanto *et al.* 2021). Penelitian menunjukkan bahwa kantung retor lebih efektif dalam menjaga mutu produk dibandingkan dengan kemasan polietilena. Modifikasi kemasan ini bertujuan menjadikan sate padang sebagai produk olahan daging yang dapat disimpan lebih lama untuk pasar yang lebih luas dan umur simpan yang lebih panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sate padang yang dikemas dalam kantung retor dan disimpan pada suhu ruang atau suhu dingin, berdasarkan parameter aktivitas antioksidan, kandungan malondialdehida (MDA), dan kualitas mikrobiologi sate padang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Percobaan dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Ternak dan Laboratorium Terpadu Teknologi Hasil Ternak, Departemen Ilmu Produksi dan

Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, antara bulan April hingga Juni 2023.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk membuat sate padang meliputi neraca digital, panggangan, panci, dan kompor. Pengukuran pH dilakukan dengan pH-meter, aktivitas air diukur menggunakan Aw meter, nilai MDA dan antioksidan dianalisis dengan spektrofotometer, serta total plate count (TPC) dilakukan menggunakan laminar air flow. Bahan-bahan yang digunakan termasuk media plate count agar (PCA), NaCl fisiologis, metanol, dan akuades.

Alat dan bahan yang akan digunakan perlu dicuci bersih terlebih dahulu. Daging dipotong berbentuk dadu dan bumbu untuk marinasi (bawang merah, bawang putih, kunyit, ketumbar, kemiri, cabai merah, dan jinten) dihaluskan. Potongan daging direbus selama sekitar 30 menit kemudian sate dibakar menggunakan arang bakar selama 3–10 menit (Gambar 1). Kuah sate padang disiapkan dengan menggunakan air rebusan kuah kaldu hasil marinasi dicampur dengan bumbu rempah-rempah (kapulaga, daun salam, daun jeruk, cengkeh, kembang lawang, lengkuas, dan serai) yang telah dihaluskan kemudian dicampur dengan 200 g tepung beras (Tabel 1).

Sate dan kuah yang telah dimasak masing-masing dimasukkan ke dalam kemasan, divakum, dan disumbat menggunakan alat pengemas vakum hingga tidak ada lagi udara di dalam kemasan, dan kemasan tertutup rapat. Sterilisasi dilakukan dengan autoklaf pada suhu 110°C selama 5 menit untuk memastikan produk yang akan disimpan dalam kondisi steril. Produk kemudian dapat disimpan hingga 21 hari. Parameter fisikokimia, aktivitas, kapasitas antioksidan, dan TPC dianalisis setiap 7 hari, mulai dari hari ke-0, ke-7, ke-14, hingga ke-21.

