

## KARAKTERISTIK FISIK-KIMIA *COOKIES* FORMULASI TEPUNG DAUN SINGKONG (*Manihot utilissima*), UMBI SINGKONG DAN TEPUNG TERIGU SELAMA PENYIMPANAN

*Physico Chemical Characteristics of Cookies Formulated of Cassava Leaves Flour (Manihot utilissima), Cassava Tuber and Wheat Flour During Storage*

**Endah Nur Shabrina, Bernatal Saragih, Anton Rahmadi**

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jl. Pasir Belengkong  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119

\*Penulis korespondensi: endahshabrina@gmail.com

Disubmisi: 7.6.2022; Diterima: 31.12.2022, Dipublikasi: 2.1.2023

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan *cookies* dari tepung daun singkong. Penelitian ini merupakan kuasi eksperimen menggunakan *posttest only control design* dan perlakuan terbaik dari penelitian sebelumnya yaitu 2 g tepung daun singkong : 49 g umbi singkong tumbuk : 49 g tepung terigu. *Cookies* disimpan pada suhu ruang dengan masa penyimpanan 0, 7, 15, 30, 45 dan 60 hari. Parameter yang diamati adalah aktivitas antioksidan, bilangan peroksida, daya serap air, kecepatan terlarut, volume dan diameter. Data non parametrik diolah menggunakan Uji Kruskal-Wallis dilanjutkan dengan uji Dunns', sedangkan data parametrik diolah menggunakan *One Way ANOVA* dilanjutkan dengan DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $IC_{50}$  berkisar antara 637,60-6.839,53 ppm. Bilangan peroksida yang diperoleh berkisar antara 2,13-3,67 meq  $O_2/kg$ . Daya serap air yang dihasilkan berkisar antara 1.090,67-1.138,00%. Waktu kecepatan terlarut berkisar antara 62,00-76,00 detik. Volume dan diameter *cookies* yang dihasilkan berturut-turut berkisar antara 71.763,48-78.326,13  $mm^3$  dan 50,99-52,80 mm. Masa penyimpanan berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap aktivitas antioksidan *cookies*. Akan tetapi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap bilangan peroksida, daya serap air, kecepatan terlarut, volume dan diameter *cookies*. Selama 60 hari penyimpanan *cookies* masih memiliki kualitas yang baik.

Kata kunci : abts, antioksidan, cookies, daun singkong, masa simpan

### ABSTRACT

*The aim of this study was to determine the effect of storage period of cookies. This study is a quasi experimental with a posttest only control design using the best treatment from previous studies, specifically 2 g of cassava leaves flour : 49 g of mashed cassava tuber : 49 g of wheat flour. Cookies were stored at room temperature with storage periods of 0, 7, 15, 30, 45 and 60 days. Parameters observed in this study were antioxidant activity, peroxide value, water absorption, dissolved velocity, volume and diameter. Non-parametric data were processed using the Kruskal-Wallis test continued by Dunns' test, while parametric data were processed using One Way ANOVA continued by the DMRT. The results showed that the  $IC_{50}$  value ranged from 637,60-6.839,53 ppm. The peroxide value obtained ranged from 2,13-3,67 meq  $O_2/kg$ . The result of water absorption value ranged from 1.090,67-1.138,00%. The dissolved velocity time ranged from 62,00-76,00 seconds. The volume and diameter of cookies ranged between 71.763,48-78.326,13  $mm^3$  and 50,99-52,80 mm, respectively. Storage period significantly affected the antioxidant activity of cookies. However, it had no significant effect on peroxide value, water absorption, dissolved velocity, volume and diameter of cookies. During 60 days of storage cookies still have good quality.*

*Keywords: abts, antioxidant, cookies, cassava leaves, shelf life*

## PENDAHULUAN

Singkong atau yang biasa juga dikenal dengan nama ubi kayu ialah salah satu bahan pangan lokal yang banyak dibudidayakan dan umum dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Singkong termasuk salah satu sumber pangan yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi dan merupakan sumber bahan pangan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung, sehingga singkong memiliki potensi sebagai bahan baku yang cukup penting dalam berbagai produk makanan.

Selain sebagai bahan pangan sumber karbohidrat, singkong juga memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Umbi singkong mengandung energi per 100 g sebesar 154 kkal; protein satu g; karbohidrat 36,8 g; lemak 0,3 g; kalsium 77 mg; fosfor 24 mg; zat besi 1,1 mg; vitamin B1 0,06 mg dan vitamin C 31 mg (Septiriyani, 2017).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, produktivitas singkong di Kalimantan Timur mencapai 53.966 ton dan 21,8 juta ton di Indonesia pada tahun 2015. Melimpahnya produktivitas singkong dapat dijadikan sebagai suatu peluang untuk mengolah singkong menjadi berbagai macam aneka panganan kreatif dan inovatif (Badan Pusat Statistik, 2015).

Namun selain umbinya, bagian dari singkong yang sering terbuang dan memiliki manfaat yang tidak kalah baik dari umbinya ialah daun singkong. Daun singkong merupakan bagian dari singkong yang pemanfaatannya masih terbatas. Umumnya masyarakat mengolah daun singkong dengan cara dimasak sebagai sayuran. Daun singkong memiliki kandungan yang tak kalah penting dari umbi singkong. Daun singkong mengandung karbohidrat, air, lemak, protein, fosfor, kalsium, zat besi, vitamin B1, vitamin C, flavonoid, triterpenoid, saponin, tanin dan triterpenoid (Rikomah *et al.*, 2017).

