

EFEK PEMANASAN TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK EMPELUR BATANG SAGU BARUK (*Arenga microcarpha* B.)

Enrico Yoel Landjang^{1*}, Lidya Irma Momuat¹, Edi Suryanto¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRACT

The objective of this research was to acknowledge the effect of heating on the total phenolic compound of sago baruk trunk pith extract and the antioxidant activity of sago baruk trunk pith extract on preventing the oxidation of linoleic acid. Sago baruk trunk pith extract obtained from blending the sago baruk sample with the water solvent and was given a variety of temperature that are room temperature, 50 °C, 75 °C, and 100 °C. Total phenolic compound measured with *Folin-ciocalteu* method and the antioxidant activity of sago baruk trunk pith was tested to linoleic acid with *Ferric Thiocyanate* method to measure the peroxide inhibition percentage and *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* method to measure the malonaldehyde inhibition percentage. The result of total phenolic compound of sago baruk trunk pith extract when given the heating process with a total of 69,286-72,449 mg/kg and was higher compared to before given heating process. The best antioxidant activity of sago baruk trunk pith extract on preventing the peroxide and malonaldehyde was when given the 75 °C heating process with a value of 57,374% for peroxide inhibition and 69,527% for malonaldehyde inhibition. This research concluded that the sago baruk trunk pith extract has the best total phenolic compound and the antioxidant activity when given the 75 °C heating process.

Keywords: *Arenga microcarpha*, heating, ferric thiocyanate, thiobarbituric acid reactive substance

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek pemanasan terhadap kandungan total fenolik dari ekstrak empulur sago baruk serta aktivitas antioksidan ekstrak empulur sago baruk dalam menghambat oksidasi asam linoleat. Ekstrak empulur sago baruk diperoleh dari hasil blender sampel sago baruk dengan pelarut air kemudian diberi perlakuan pada beberapa variasi suhu yaitu suhu kamar, 50 °C, 75 °C, dan 100 °C. Kandungan total fenolik diukur menggunakan metode *Folin-ciocalteu* dan aktivitas antioksidan dari ekstrak empulur sago baruk diuji pada asam linoleat menggunakan metode *Ferric Thiocyanate* untuk menghitung persen penghambatan peroksida dan metode *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* untuk mengukur persen penghambatan pembentukan malonaldehid. Hasil kandungan total fenolik ekstrak empulur sago baruk ketika diberi perlakuan pemanasan dengan jumlah 69,286 – 72,449 mg/kg dan lebih tinggi dibandingkan sebelum dipanaskan. Aktivitas antioksidan dari ekstrak empulur sago baruk dalam menghambat peroksida dan malonaldehid yang terbaik ketika diberi perlakuan suhu 75 °C dengan nilai masing-masing 57,374% untuk penghambatan peroksida dan 69,527% untuk penghambatan malonaldehid. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak empulur sago baruk memiliki kandungan total fenolik serta aktivitas antioksidan terbaik ketika diberi perlakuan suhu 75 °C.

Kata Kunci: *Arenga microcarpha*, pemanasan, *ferric thiocyanate*, *thiobarbituric acid reactive substance*

PENDAHULUAN

Bahan pangan yang mengandung asam lemak tak-jenuh majemuk (*Polyunsaturated Fatty Acid*, PUFA) mudah mengalami oksidasi sehingga menurunkan mutu bahan tersebut. Oksidasi PUFA yang terkandung dalam bahan pangan merupakan salah satu penyebab penurunan kualitas suatu bahan pangan, baik pada saat pemrosesan maupun selama penyimpanan. Senyawa yang dapat menghambat proses oksidasi lipida merupakan senyawa

antioksidan yang secara alami banyak terkandung dalam tumbuh-tumbuhan. Indonesia merupakan negara di kawasan Asia Tenggara yang memiliki keanekaragaman hayati paling beragam dibandingkan dengan negara lainnya khususnya untuk tanaman pangan dan tanaman obat. Hampir di setiap daerah di Indonesia memiliki tanaman endemik, seperti tanaman sago baruk di Sulawesi Utara. Sago baruk (*Arenga microcarpha*) merupakan tanaman pangan lokal khas Sulawesi Utara yang tumbuh di Kabupaten Sitaro, Sangihe, dan Talaud. Sago baruk juga merupakan tanaman

* Korespondensi :

Telpon: +62 853-9763-6997

E-mail : ricoyoel0735@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.35799/cp.10.1.2017.27738>

pangan karena empulur batangnya mengandung karbohidrat yang digunakan oleh masyarakat lokal sebagai sumber pangan pengganti beras.