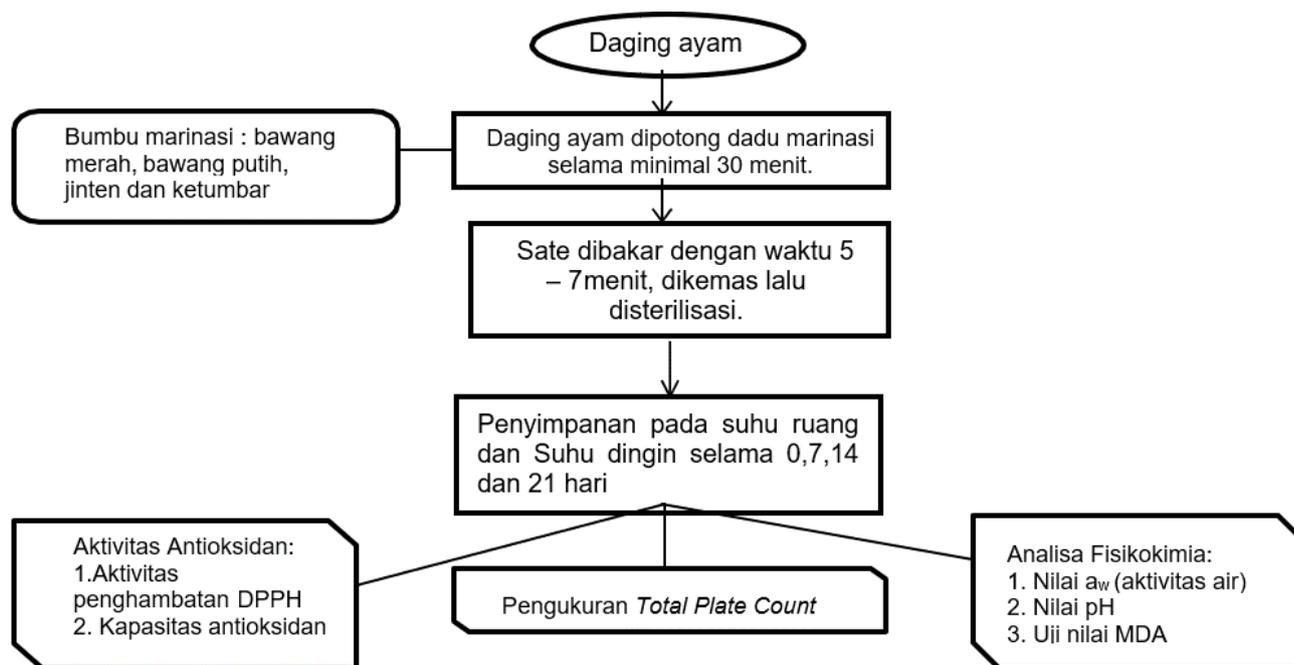
Analisis Fisikokimia

Analisis fisikokimia sate padang dalam kemasan meliputi nilai a_w , pH, dan kadar air.

- Pengukuran pH (Kosim *et al.* 2014). pH-meter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan buffer pH 4 dan pH 7, sesuai dengan rentang pH sampel yang akan diukur. Elektrode pH-meter dimasukkan ke dalam 5 g sampel yang masih padat tetapi sudah dilepas dari tusuknya. Nilai pH dibaca setelah ada tanda waktu hilang.
- Pengukuran aktivitas air (Salejda *et al.* 2015). Alat a_w (*water activity*) dikalibrasi menggunakan larutan NaCl jenuh sebelum digunakan. Sampel dihaluskan terlebih dahulu sebelum pengujian sesuai dengan petunjuk, secara duplo. Sebanyak 5 g sampel dihaluskan dan dimasukkan ke dalam bilik sampel. Setelah itu, tombol start ditekan dan ditunggu hingga alat menampilkan nilai aktivitas air.

Uji Mikrobiologi

Analisis TPC mengikuti metode Pelczar *et al.* (2007). Sebanyak 25 g sampel dilarutkan dalam 225 mL BPW



Gambar 1 Diagram alir proses pembuatan sate Padang hingga proses analisis.

Tabel 1 Formulasi bumbu Sate Padang

Jenis bahan	Formulasi		
	Bumbu sate (g)	Bumbu marinasi (g)	(%)
Daging ayam	500	-	66,14
Daun jeruk	4	-	0,53
Daun salam	2	-	0,26
Serai	34	-	4,50
Lengkuas	16	-	2,12
Cengkeh	1	-	0,13
Kapulaga	1	-	0,13
Kembang lawang	1	-	0,13
Bawang merah	-	56	7,41
Bawang putih	-	48	6,35
Ketumbar	-	30	3,97
Kemiri	-	37	4,89
Kunyit bubuk	-	10	1,32
Cabai merah	-	15	1,98
Jinten	-	1	0,13

Keterangan: Komposisi formula disusun berdasarkan berat daging yang digunakan.

dan dihomogenkan menggunakan vorteks selama 1–2 menit untuk menghasilkan pengenceran 10⁻¹. Dari pengenceran 10⁻¹, diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam 9 mL BPW menggunakan pipet steril, kemudian dihomogenkan dan diencerkan secara bertingkat untuk mendapatkan pengenceran 10⁻², 10⁻³, dan 10⁻⁴. Nilai TPC diukur dengan menggunakan pengenceran 10⁻¹ hingga 10⁻⁴ dengan cara menambahkan 1 mL dari setiap pengenceran ke dalam cawan petri yang sudah berisi 20 mL media PCA, dan dilakukan secara duplo. Setelah itu, cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dengan posisi terbalik.