Daun singkong dapat dijadikan sebagai bahan pangan sumber antioksidan karena mengandung senyawa yang termasuk dalam golongan antioksidan seperti flavonoid, triterpenoid, saponin, tanin dan vitamin C. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan penelitian yang telah dilakukan Jannah dan Saragih (2018), hasil aktivitas antioksidan yang

diperoleh dari beras analog dengan formulasi tepung daun singkong yakni nilai IC<sub>50</sub> berkisar 112,370-53,424 ppm pada absorbansi 600 nm sehingga termasuk aktivitas antioksidan yang relatif kuat. Penelitian lain dilakukan oleh Rachman *et al.* (2016), hasil yang diperoleh dari pengujian aktivitas antioksidan ekstrak metanol dari daun dan umbi beberapa varietas singkong menunjukkan bahwa daun singkong varietas Pucuk Biru memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 45,16 ppm.

Pengolahan daun singkong tidak hanya terbatas menjadi sayuran. Daun singkong dapat diolah menjadi tepung daun singkong yang berguna sebagai bahan pembuatan *cookies*. *Cookies* merupakan jenis kue kering yang dibuat dari adonan lunak, berkadar lemak tinggi, relatif renyah, dan apabila dipatahkan penampang potongannya bertekstur kurang padat (Harzau dan Estiasih, 2013). Berdasarkan data Statistik Konsumen Pangan tahun 2018, konsumsi rata-rata kue kering termasuk cukup tinggi di Indonesia yakni sebesar 33,31% pada tahun 2014-2018 lebih tinggi dibandingkan rata-rata konsumsi kue basah 23,38% (Kementerian Pertanian, 2018).

Pradita (2017) dan Kristina (2017) melakukan penelitian mengenai *cookies* yang dimodifikasi dengan penambahan tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu terhadap aktivitas antioksidan, sensoris, indeks glikemik dan nilai gizi *cookies*. Formulasi terbaik yang diperoleh dari penelitian sebelumnya adalah 2 g tepung daun singkong : 49 g umbi singkong tumbuk : 49 g tepung terigu. Umumnya *cookies* memiliki umur simpan yang relatif panjang sehingga *cookies* termasuk sebagai camilan persediaan jangka panjang. Oleh sebab itu, perlu adanya penelitian mengenai pengaruh masa simpan terhadap sifat fisiko kimia *cookies*.

Selama masa penyimpanan, sifat fisika yang dapat mempengaruhi kualitas *cookies* ialah daya serap air dan kecepatan terlarut. Pengujian ini dilakukan karena selama penyimpanan dapat terjadi kenaikan kadar air. Keberadaan air pada produk *cookies* berkaitan dengan perubahan fisik yang dapat menyebabkan daya tahan *cookies* menurun. Kemudian pengukuran kecepatan terlarut dilakukan untuk mengetahui waktu yang

diperlukan oleh *cookies* agar dapat larut dalam media pelarut air. Selain itu, pengukuran volume dan diameter dilakukan untuk melihat apakah ada perubahan yang signifikan terhadap sifat fisik *cookies* selama masa penyimpanan, karena hal tersebut dapat mempengaruhi minat konsumen terhadap produk.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *cookies* adalah daun singkong gajah, umbi singkong gajah, margarin, tepung terigu protein rendah, *baking powder*, telur, vanili bubuk dan gula halus. Bahan yang digunakan dalam analisis adalah ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylthiazoline-6-sulfonic acid) (Sigma Aldrich),  $K_2S_2O_8$  (Sigma Aldrich), etanol absolut (Sigma Aldrich), asam asetat (Merck), kloroform (Merck), KI jenuh (Merck), larutan pati 1% (Merck), dan  $Na_2S_2O_3$  (Merck).

### Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuasi eksperimen dengan desain penelitian *posttest only control design*. Penelitian ini menggunakan perlakuan terbaik dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pradita (2017) yakni dengan 2 g tepung daun singkong (TDS) : 49 g umbi singkong tumbuk (UST) : 49 g tepung terigu (TT). Produk *cookies* disimpan dalam kemasan *aluminium foil* pada suhu ruang  $27 \pm 2^\circ C$  dengan masa penyimpanan mulai hari ke-0, 7, 15, 30, 45, dan 60.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh masa penyimpanan terhadap aktivitas antioksidan, bilangan peroksida, kecepatan terlarut, daya serap air, volume dan diameter *cookies*. Data non parametrik diolah menggunakan Uji Kruskal-Wallis, dilanjutkan dengan uji Dunns', sedangkan data parametrik diolah menggunakan analisis ragam (*One Way ANOVA*) dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test*.

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama pembuatan tepung daun singkong, tahap kedua pengolahan umbi singkong dan tahap ketiga pembuatan *cookies*

formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu.

### Pembuatan Tepung Daun Singkong

Daun singkong dilakukan sortasi kemudian dilakukan pencucian hingga daun singkong bersih dan ditiriskan. Setelah itu, daun singkong dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $55^\circ C$  selama  $\pm 16$  jam. Daun singkong yang telah dikeringkan selanjutnya dihaluskan menggunakan blender hingga daun singkong halus. Daun singkong yang telah halus diayak menggunakan ayakan 80 mesh agar diperoleh tepung daun singkong yang halus.

### Pengolahan Umbi Singkong

Kulit yang melekat pada umbi singkong dikupas dan kemudian dilakukan pencucian hingga bersih. Setelah umbi singkong bersih, dilakukan pengukusan selama  $\pm 30$  menit hingga tekstur umbi singkong menjadi empuk. Umbi singkong yang telah dikukus kemudian ditumbuk hingga halus.

### Pembuatan Cookies

Proses pengolahan *cookies* dilakukan dengan cara pengocokan margarin 40 g dan satu butir kuning telur menggunakan *mixer* hingga adonan mengembang (berbusa putih), kemudian ditambahkan gula halus 50 g; *baking powder* 0,25 g; vanili bubuk 100 mg; dua g tepung daun singkong; 49 g umbi singkong tumbuk; 49 g tepung terigu dan diaduk hingga rata. Setelah adonan rata, adonan dibentuk dan diletakkan di atas loyang kemudian dipanggang dalam oven dengan suhu  $140^\circ C$  selama  $\pm 30$  menit.