Beberapa penelitian mengenai kandungan antioksidan tanaman sagu baruk telah dilakukan. Tarigan dkk. (2015) telah melakukan penelitian mengenai karakterisasi dan aktivitas antioksidan tanaman sagu baruk dan didapati bahwa sagu baruk memiliki kandungan senyawa fenolik dan antioksidan yaitu flavonoid dan tanin. Momuat dkk. (2015) telah melakukan penelitian mengenai perbandingan kandungan fenolik dan antioksidan tepung sagu baruk segar dan kering, dan melaporkan bahwa tepung sagu baruk kering memiliki kandungan fenolik dan flavonoid yang lebih tinggi daripada tepung sagu baruk segar. Ginting dkk. (2016) pula melaporkan bahwa kandungan fenolik serta aktivitas antioksidan dari ekstrak empulur sagu baruk terbaik terdapat pada ekstrak air empulur sagu baruk.

Belum ada informasi mengenai aktivitas antioksidan dari air cucian atau limbah sagu baruk ketika diberi perlakuan pemanasan. Air cucian tersebut selanjutnya disebut ekstrak empulur sagu baruk. Asam linoleat digunakan sebagai parameter pengujian untuk melihat penghambatan oksidasi lipida dari ekstrak empulur sagu baruk yang telah dipanaskan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari efek pemanasan terhadap kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak empulur sagu baruk dalam menghambat oksidasi asam linoleat.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah empulur sagu baruk yang diperoleh dari Desa Karatem 1 Kecamatan Manganitu, Kabupaten Kepulauan Sangihe. Bahan kimia yang digunakan adalah asam linoleat, *Folin-Ciocalteu*, natrium karbonat, amonium tiosianat, besi(II) klorida, asam klorida, asam trikloroasetat, asam tiobarbiturat, buffer fosfat pH 7, dan akuades. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat-alat gelas, *blender*, *rotary evaporator*, *vortex*, *incubator*, *Centrifuge* (Clements GS150 Centrifuge), dan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-Vis 1800 Series).

Preparasi sampel

Empulur sagu baruk yang digunakan dibersihkan terlebih dahulu kemudian dikupas

setelah itu dipotong hingga berukuran kecil menggunakan pisau. Sebanyak 25 gram empulur sagu baruk yang sudah dibersihkan dimasukkan ke dalam *blender* lalu ditambahkan akuades sebanyak 3x125 mL, kemudian di-*blender* hingga tercampur. Setelah itu sampel sagu baruk tersebut dimasukkan ke dalam gelas piala 500 mL. Hasil ekstraksi kemudian disaring kemudian hasil saringan diberi perlakuan variasi suhu (suhu kamar, 50 °C, 75 °C, dan 100 °C). Kemudian didinginkan lalu disentrifugasi untuk memisahkan antara air sagu (ekstrak) dan tepung sagu. Air sagu yang dihasilkan dievaporasi hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental hasil evaporasi dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C hingga kering dan ditentukan rendemennya.

Analisis spektra ultraviolet (UV)

Analisis spektra ultraviolet (UV) ekstrak dibaca menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-Vis 1800 Series) untuk menentukan golongan senyawa yang terkandung dalam ekstrak. Larutan ekstrak akuades masing-masing perlakuan suhu dibuat dalam konsentrasi 200 µg/mL. Selanjutnya ekstrak di-*scan* absorbansinya pada kisaran panjang gelombang 200 – 400 nm.

Uji kandungan total fenolik

Uji kandungan total fenolik pada ekstrak ditentukan berdasarkan metode Conde dkk. (1997). Sebanyak 0,1 mL larutan ekstrak ditambahkan 0,1 mL reagen *Folin-Ciocalteu* 50%, lalu divortex, kemudian ditambahkan 2 mL natrium karbonat (Na₂CO₃) 2% dan divortex. Selanjutnya campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi sampel dibaca pada panjang gelombang 750 nm. Kandungan total fenolik dari ekstrak dihitung menggunakan kurva standar asam galat.

Analisis kadar peroksida

Analisis kadar peroksida dengan metode *ferric thiocyanate* pada asam linoleat (Chen dkk., 1996). Sebanyak 1 mL asam linoleat 50 mM dalam etanol 100% ditambahkan dengan 1 mL larutan buffer fosfat pH 7 0,1 M dan 0,5 mL ekstrak empulur sagu baruk kemudian diinkubasi pada suhu 37-40 °C dalam ruang gelap. Pada metode *ferric thiocyanate*, sebanyak 100 µL hasil inkubasi ditambahkan 2,35 mL etanol 75% dan 50 µL amonium tiosianat 30%. Setelah itu ditambahkan 50 µL besi(II) klorida 0,02 M dalam

HCl 3,5% dan didiamkan selama 3 menit, kemudian absorbansi diukur pada panjang gelombang 500 nm.