Uji Aktivitas Antioksidan

• Uji aktivitas antioksidan. Sebanyak 1 g sampel yang telah dihancurkan diekstraksi dengan menggunakan 2,5 mL metanol selama 2 × 24 jam, kemudian pada 24

jam pertama ekstrak disaring sehingga diperoleh cairan ekstrak hari pertama dan diulang kembali pada hari ke-2. Ekstrak metanol kemudian digabungkan ke dalam labu takar 10 mL dan ditambahkan metanol. Campuran ekstrak kemudian ditempatkan dalam botol kaca berwarna gelap, ditutup rapat, dan disimpan di dalam lemari pembeku pada suhu -25°C. Sebanyak 0,15 mL ekstrak metanol dicampurkan dengan 0,9 mL larutan DPPH 0,1 mM (dalam pelarut metanol) dalam tabung vial. Larutan tersebut diinkubasi dalam penangas air pada suhu 37°C selama 30 menit, kemudian absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS 2453 (Agilent, USA) pada panjang gelombang 517 nm. Pengujian dilakukan secara duplo. Aktivitas penangkap radikal bebas DPPH dinyatakan dalam % scavenging activity (%SA) dengan rumus berikut:

$$\%SA = \left(1 - \frac{\text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi standar}}\right) \times 100\%$$

• Uji kapasitas antioksidan dilakukan mengikuti metode Tangkanakul *et al.* (2009). Nilai %SA dikonversi berdasarkan kurva standar, yang dibuat dari absorbansi reaksi vitamin C (asam askorbat) pada konsentrasi 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5 mg/100 mL akuades. Sebanyak 0,15 mL larutan standar vitamin C dicampurkan dengan 0,9 mL DPPH 0,1 mM (pelarut metanol). Campuran ini kemudian diinkubasi dalam penangas air pada suhu 37°C selama 30 menit dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS 2453 (Agilent, USA) pada panjang gelombang 517 nm. Kapasitas antioksidan dinyatakan dalam mg ekuivalen vitamin C per 100 g sampel.

Pengujian Kadar MDA

Pengujian kadar MDA mengikuti metode Sorensen dan Jorgensen (1996). Sampel sate dihomogenkan terlebih dahulu, kemudian dicampurkan dengan 100 mL akuades yang mengandung 0,1% propil galat (PG) dan 0,1% etilenadiamina tetraasetat (EDTA) dan diaduk hingga merata. Campuran ini kemudian dipindahkan ke dalam tabung distilasi melalui pencucian dengan menambahkan 97,5 mL akuades yang mengandung 0,1% PG dan 0,1% EDTA. Campuran diasamkan dengan 2,5 mL larutan HCl (HCl = 1:2) dan ditambahkan 5 tetes antibiuh A (Sigma-Aldrich, USA), lalu didistilasi hingga diperoleh 50 mL distilat per sampel. TBARS diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Sebanyak 5 mL distilat dicampurkan dengan 5 mL larutan TBA 0,02 M (Sigma-Aldrich, USA) dalam tabung kaca, kemudian diinkubasi dalam penangas air pada suhu 100°C selama 40 menit, sebelum didinginkan pada suhu ruang dan air mengalir. Semua distilat sampel dianalisis secara duplo. Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan stok 1,1,3,3-tetraetiloksiopropana (TEP) 0,002 M (Sigma-Aldrich, USA) yang direaksikan dengan larutan TBA dan diperlakukan sama seperti sampel. Kurva standar dibuat dari hubungan antara absorbansi pada panjang gelombang 532 nm dengan konsentrasi TEP atau MDA. Bilangan TBARS dinyatakan dalam mg MDA per kg sampel (mg MDA kg⁻¹ sampel).

$$TBARS = (CMDA \times V_{dis})/Ms$$

Keterangan:

CMDA = Konsentrasi MDA yang terbaca pada kurva standar

Ms = Berat sampel

Tabel 2 Nilai pH sate Padang

Suhu	Lama Penyimpanan			
	0	7	14	21
Ruang	6,22±0,08 ^a	6,24±0,03 ^a	6,00±0,45 ^{ab}	5,82 ± 0,20 ^b
Dingin	6,21±0,08 ^a	6,19±0,07 ^a	5,39±0,35 ^c	5,84 ± 0,13 ^b

Keterangan: Superskrip berbeda setelah angka pada nilai pH menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05).