### Prosedur Analisis

#### Aktivitas Antioksidan

Analisis antioksidan dilakukan sesuai dengan metode yang disarankan oleh Sami dan Rahimah (2015).

#### Pembuatan Larutan Stok ABTS

Langkah awal dalam pembuatan larutan stok ABTS ialah dengan membuat larutan a dan larutan b. Pada pembuatan larutan a, ditimbang 7,1015 mg ABTS kemudian dilarutkan dalam lima mL aquadest dan diinkubasi selama 12 jam. Pada pembuatan larutan b, ditimbang 3,500 mg  $K_2S_2O_8$  kemudian dilarutkan dalam lima mL aquadest dan diinkubasi selama 12 jam.

Setelah diinkubasi, larutan a dan b dicampur dalam ruang gelap dan ditambahkan etanol absolut hingga 25 mL.

#### Pembuatan Larutan Stok Sampel Cookies

Langkah awal dalam pembuatan larutan stok sampel cookies adalah dengan menimbang 0,05 g sampel cookies dan dilarutkan dengan 50 mL etanol kemudian larutan dimaserasi selama  $\pm$  24 jam.

#### Pengukuran Serapan Larutan Blanko ABTS

Larutan ABTS dipipet sebanyak satu mL kemudian ditambahkan etanol absolut ke dalam labu ukur hingga lima mL. Setelah itu, larutan diukur dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm.

#### Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Larutan stok sampel cookies 1000 ppm dipipet masing-masing 2,5 mL; 2,0 mL; 1,5 mL; 1,0 mL, dan 0,5 mL, campuran ditambah satu mL larutan ABTS lalu ditambahkan etanol absolut hingga lima mL sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 500 ppm, 400 ppm, 300 ppm, 200 ppm dan 100 ppm. Larutan selanjutnya dihomogenkan kemudian diukur serapan dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm. Besarnya daya antioksidan dihitung dengan:

$$\text{Daya antioksidan} = \frac{(\text{Abs Blanko} - \text{Abs Sampel})}{\text{Absorbansi Blanko}} \times 100\%$$

Parameter untuk menginterpretasikan hasil pengujian ABTS adalah dengan menghitung nilai  $IC_{50}$  (*Inhibitory Concentration*).  $IC_{50}$  merupakan konsentrasi larutan substrat atau sampel yang dapat mereduksi 50% aktivitas radikal bebas. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  berarti semakin tinggi atau baik aktivitas antioksidannya. Nilai  $IC_{50}$  diperoleh dari persamaan linier persen penghambatan radikal ABTS terhadap beberapa konsentrasi ekstrak sampel. Persamaan regresi linier:  $y = ax + b$ .

Keterangan:

y = % penghambat ABTS sebesar 50%

a, b = Konstanta

x = Nilai  $IC_{50}$

#### Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida dianalisis sesuai metode yang disarankan oleh Sudarmadji et al. (2007). Sampel sebanyak lima g

dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 30 mL larutan campuran asam asetat : kloroform (3:2). Setelah larutan homogen, ditambahkan 0,5 mL KI jenuh dan dikocok selama satu menit kemudian ditambahkan 30 mL aquades. Iodium yang dibebaskan oleh peroksida dititrasikan dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  0,01 N hingga warna kuning hampir hilang, kemudian ditambahkan 0,5 mL indikator pati 1% dan dititrasikan hingga warna biru hilang. Penentuan bilangan peroksida didasarkan pada mili ekuivalen dari peroksida dalam setiap 1.000 g sampel dengan rumus:

$$\text{Angka Peroksida} = \frac{\text{mL thio} \times N \text{ thio} \times 1.000}{\text{berat sampel (g)}}$$

#### Daya Serap Air

Daya serap air dianalisis sesuai metode yang disarankan Niebla *et al.* (1993) dan Ju dan Mittal (1995). Analisa ini dilakukan dengan cara menimbang tabung sentrifugasi yang telah dikeringkan (Bt), kemudian ditimbang sebanyak satu g bahan dalam tabung sentrifugasi (Bsampel) lalu ditambahkan 10 mL aquadest. Campuran divortex selama dua menit atau hingga tercampur. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi 3.000 rpm selama 25 menit. Supernatan dipisahkan, kemudian ditimbang tabung sentrifugasi (Bpasta). Selisih antara berat sampel setelah menyerap air dan sampel kering menunjukkan banyaknya air yang diserap oleh tepung. Presentase daya serap air dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ daya serap air} = \frac{B_{\text{pasta}}}{B_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

#### Kecepatan Terlarut

Kecepatan terlarut dilakukan sesuai metode yang disarankan oleh Hartomo dan Widiatmoko (1993). Analisa ini dilakukan dengan cara menimbang lima g sampel ke dalam gelas dan tambahkan air mendidih sebanyak 50 mL, kemudian diaduk hingga homogen menggunakan pengaduk dan dihitung waktu kecepatan larutan dengan menggunakan stopwatch dan dicatat berapa lama waktu sampel hingga larut sempurna dalam air. Kecepatan terlarut dinyatakan dalam detik (per 5 g sampel / 50 mL pelarut).

**Volume dan Diameter**

Volume

Volume cookies dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Jain and Bal, 1997):

$$B = (WT)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{\pi B^2 L^2}{6 (2L - B)}$$

Keterangan:

- L = dimensi mayor (mm)
- W = dimensi intermediet (mm)
- T = dimensi minor (mm)

Diameter

Sampel cookies diukur dimensi aksialnya yang terdiri dari dimensi mayor (L), dimensi intermediet (W) dan dimensi minor (T) dengan menggunakan jangka sorong. Nilai diameter ekuivalen dapat dihitung dengan persamaan berikut (Ciro, 1997):

$$F_1 = \frac{L + W + T}{3}$$

$$F_2 = (LWT)^{\frac{1}{3}}$$

$$F_3 = \left( \frac{LW + LT + WT}{3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$De = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$$

Keterangan:

- De = Diameter ekuivalen (mm)
- F<sub>1</sub> = Diameter rata-rata aritmetika (mm)
- F<sub>2</sub> = Diameter rata-rata geometri (mm)
- F<sub>3</sub> = Diameter rata-rata kuadrat (mm)
- L = Dimensi mayor (mm)
- W = Dimensi intermediet (mm)
- T = Dimensi minor (mm)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil rata-rata nilai uji fisiko kimia cookies formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu selama 60 hari penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata uji fisiko kimia cookies formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu selama masa simpan

Analisis	Lama Penyimpanan (hari)					
	0	7	15	30	45	60
IC <sub>50</sub> (ppm)	1.527,05 <sup>a±</sup> 100,01	637,60 <sup>a±</sup> 36,64	2.235,61 <sup>a±</sup> 90,53	2.600,58 <sup>a±</sup> 318,14	5.849,37 <sup>a±</sup> 2.162,99	6.839,53 <sup>ab±</sup> 2634,44
Bilangan Peroksida (meq O <sub>2</sub> /kg)	2,20± 0,35	2,13± 0,81	3,67± 0,61	3,47± 1,33	2,67± 0,99	2,80± 0,35
Daya Serap Air (%)	1.114,67± 6,03	1.138,00± 20,08	1.126,67± 8,96	1.090,67± 19,76	1.093,00± 35,79	1.102,33± 20,50
Kecepatan Terlarut (detik)	76,00± 13,89	62,00± 6,00	68,33± 4,16	63,67± 6,03	63,33± 2,89	62,00± 5,57
Volume (mm <sup>3</sup> )	78.326,13± 2.873,03	75.599,00± 2.107,98	72.747,31± 4.666,67	73.519,06± 1.818,68	72.464,62± 1.287,89	71.763,48± 1.340,83
Diameter (mm)	52,80± 1,02	51,92± 1,13	51,91± 0,83	51,65± 0,77	51,40± 0,71	50,99± 0,30

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari tiga ulangan. Data dianalisis dengan Anova. Data yang diikuri oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata (uji BNT, p<0,05).

**Aktivitas Antioksidan**

Pada metode ABTS digunakan senyawa 2,2'-azino-bis (3- ethylbenzthiazoline-6- sulfonic acid) sebagai sumber penghasil radikal bebas. Metode penghilangan warna kation ABTS merupakan prinsip dari pengujian aktivitas antioksidan. Adapun penghilangan warna kation ABTS termasuk dalam pengukuran kapasitas

antioksidan yang bereaksi langsung pada radikal kation ABTS. ABTS merupakan suatu radikal dengan pusat nitrogen yang memiliki karakteristik warna biru-hijau dan apabila tereduksi oleh antioksidan akan berubah menjadi bentuk non radikal dari berwarna menjadi tidak berwarna (Setiawan *et al.*, 2018). Intensitas warna biru-hijau ini diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada

panjang gelombang 750 nm. Kemampuan senyawa antioksidan dalam memerangkap radikal bebas ABTS dilihat dari kemampuan senyawa antioksidan untuk menstabilkan senyawa radikal bebas berupa radikal proton (Chu *et al.*, 2010). Metode ABTS menggunakan prinsip inhibisi, yaitu sampel ditambahkan pada penghasil radikal bebas dan pengaruh inhibisi terhadap efek radikal bebas diukur untuk menentukan total kapasitas antioksidan dari sampel (Wang *et al.*, 2004).

Penentuan persentase inhibisi dilakukan dengan menggunakan konsentrasi larutan sampel yang berbeda-beda. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap % penghambatan. Semakin besar konsentrasi sampel maka semakin tinggi nilai % inhibisi. Peningkatan nilai % inhibisi menandakan semakin besar aktivitas peredaman radikal bebas ABTS (Butarbutar, 2019). Persentase inhibisi ini didapatkan dari perbedaan serapan antara absorbansi ABTS dengan absorbansi sampel yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $IC_{50}$  cookies berkisar antara  $637,60 \pm 36,64$  sampai dengan  $6.839,53 \pm 2.634,44$  ppm dan termasuk aktivitas antioksidan lemah. Bila nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh berkisar antara 200-1000 ppm, maka zat tersebut kurang aktif namun masih berpotensi sebagai zat antioksidan (Ingrid and Santoso, 2014). Berdasarkan hasil penelitian, nilai  $IC_{50}$  tertinggi diperoleh pada hari ke-60 penyimpanan sebesar  $6.839,53 \pm 2.634,44$  ppm, sedangkan nilai  $IC_{50}$  terendah yaitu pada hari ke-7 penyimpanan dengan nilai  $637,60 \pm 36,64$  ppm. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa hari penyimpanan ke-60 berbeda nyata dengan hari penyimpanan ke-0, 7, 15, 30 dan 45, sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan.

Pengujian menggunakan metode ABTS dilakukan karena metode ini memiliki sensitivitas lebih tinggi daripada DPPH dan dapat dipakai untuk menganalisa antioksidan pada makanan. Metode ABTS dan DPPH memiliki perbedaan mekanisme reaksi berdasarkan kemampuan senyawa

antioksidannya. Metode ABTS memiliki kemampuan senyawa antioksidan untuk menstabilkan senyawa radikal bebas dengan mendonorkan radikal proton, sedangkan pada uji DPPH kemampuan antioksidan suatu senyawa dilihat berdasarkan kemampuan senyawa antioksidan untuk mendonorkan hidrogen (Fitriana *et al.*, 2015). Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Pradita (2017) menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1 pikrilhidrazil) untuk pengujian aktivitas antioksidan cookies menunjukkan nilai  $IC_{50}$  yang dihasilkan berkisar antara 244,36 sampai dengan 214,32 ppm dan termasuk aktivitas antioksidan lemah.