Vdis = Volume distilat

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan pola faktorial (2x4) dan 4 ulangan. Faktor pertama adalah suhu penyimpanan, yang meliputi suhu ruang dan suhu dingin. Faktor kedua adalah lama penyimpanan, dengan 4 waktu penyimpanan yaitu 0, 7, 14, dan 21 hari. Perbedaan perlakuan yang signifikan diuji lebih lanjut dengan metode least significant difference (LSD).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = Pengamatan peubah akibat pengaruh suhu, waktu simpan, dan ulangan

μ = Rerata umum

α_i = Pengaruh suhu simpan (ruang dan dingin)

β_j = Pengaruh waktu simpan (0, 7, 14, dan 21 hari)

(αβ)_{ij} = Pengaruh interaksi perbedaan suhu simpan dan waktu simpan

ε_{ijk} = Pengaruh galat pada perbedaan suhu simpan dan waktu simpan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH

Hasil analisis varians menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara perlakuan suhu dan waktu penyimpanan terhadap nilai pH sate padang yang dikemas dalam kantong retor (p<0,05) (Tabel 2). Penyimpanan hingga hari ke-7 tidak menunjukkan perbedaan signifikan, baik pada suhu ruang maupun suhu dingin. Penurunan pH mulai terlihat pada hari ke-14. Hal ini mungkin karena jumlah total bakteri yang ikut meningkat sehingga terjadi fermentasi oleh bakteri dan menghasilkan asam laktat. Penurunan pH menurut Harmoko *et al.* (2021) disebabkan oleh aktivitas mikrob yang menyebabkan proses glikolisis menghasilkan asam laktat. Asam laktat bersifat asam, dan jika ditambahkan ke dalam larutan, dapat menurunkan pH larutan tersebut. Proses ini terjadi karena asam laktat melepaskan ion hidrogen, meningkatkan konsentrasi ion hydrogen, dan membuat produk lebih asam.

Nilai rerata pH hingga 21 hari penyimpanan, kecuali hari ke-14 pada penyimpanan suhu dingin, masih berada dalam kisaran batas aman untuk produk pangan menurut BSN (2009). Nilai pH produk pangan yang dianjurkan di atas 4 sudah termasuk dalam kategori sangat baik.

Nilai Aktivitas Air

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa tidak ada interaksi yang signifikan antara perlakuan suhu dan waktu penyimpanan pada aktivitas air sate padang yang dikemas menggunakan kantung retor, tetapi perbedaan nyata terjadi pada perlakuan waktu simpan ($p < 0,5$) (Tabel 3). Penurunan nilai aktivitas air mulai terjadi pada hari ke-14, diduga karena bakteri mulai memetabolisme nutrisi yang diambil dari lingkungan, termasuk air, sebagai media untuk tumbuh. Fenomena ini sejalan dengan kenaikan jumlah total bakteri (Tabel 6).

Jika nilai aktivitas air suatu produk tinggi maka kemampuan daya simpan akan berkurang karena mempermudah pertumbuhan mikroba (Afdal *et al.* 2017). Nilai rerata aktivitas air selama penyimpanan berkisar 0,75–0,86, artinya sampel dalam kemasan kantung retor ini masih dalam kategori aman dari batas pertumbuhan bakteri penyebab penyakit. Bakteri penyebab keracunan makanan (*foodborne disease*) menurut Sevenich *et al.* (2015) akan tumbuh pada bahan pangan dengan aktivitas air di atas 0,85.

Nilai MDA

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa tidak ada interaksi signifikan antara perlakuan suhu dan waktu penyimpanan terhadap kandungan malondialdehida (MDA) pada sampel yang dikemas menggunakan kantung retor. Namun, waktu penyimpanan memiliki pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kandungan MDA (Tabel 4).