Antioksidan merupakan senyawa yang rentan teroksidasi oleh beberapa faktor seperti cahaya, oksigen dan pemanasan (Winarsi, 2007). Rendahnya aktivitas antioksidan cookies diduga karena konsentrasi tepung daun singkong yang digunakan dalam pembuatan cookies relatif rendah. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya (Andayani *et al.*, 2008). Hal tersebut dikarenakan daun singkong mengandung senyawa yang termasuk dalam golongan senyawa antioksidan seperti flavonoid, triterpenoid, saponin, tanin dan vitamin C (Nurdiana, 2013).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Pradita (2017) oven yang digunakan dalam pembuatan cookies adalah oven kompor. Pada penelitian ini oven yang digunakan adalah oven listrik. Keunggulan oven listrik adalah penggunaannya praktis karena sudah dilengkapi pengatur suhu dan timer serta panas yang dihasilkan lebih merata dibanding oven kompor (Gani, 2019). Pada pembuatan cookies dilakukan pengeringan daun singkong pada suhu  $55^{\circ}C$  selama  $\pm 16$  jam dan pengovenan adonan cookies pada suhu  $140^{\circ}C$  selama  $\pm 30$  menit. Pemanasan pada suhu tinggi tersebut diduga merupakan salah satu faktor rendahnya aktivitas antioksidan cookies. Panas yang tinggi dapat mengakibatkan dekomposisi senyawa antioksidan menjadi bentuk lain, yang berakibat pada penurunan aktivitas antioksidan (Cheng *et al.*, 2006). Rendahnya aktivitas antioksidan cookies dapat dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanggangan (Morales *et al.*, 2009).

Faktor lain yang diduga menjadi penyebab penurunan aktivitas antioksidan ialah penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan aktivitas antioksidan yang signifikan apabila produk *cookies* semakin lama disimpan. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian aktivitas antioksidan daun asam yang dilakukan Wulansari *et al.*, (2020), dimana terjadi penurunan aktivitas antioksidan pada penyimpanan suhu ruang  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 4 minggu. Hasil pengujian lain yang dilakukan Rahmawati (2017) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun sembung mengalami penurunan pada penyimpanan suhu ruang selama 45 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa lamanya waktu penyimpanan dapat memberikan pengaruh yang bermakna terhadap penurunan aktivitas antioksidan.

Antioksidan dapat menghambat proses oksidasi lemak (Harikedua, 2010). Antioksidan adalah inhibitor yang dapat menghentikan reaksi oksidasi dengan mencegah terjadinya radikal bebas atau dengan menetralkan radikal bebas (Josef *et al.*, 2019). Antioksidan mampu menghambat terbentuknya radikal bebas pada tahap inisiasi dan menghambat kelanjutan reaksi autooksidasi pada tahap propagasi. Hal ini karena antioksidan memiliki energi aktivasi yang rendah untuk melepaskan satu atom hidrogen kepada radikal lemak sehingga tahap terminasi dapat dicegah (Sugiharto *et al.*, 2016). Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Sari *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa semakin banyak ekstrak buah naga yang ditambahkan dalam minyak jelantah maka semakin turun bilangan peroksida, sehingga dapat disimpulkan bahwa antioksidan mampu membawa pengaruh yang cukup baik untuk menurunkan bilangan peroksida pada minyak jelantah.

### **Bilangan Peroksida**

Bilangan peroksida merupakan parameter penting untuk menentukan tingkat kerusakan pada minyak atau lemak. Bilangan peroksida berguna dalam penentuan kualitas minyak atau lemak setelah pengolahan dan penyimpanan. Penentuan besarnya bilangan peroksida dilakukan dengan titrasi iodometri. Prinsip penentuan bilangan peroksida didasarkan pada pengukuran sejumlah iod

yang dibebaskan dari KI melalui reaksi oksidasi oleh peroksida dalam minyak pada suhu ruang dalam medium asam asetat/kloroform (Siregar, 2009).

Pada pembuatan *cookies* formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu digunakan margarin sebanyak 40 g. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai bilangan peroksida yang diperoleh berkisar antara  $2,13\pm 0,81$  sampai dengan  $3,67\pm 0,61$  meq  $\text{O}_2/\text{kg}$ . Semakin rendah nilai bilangan peroksida maka semakin rendah tingkat kerusakan produk dan sebaliknya semakin tinggi bilangan peroksida maka semakin tinggi tingkat kerusakan suatu produk. Berdasarkan pengamatan, *cookies* formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu masih baik dikonsumsi hingga 60 hari penyimpanan.

Penyimpanan *cookies* dilakukan pada suhu ruang  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan disimpan dalam ruangan yang tidak terpapar cahaya matahari langsung untuk menghindari adanya kerusakan yang disebabkan oleh faktor cahaya. *Cookies* disimpan selama 60 hari menggunakan kemasan berbahan *aluminium foil* yang berfungsi untuk melindungi produk dari paparan oksigen, panas, cahaya serta membantu memperlambat kerusakan oksidasi sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk. Berdasarkan hasil penelitian bilangan peroksida yang dilakukan Simanjuntak *et al.* (2016) umur simpan dari *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin dan dikemas dengan *aluminium foil* pada penyimpanan suhu  $25^{\circ}\text{C}$  dan  $35^{\circ}\text{C}$  memiliki umur simpan 70,77 hari dan 46,90 hari. Bilangan peroksida merupakan indikator yang sangat sensitif terhadap kerusakan oksidatif selama penyimpanan. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Nisa *et al.* (2015) yang menunjukkan bahwa bilangan peroksida margarin tertinggi yaitu pada penyimpanan selama 60 hari sebesar 2,18 meq  $\text{O}_2/\text{kg}$ , sedangkan bilangan peroksida margarin terendah yaitu pada penyimpanan 0 hari sebesar 0,462 meq  $\text{O}_2/\text{kg}$ .

Kenaikan angka peroksida dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti paparan oksigen, cahaya dan pemanasan pada suhu tinggi. Proses pembentukan peroksida dipercepat oleh adanya cahaya atau panas, selain itu semakin lama minyak atau lemak

disimpan pada suhu ruang maka bilangan peroksida akan semakin meningkat. Hal demikian terjadi pada hasil penelitian menunjukkan data yang fluktuatif. Pada pembuatan *cookies* formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu suhu pengovenan yang digunakan sebesar 140°C sehingga menyebabkan terjadinya kenaikan angka peroksida. Pangestuti dan Rohmawati (2018) menyatakan bahwa pemanasan pada suhu lebih dari 100°C dapat menyebabkan asam lemak jenuh pada minyak teroksidasi dan mempercepat proses oksidasi pada minyak atau lemak.

Berdasarkan hasil penelitian, angka peroksida mengalami kenaikan selama penyimpanan hari ke-7 hingga hari ke-15. Kenaikan tersebut merupakan tahap propagasi dimana angka peroksida akan meningkat selama penyimpanan hingga mencapai batas maksimal dan selanjutnya menurun yang merupakan tahap terminasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sampels (2013) yang mengemukakan bahwa pada tahap awal oksidasi akan terjadi kenaikan secara terus menerus dan mencapai maksimum kemudian pada saat itu kecepatan reaksi produksi sekunder meningkat dan peroksida menurun.

Oksidasi lemak merupakan salah satu penyebab kerusakan bahan pangan. Kerusakan lipid dapat menyebabkan ketengikan, perubahan aroma dan rasa pada bahan pangan (Fauzi *et al.*, 2016). Angka peroksida tinggi mengindikasikan minyak atau lemak sudah mengalami oksidasi. Angka peroksida yang lebih rendah bukan berarti menunjukkan kondisi oksidasi masih berjalan pada tahap awal tetapi dimungkinkan produk hasil oksidasi lemak terurai menjadi senyawa lain pada tingkat lanjut (Dewi *et al.*, 2011). Salah satu inhibitor yang dapat menghambat atau menghentikan proses oksidasi lemak adalah antioksidan. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Dotulong (2009) yang melakukan penelitian mengenai penambahan larutan kunyit sebagai sumber antioksidan pada ikan tembang pindang. Hasil menunjukkan bahwa tingginya konsentrasi larutan kunyit yang ditambahkan pada ikan tembang pindang menyebabkan rendahnya bilangan peroksida. Penelitian lain dilakukan oleh Sugiharto *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi asam askorbat dan BHA efektif

dalam mencegah reaksi oksidasi pada roti tawar yang difortifikasi minyak ikan ditandai dengan rendahnya angka peroksida.

### Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan partikel bahan pangan untuk mengikat air (Handiskawati, 2012). Daya serap air penting dilakukan dalam uji rekonstitusi. Apabila suatu bahan memiliki daya serap air yang besar maka semakin sempurna proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan tersebut. Ciri-ciri proses rekonstitusi produk berlangsung dengan sempurna yaitu konsistensinya lunak, halus, mudah disendok dan bebas dari gumpalan-gumpalan. Daya serap air berhubungan dengan kecepatan rehidrasi. Semakin tinggi daya serap air, maka rehidrasi akan semakin singkat, begitu juga sebaliknya (Dewi, 2008).

Pengujian daya serap air dilakukan karena selama penyimpanan dapat terjadi kenaikan kadar air. Kenaikan kadar air berkaitan dengan perubahan fisik, kualitas serta daya tahan *cookies* menjadi turun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya serap air *cookies* selama penyimpanan berkisar antara 1.090,67±19,76% sampai dengan 1.138,00±20,08%. Daya serap air tertinggi diperoleh pada hari ke-7 yaitu sebesar 1.138,00±20,08%, sedangkan daya serap air terendah diperoleh pada hari ke-30 yaitu sebesar 1.090,67±19,76%.

### Kecepatan Terlarut

Pengukuran kecepatan terlarut *cookies* untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan *cookies* agar dapat larut dalam media pelarut air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecepatan terlarut *cookies* berkisar antara 62,00±5,57 sampai dengan 76,00±13,89 detik. Kecepatan terlarut tertinggi diperoleh pada hari ke-0 yaitu sebesar 76,00±13,89 detik, sedangkan kecepatan terlarut terendah diperoleh pada hari ke-60 yaitu sebesar 62,00±5,57 detik dan hari ke-7 sebesar 62,00±6,00 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka semakin cepat waktu yang diperlukan *cookies* untuk larut.

Perbedaan waktu kecepatan *cookies* untuk larut diduga karena bahan utama dalam pembuatan *cookies* yaitu tepung terigu, tepung daun singkong dan umbi singkong



merupakan bahan-bahan yang mengandung pati. Adanya perbandingan amilosa dan amilopektin akan berpengaruh pada derajat gelatinisasi pati dan sifat kelarutan. Pati akan lebih basah, lengket dan cenderung sedikit menyerap air disebabkan semakin besarnya kandungan amilopektin. Hal demikian terjadi sebaliknya jika kandungan amilosa tinggi, pati akan kering, mudah menyerap air (higroskopis) dan kurang lengket (Ruata *et al.*, 2017).