Kadar MDA pada hari ke-0, 7, dan 14 tidak menunjukkan perbedaan signifikan, yang mengindikasikan bahwa kemasan kantung retor efektif dalam menghambat reaksi oksidasi penyebab ketengikan hingga 14 hari penyimpanan. Kantung retor memiliki karakteristik rendah penyerapan gas (oksigen) dan uap air (Triyannanto *et al.* 2020). Perbedaan signifikan terjadi pada hari penyimpanan ke-21, dengan kandungan MDA mencapai 5,38 mg/kg. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penyimpanan yang lebih lama, yang memicu peningkatan reaksi oksidasi sehingga kandungan MDA pada sate padang

meningkat. MDA adalah senyawa yang sangat reaktif dan merupakan produk peroksidasi lipid (Akdemir & Sahin 2009). Batas normal menurut Campo *et al.* (2006) adalah 2,28 mg/kg. Namun, selama masa penyimpanan, sate padang tidak menunjukkan indikasi fisik berupa aroma atau rasa tengik.

Nilai Aktivitas dan Kapasitas Antioksidan

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi signifikan antara perlakuan suhu dan waktu penyimpanan terhadap persentase aktivitas penghambatan DPPH dan kapasitas antioksidan pada sampel yang dikemas dalam kantung retor. Namun, waktu penyimpanan secara signifikan memengaruhi rerata aktivitas penghambatan DPPH dan kapasitas antioksidan (Tabel 5). Rerata aktivitas penghambatan DPPH pada hari ke-0 (53,20%), hari ke-7 (41,28%), dan hari ke-21 (32,97%) tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Perbedaan terlihat pada hari ke-14, di mana terjadi penurunan rerata yang cukup signifikan, yaitu menjadi 32,97%. Hal ini mungkin disebabkan oleh peran senyawa antioksidan yang berupaya melindungi sel-sel dan molekul-molekul biologis dari kerusakan akibat reaksi oksidatif yang berujung pada pembentukan MDA. Menurut Prawira *et al.* (2015), antioksidan adalah senyawa yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi, baik yang disebabkan oleh radikal bebas maupun agen pengoksidasi lainnya.

Nilai aktivitas antioksidan terus menurun hingga mencapai titik terendah pada hari ke-14, seiring dengan penurunan nilai pH. Hal ini mungkin terjadi karena semakin asam kondisi lingkungan, semakin berkurang pula aktivitas antioksidan. Pada pH rendah, kemampuan ion hidrogen dalam medium yang berperan sebagai donor elektron untuk menstabilkan radikal bebas mulai menurun. Kondisi asam ini juga mengindikasikan adanya proses pencokelatan atau pematangan, di mana senyawa melanoidin yang terbentuk berkurang karena intensitas proses pencokelatan juga menurun mulai pada pH 6. Sementara itu, penurunan MDA terus meningkat, yang berbanding terbalik dengan menurunnya aktivitas

Tabel 3 Nilai aktivitas air pada sate Padang

Suhu	Lama Penyimpanan			
	0	7	14	21
Ruang	0,84±0,02	0,80±0,03	0,76±0,03	0,86±0,00
Dingin	0,85±0,01	0,84±0,01	0,75±0,04	0,85±0,02
Rerata	0,85±0,02 ^a	0,82±0,03 ^b	0,75±0,04 ^c	0,85±0,02 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda setelah angka nilai aktivitas air pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Tabel 4 Kandungan MDA sate Padang (mg/kg)

Suhu	Lama Penyimpanan			
	0	7	14	21
Ruang	1,55±0,64	4,21±1,02	3,79±0,74	5,38±4,93
Dingin	1,43±0,47	2,40±1,61	2,47±0,87	5,07±0,96
Rerata	1,50±0,52 ^b	3,31±1,58 ^{ab}	3,13±1,02 ^b	5,23±3,29 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda setelah angka rerata nilai MDA pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