### Volume dan Diameter

Volume dan diameter merupakan salah satu karakteristik sifat fisik produk. Volume dan diameter penting dilakukan untuk melihat susut bobot *cookies* selama masa penyimpanan karena *cookies* merupakan produk yang memiliki masa simpan relatif panjang. Hasil pada penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh tidak nyata terhadap volume dan diameter *cookies* formulasi tepung daun singkong, umbi singkong dan tepung terigu. Nilai volume yang dihasilkan berkisar antara  $71.763,48 \pm 1.340,83$  sampai dengan  $78.326,13 \pm 2.873,03$  mm<sup>3</sup>. Volume *cookies* tertinggi diperoleh pada hari ke-0 yaitu sebesar  $78.326,13 \pm 2.873,03$  mm<sup>3</sup>, sedangkan volume *cookies* terendah diperoleh pada hari ke-60 yaitu sebesar  $71.763,48 \pm 1.340,83$  mm<sup>3</sup>. Pada pengukuran diameter *cookies* nilai yang dihasilkan berkisar antara  $50,99 \pm 0,30$  sampai dengan  $52,80 \pm 1,02$  mm. Diameter *cookies* tertinggi diperoleh pada hari ke-0 yaitu sebesar  $52,80 \pm 1,02$  mm, sedangkan diameter *cookies* terendah diperoleh pada hari ke-60 yaitu sebesar  $50,99 \pm 0,30$  mm.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka semakin berkurang volume dan diameter *cookies*. Selama masa penyimpanan penurunan volume dan diameter *cookies* tidak terlalu signifikan. Hal ini dikarenakan *cookies* merupakan produk kering yang tidak terlalu mengalami penyusutan bobot. Perubahan diameter *cookies* dapat disebabkan karena penampangannya yang renyah dan relatif mudah dipatahkan. Penyusutan berat *cookies* dipengaruhi oleh kandungan protein dan amilopektin. Gula merupakan bahan yang dapat mengikat air sehingga menurunkan air bebas. Air yang terikat sukar menguap ketika

dioven (Rahayu *et al.*, 2021). Protein yang terdapat pada bahan dapat mencegah penguapan air karena memiliki ikatan hidrogen, sehingga dihasilkan densitas produk yang lebih tinggi (Foschia *et al.*, 2017). Selain itu (Mancebo *et al.*, 2015) juga menyatakan bahwa adonan *cookies* yang memiliki konsistensi lebih viskos memiliki kecenderungan untuk mengembang lebih sedikit saat dioven.

### KESIMPULAN

Masa penyimpanan berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan *cookies*. Akan tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap bilangan peroksida, daya serap air, kecepatan terlarut, volume dan diameter *cookies*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kualitas *cookies* yang disimpan menggunakan kemasan *aluminium foil* pada suhu ruang  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  masih baik hingga 60 hari penyimpanan berdasarkan parameter pengujian aktivitas antioksidan, bilangan peroksida, daya serap air, kecepatan terlarut, volume dan diameter *cookies*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, R., Maimunah, Lisawati, Y., 2008. Penentuan aktivitas antioksidan, kadar fenolat total dan likopen pada buah tomat (*Solanum lycopersicum* L). Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi, 13(1): 1–7.
- Badan Pusat Statistik, 2015. Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. BPS. Jakarta. URL <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/09/09/880/produksi-ubi-kayu-menurut-provinsi-ton-1993-2015.html>
- Butarbutar, M.R., 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bawang Batak (*Allium chinense* L.) dengan Metode DPPH dan ABTS. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Cheng, Z., Su, L., Moore, J., Zhou, K., Luther, M., Yin, J.J., Yu, L.L., 2006. Effects of postharvest treatment and heat stress on availability of wheat antioxidants. J Agric Food Chem, 54(15): 5623–5629.

- Chu, W.L., Lim, Y.W., Radhakrishnan, A.K., Lim, P.E., 2010. Protective effect of aqueous extract from spirulina platensis against cell death induced by free radicals. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10(53): 1–8.
- Ciro, V.H.J., 1997. Estudio Dinámico de la Caf  para el Desarrollo de la Cosecha Mec nica por Vibraci n Thesis B. Sc. (Agricultural Engineering). Universidad Nacional de Colombia, Medell n, Colombia.
- Dewi, E.N., Ibrahim, R., Yuaniva, N., 2011. Daya simpan abon ikan nila merah (*Oreochromis niloticus* trewavas) yang diproses dengan metoda penggorengan berbeda. *Jurnal Saintek Perikan*, 6(1): 6–12.
- Dewi, S.K., 2008. Pembuatan Produk Nasi Singkong Instan Berbasis Fermented Cassava Flour Sebagai Bahan Pangan Pokok Alternatif. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dotulong, V., 2009. Studi oksidasi lipid ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) pindang yang diberi larutan kunyit (*Curcuma domestica* Val). *Warta Wiptek*, 34: 1–4.
- Fauzi, A., Surti, T., Rianingsih, L., 2016. Efektivitas daun teh (*Camellia sinensis*) sebagai antioksidan pada fillet ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Biotek Hasil Perikanan*, 5(4): 1–10.
- Fitriana, W.D., Fatmawati, S., Ersam, T., 2015. Uji aktivitas antioksidan terhadap dpph dan abts dari fraksi-fraksi daun kelor (*Moringa oleifera*), in: *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*, 657–660.
- Foschia, M., Horstmann, S.W., Arendt, E.K., Zannini, E., 2017. Legumes as functional ingredients in gluten free bakery and pasta products. *Food Science and Technology*, 8(1): 75–96.
- Gani, A., 2019. Analisa Pemantik Tidak Menyala Pada Oven Bakery Dengan Daya 100 Watt/Deck. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Handiskawati, 2012. Pengaruh Perbandingan Tepung Terigu dan Tepung Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*) terhadap Daya Serap Air dan Daya Terima Brownies. Skripsi. Universitas Muammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Harikedua, S.D., 2010. Efek penambahan ekstrak air jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) dan penyimpanan dingin terhadap mutu sensori ikan tuna (*Thunnus albacores*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(1): 36–40.
- Hartomo, A.J., Widiatmoko, M.C., 1993. Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin. Andi Offset, Yogyakarta.
- Harzau, H., Estiasih, T., 2013. Karakteristik cookies umbi inferior uwi putih (Kajian proporsi tepung uwi: pati jagung dan penambahan margarin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1): 138–147.
- Inggrid, M., Santoso, H., 2014. Ekstraksi Antioksidan dan Senyawa Aktif dari Buah Kiwi (*Actinidia deliciosa*). Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Jain, R.K., Bal, S., 1997. Properties of pearl millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66(2): 85–91.
- Jannah, M., Saragih, B., 2018. Pengaruh tepung daun singkong (*Manihot utilissima*) terhadap sensori dan aktivitas antioksidan beras analog. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 6(2): 96–108.
- Josef, I.R., Kapahang, A., Gumolung, D., 2019. Penghambatan oksidasi lipid minyak ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) oleh air jahe (*Zingiber officinale* var. rubrum) selama penyimpanan dingin. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2): 66–71.
- Ju, J., Mittal, G.S., 1995. Physical properties of various starch based fat substitutes.

- Journal of Food Processing Preservation. 19(5): 361–383.
- Kementerian Pertanian, 2018. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2018. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Kristina, F., 2017. Formulasi Tepung Terigu, Umbi Singkong dan Tepung Daun Singkong (*Manihot utilissima*) Terhadap Nilai Gizi Cookies. Skripsi. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Mancebo, C.M., Picón, J., Gómez, M., 2015. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar snap cookies. Journal Food Science Technology, 64(1): 264–269.
- Morales, F.J., Martin, S., Açar, Ö.Ç., Arribas-Lorenzo, G., Gökmen, V., 2009. Antioxidant activity of cookies and its relationship with heat-processing contaminants: A risk/benefit approach. European Food Research Technology, 228(3): 345–354.
- Niebla, J.A.V., Lopez, O.P., Lopez, J.M.V., Lopez, D.H., 1993. Moisture sorption isotherms and other physicochemical properties of nixtamalized amaranth flour. Food Chemistry, 46(1), 19–23.
- Nisa, U.K., Haslina, Untari, S., 2015. Variasi lama penyimpanan pada margarin terhadap perubahan bilangan peroksida, asam lemak bebas, kadar air, dan uji organoleptik. Jurnal Valensi, 2(3): 1–10.
- Nurdiana, A.R., 2013. Uji ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) terhadap jumlah neutrofil pada proses penyembuhan luka tikus (*Rattus norvegicus*). Skripsi. Universitas Jember, Jember.
- Pangestuti, D.R., Rohmawati, S., 2018. Kandungan peroksida minyak goreng pada pedagang gorengan di wilayah Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Amerta Nutrition, 2(2): 205–211.
- Pradita, 2017. Formulasi Tepung Terigu, Umbi Singkong dan Tepung Daun Singkong (*Manihot utilissima*) Terhadap Sifat Sensoris, Aktivitas dan Indeks Glikemik Cookies. Skripsi. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Rachman, F., Hartati, S., Sudarmonowati, E., Simanjuntak, P., 2016. Aktivitas antioksidan daun dan umbi dari enam jenis singkong (*Manihot utilissima* Pohl). Biopropal Industri, 7(2): 47–52.
- Rahayu, R.L., Mubarok, A.Z., Istianah, N., 2021. Karakteristik fisikokimia cookies dengan variasi tepung sorgum dan pati jagung serta variasi margarin dan whey. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 9(2): 89–99.
- Rahmawati, D.P., 2017. Pengaruh Waktu dan Suhu Penyimpanan Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sembung (*Blumea balsamifera* L.). Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Rikomah, S.E., Elmitra., Yunita, D.G., 2017. Efek ekstrak etanol daun singkong (*Manihot utilissima* Pohl) sebagai obat alternatif anti rematik terhadap rasa sakit pada mencit. Jurnal Ilmiah Manuntung, 3(2): 133–138.
- Ruata, K.N., Sumual, M.F., Kandou, J.E.A., 2017. Karakteristik sensoris biskuit yang terbuat dari beberapa jenis tepung komposit. Cocos, 1(8): 1-16.
- Sami, F.J., Rahimah, S., 2015. Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol bunga brokoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica) dengan metode DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) dan metode ABTS (2,2 azinobis (3- etilbenzotiazolin)-6-asam sulfonat). Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 2: 107–110.
- Sampels, S., 2013. Oxidation and antioxidants in fish and meat from farm to fork. Intech, 115–143.
- Sari, S.A., Putri, T.R., AR, M.R., 2019. Effect of dragon fruit juice addition on changes in peroxide numbers and acid numbers of used cooking oil. Indonesian Journal of Chemical Science and Technology, 2(2): 136-141.

- Septiriyani, V.I., 2017. Potensi Pemanfaatan Singkong (*Manihot utilissima*) sebagai Bahan Tambahan dalam Pembuatan Es Puter Secara Tradisional. Skripsi. Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Setiawan, F., Yunita, O., Kurniawan, A., 2018. Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol kayu secang (*Caesalpinia sappan*) menggunakan metode DPPH, ABTS dan FRAP. Media Pharmaceutica Indonesia, 2(2): 82–89.
- Simanjuntak, M.K., Buchari, D., Suparmi, 2016. Pendugaan umur simpan cookies yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan kemasan berbeda. JOM. p.9
- Siregar, A.I., 2009. Pengembangan Produk Margarin dari Fraksi Stearin Minyak Sawit Merah serta Analisis Stabilitasnya. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi, 2007. Analisis Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sugiharto, R., Koesoemawardhani, D., Apriyani, T., 2016. Efek penambahan antioksidan terhadap sifat sensori dan lama simpan roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian, 21(2): 107-120.
- Wang, C.C., Chu, C.Y., Chu, K.O., Choy, K.W., Khaw, K.S., Rogers, M.S., Pang, C.P., 2004. Trolox-equivalent antioxidant capacity assay versus oxygen radical absorbance capacity assay in plasma. Clinical Chemistry, 50(5): 952–954.
- Winarsi, H., 2007. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Kansius, Yogyakarta.
- Wulansari, I.D., Admadi, B., Mulyani, S., 2020. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kerusakan antioksidan ekstrak daun asam (*Tamarindus indica* L). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 8(4): 544-550.