antioksidan hingga hari ke-14. Peningkatan aktivitas antioksidan pada hari ke-21 mungkin disebabkan oleh peningkatan produk reaksi Maillard, yang menurut Suryati *et al.* (2012) dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Ketika kondisi menjadi semakin asam, aktivitas antioksidan berkurang (Pealeu *et al.* 2011). Kapasitas antioksidan pada sate padang juga tidak dipengaruhi oleh interaksi antara kedua perlakuan, dengan nilai berkisar antara 197,64 hingga 608,65 mg EVC/100 g, dan rerata tertinggi tercatat pada hari ke-7 penyimpanan. Menurut Tangkanakul *et al.* (2009), kapasitas antioksidan dikelompokkan menjadi empat kategori: sangat tinggi (>500 mg EVC/g), tinggi (200–500 mg EVC/g), sedang (100–200 mg EVC/g), dan rendah (<100 mg EVC/g). Ini menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan pada sate padang yang dikemas dalam kantung retor dan disimpan pada suhu dingin hingga 21 hari termasuk dalam kategori tinggi.

Nilai Total Plate Count (TPC)

Hasil analisis varians menunjukkan adanya interaksi signifikan ($p < 0,05$) antara perlakuan perbedaan suhu dan waktu penyimpanan terhadap nilai TPC pada daging sate yang dikemas dalam kantung retor (Tabel 6). Nilai TPC terendah, yang tidak terdeteksi, tercatat pada hari pertama penyimpanan, baik pada suhu ruang maupun suhu dingin. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu di atas 100°C, yang secara efektif membunuh bakteri. Menurut Ananda *et al.* (2017), kualitas mikrobiologis bahan pangan yang mengalami pemanasan suhu 75°C selama 2 menit dapat membunuh mikroba patogen yang ada pada bahan pangan dan menurunkan jumlah TPC.

Peningkatan jumlah koloni mulai terjadi pada hari ke-7 suhu ruang (2,40 log CFU/mL), hari ke 14 suhu dingin (2,78–2,91 log CFU/mL) dan 3,25–3,27 log CFU/mL. Jumlah bakteri baru meningkat pada hari ke-7. Hal ini diduga karena bakteri berkembang biak dengan membelah diri setiap 30 menit, sehingga semakin lama waktu penyimpanan, bakteri akan terus berkembang pada daging dalam waktu yang relatif singkat (Ristanti *et al.* 2017). Namun, waktu penyimpanan memberikan perbedaan yang signifikan pada nilai TPC kuah sate (Tabel 6).

Kuah sate padang yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin hingga 21 hari menggunakan kemasan kantung retor tidak menunjukkan interaksi signifikan antara suhu dan waktu penyimpanan. Nilai TPC pada kuah sate tidak terdeteksi (TT) pada hari ke-0, namun meningkat pada hari ke-7 (2,90 log CFU/mL), hari ke-14 (3,34 log CFU/mL), dan hari ke-21 (3,35 log CFU/mL). Hal ini menunjukkan bahwa sterilisasi menggunakan autoklaf juga efektif untuk produk cair. Sate padang yang disimpan pada suhu ruang dan dingin hingga 21 hari masih berada di bawah batas maksimum TPC untuk produk siap konsumsi, sesuai dengan SNI 01-3818-(2014) yang menetapkan batas maksimum total plate count untuk produk siap konsumsi adalah 1×10^5 koloni/g (5,0 log CFU/g). Data TPC ini menunjukkan bahwa penggunaan kemasan kantung retor mampu mempertahankan kualitas mikrobiologis sate padang yang disimpan pada suhu ruang maupun dingin hingga 21 hari. Hal ini karena kantung retor terbuat dari laminasi aluminium foil dan polimer, yang menurut Triyannanto *et al.* (2020), tahan terhadap proses sterilisasi dan memiliki

Tabel 5 Nilai aktivitas dan kapasitas antioksidan sate Padang

Suhu	Lama Penyimpanan			
	0	7	14	21
Penghambatan terhadap DPPH (%)				
Ruang	50,39±18,23	38,77±7,60	29,73±14,51	40,16±3,33
Dingin	57,20±10,66	43,80±6,10	36,23±9,25	48,92±3,25
Rerata	53,20±14,30 ^a	41,28±6,92 ^{bc}	32,97±11,79 ^c	44,53±5,58 ^{ab}
Kapasitas Antioksidan (mgEVC/100g)				
Ruang	420,31±126,79	543,29±98,84	197,64±68,83	403,35±25,94
Dingin	467,67±74,16	608,65±79,36	228,46±43,87	471,47±25,24
Rerata	443,99±99,44 ^b	575,97±90,04 ^a	213,05±55,92 ^c	437,41±43,44 ^b

Keterangan: Superskrip berbeda setelah angka pada baris yang sama nilai kapasitas dan antiosidan sate padang menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Tabel 6 Nilai mikrobiologi (TPC) sate Padang dan kuah (Log CFU/mL)

Suhu	Lama Penyimpanan			
	0	7	14	21
TPC Daging sate				
Ruang	TT ^d	2,40 ± 0,13 ^c	2,91 ± 0,21 ^b	3,27 ± 0,16 ^a
Dingin	TT ^d	TT ^c	2,78 ± 0,15 ^b	3,25 ± 0,55 ^a
TPC Kuah sate				
Ruang	TT	3,00 ± 0,49	3,43 ± 0,49	3,63 ± 0,13
Dingin	TT	2,81 ± 0,49	3,38 ± 0,57	3,33 ± 0,12
Rerata	TT ^c	2,90 ± 0,34 ^b	3,34 ± 0,50 ^a	3,35 ± 0,20 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda setelah angka pada nilai rata rata TPC daging sate menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). Superskrip berbeda setelah angka pada baris nilai TPC kuah sate menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

daya simpan yang lama pada suhu ruang dan dingin, serupa dengan kaleng logam.

KESIMPULAN

Pengemasan menggunakan kantung retor pada sate padang hingga penyimpanan 21 hari, baik pada suhu ruang maupun suhu dingin, mampu mempertahankan mutu mikrobiologis, nilai pH, aktivitas air, dan aktivitas antioksidan, tetapi belum mampu menekan pembentukan MDA.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal M, Lukman H, Indriyani. 2017. Potensi angkak sebagai pewarna alami terhadap karakteristik kornet daging ayam. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*. 1(2): 154–161. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v1i2.4277>.
- Akdemir F, Sahin K. 2009. Genistein supplementation to the quail: effects on egg production and egg yolk genistein, daidzein, and lipid peroxidation levels *Poultry Science*. 88(10): 2125–2131. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00004>.
- Ananda R, Yuwono SS, Wijayanti N. 2017. Pengaruh proporsi minyak dan lama pemanasan terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik bumbu betutu instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(4): 49–57.
- [BSI] Badan Standardisasi Internasional. 2014. Syarat Mutu Bakso. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional. 3818–2014.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan. Jakarta (ID): SNI 7388.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Tuna loin segar-Bagian 1: Spesifikasi. Jakarta (ID). SNI 7530.1:2009.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1991. Pengujian Angka Asam Thiobarbiturat Produk Perikanan. SNI 01-2352-1991. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BPS] Badan Pusat Statistik 2019. Konsumsi daging ayam broiler per kapita per tahun. Jakarta (ID).
- Cohen N, Ennaji H, Bouchrif B, Hassar M, Karib H. 2007. Comparative study of microbiological quality of raw poultry meat at various seasons and for different slaughtering processes in casablanca (Morocco). *Journal of Applied Poultry Research*. 16(4): 502–508. <https://doi.org/10.3382/japr.2006-00061>.
- Donal, Buchari D, Suparmi. 2014. The effect of different packaging material on seaweed jam stored in refrigerated temperature. *Jurnal Online Mahasiswa Universitas Riau*. 1(1): 1–14.
- Gelman A, Glatman L, Drabkin V, Harpaz S. 2001. Effect of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond-raised freshwater fish, silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Journal Of Food Protection*. 64(1): 1584–1591. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-64.10.1584>.
- Hajrawati, Fadliah M, Arief I. 2016. Kualitas fisik, mikrobiologis dan organoleptik daging ayam broiler pada pasar tradisional Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4(3): 386–389. <https://doi.org/10.29244/jipthp.4.3.386-389>
- Harmoko SP, Sondakh EHB, Ransaleleh TA, Rumondor DBJ. 2021. Pemanfaatan ekstrak biji panggi sebagai alternatif bahan pengawet alam pada daging broiler. *Zootec*. 41(1): 189–196. <https://doi.org/10.35792/zot.41.1.2021.32622>.
- Hikmatulloh E, Lasmanawati E, Setiawati T. 2017. Manfaat pengetahuan bumbu dan rempah pada pengolahan makanan Indonesia siswa SMKN 9 Bandung. *Media Pendidikan, Gizi dan Kuliner*. 6(1): 42–50.
- Johansyah A, Prihastanti E dan Kusdyantini E. 2014. Pengaruh Plastik pengemas low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) dan polipropilen (PP) terhadap penundaan kematangan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 1(12): 46–57. <https://doi.org/10.14710/baf.v22i1.7808>.
- Kosim A, Suryati T, Gunawan A. 2015. Sifat fisik dan aktivitas antioksidan dendeng daging sapi dengan penambahan stroberi sebagai bahan curing. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 3(3): 189–196.
- Pelczar MJ, Chan ECS. 2007. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jilid I. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, penerjemah. Jakarta (ID): UI Press.
- Pealeu K, Pontoh J, Suryanto E. 2011. Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas antioksidan dalam pembuatan gula aren. *Chemistry Progress*. 4(2): 60–65.
- Prawira JAW, Lidya IM, Vanda SK. 2015. Perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan heksana dari daun gedi merah (*abelmoschus manihot*). *Jurnal MIPA Universitas Sam Ratulangi*. 4(1): 5–9. <https://doi.org/10.35799/jm.4.1.2015.6894>.
- Ristanti EWS, Kismiati DW, Harjanti. 2017. Pengaruh lama pemaparan pada suhu ruang terhadap total bakteri, pH dan kandungan protein daging ayam di

- pasar Tradisional kabupaten semarang. *Agromedia*. 35(1): 50–57.
- Salejda AM, Tril U, Krasnowska G. 2014. The effect of sea buckthorn (*Hippophaerhamnoides* L.) berries on some quality characteristics of cooked pork sausages. *Jurnal Internasional Teknik Pertanian dan biologi*. 8(6): 561–564.
- Sevenich RK, Reineke P, Hecht A, Frohling C, Rauh O, Schluter and K Dietrich 2015. Impact of different water activities (aw) adjusted by solutes on high pressure hightemperature inactivation of bacillus amyloliquefaciens spores. *Microbiology*. 6(1): 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00689>.
- Suryati T, Astawan M, Lioe HN, Wresdiyati T. 2012. Curing ingredients, characteristics, total phenolic, and antioxidant activity of commercial indonesian dried meatproduct (dendeng). *Media Peternakan*. 35(2):111–116. <https://doi.org/10.5398/medpet.2012.35.2.111>
- Sorensen G, Jorgensen SS. 1996. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (tba) test for lipid oxidation in meat products. *Jurnal farmasi sains dan terapan*. 202:205–210. <https://doi.org/10.1007/BF01263541>.
- Tangkanakul P, Auttaviboonkul P, Niyomwit B, Charoenthawat P, Lowvitoon N, Trakoontivakorn G. 2009. Antioxidant capacity, total phenolic content and nutritional composition of Asian foods after thermal processing. *Indonesian Fisheries Research Journal* 16(1): 571–580.
- Triyannanto E, Arizona AS, Rusman E, Suryanto RO, Sujarwanta, Jamhari, Widyastuti I. 2020. Pengaruh kemasan retorted dan penyimpanan pada suhu ruang terhadap kualitas fisik dan mikrobiologi sate ayam. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* - 15(3): 265–272. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.3.265-272>.
- Triyannanto E, Rahmatulloh S, Astuti, D, Putra TID, Diqna HI, Fauziah S. 2021. Pengaruh perbedaan kemasan primer pada kualitas fisik-kimia, mikrobiologi sertasensoris daging ayam frozen utuh pada suhu-18°C. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia* 16(2): 123–129. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.2.123-129>.
- Yashoda K, Sachindra N, Sakhare P. 2001. Microbiological quality of broiler chicken carcasses processed hygienically in a small scale poultry processing unit. *Journal of Food Quality* 24(3): 249–259. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2001.tb00606.x>