Analisis kadar malonaldehida (MDA)

Analisis kadar malonaldehida (MDA) dengan metode *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* (TBARS) (Kikuzaki & Nakatani, 1993). Sebanyak 1 mL asam linoleat 50 mM dalam etanol 100% ditambahkan dengan 1 mL larutan buffer fosfat pH 7 0,1 M dan 0,5 mL ekstrak kemudian diinkubasi seperti pada analisis kadar peroksida dengan penambahan ekstrak 1 mL selama x + 2 hari. Pada metode TBARS, sebanyak 1 mL larutan hasil inkubasi ditambahkan 2 mL larutan asam trikloroasetat (TCA) 20% dan 2 mL larutan asam tiobarbiturat (TBA) 1%. Campuran ditempatkan pada penangas air yang mendidih selama 10 menit. Setelah didinginkan, disentrifugasi kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Absorbansi supernatan diukur pada panjang gelombang 532 nm. Persen penghambatan peroksida dan

malonaldehida dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\% \text{ penghambatan} = \left(1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}}\right) \times 100\%$$

Analisis statistika

Analisis data untuk setiap data rendemen, total fenolik, persen penghambatan peroksida dan malonaldehida dilakukan analisis ragam satu arah dan dianalisis lanjut dengan *Least Significant Difference* dengan bantuan program SPSS 23.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen ekstrak empulur

Empulur sagu baruk yang telah diekstrak dengan pelarut akuades menghasilkan rendemen ekstrak yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1, didapat bahwa persentase rendemen ekstrak masing-masing sebesar 3,536% (suhu kamar), 3,651% (suhu 50 °C), 5,464% (suhu 75 °C) dan 4,362% (suhu 100 °C).

Tabel 1. Rendemen ekstrak empulur sagu baruk

Suhu air	Massa (g)		Rendemen (%)
	Serbuk sampel	Ekstrak kering	
Suhu Kamar	25	0,88	3,52 ± 0,00 ^a
50 °C	25	0,91	3,64 ± 0,05 ^a
75 °C	25	1,37	5,48 ± 0,00 ^b
100 °C	25	1,09	4,36 ± 0,16 ^c

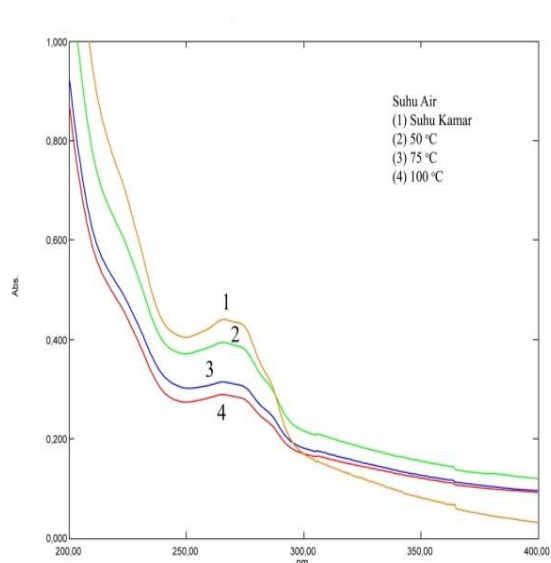
Keterangan: notasi yang sama menunjukkan tidak beda nyata (p<0,05)

Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang terdapat dalam empulur sagu baruk larut dalam air. Karena air merupakan pelarut yang polar, maka senyawa bioaktif dari empulur sagu baruk yang terekstrak oleh air juga bersifat polar. Data di atas pula menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap rendemen ekstrak empulur sagu baruk. Rendemen ekstrak empulur sagu baruk terbanyak terdapat pada ekstrak dengan perlakuan 75 °C. Hasil ini mendukung penelitian Hudha dkk. (2012) yang melaporkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan selama proses ekstraksi, semakin tinggi pula rendemen suatu ekstrak. Akan tetapi pada ekstrak dengan perlakuan suhu 100 °C, rendemen yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini diduga karena terjadi kerusakan senyawa yang akan diekstrak dari sampel, yang menyebabkan perubahan kepolaran suatu sampel (Jayanudin, 2014). Uji statistika menunjukkan adanya perbedaan nyata (p<0,05) dari rendemen ekstrak

pada perlakuan suhu 50 °C, 75 °C dan 100 °C akan tetapi tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan suhu kamar dengan suhu 50 °C.

Spektra ultraviolet ekstrak empulur

Data spektra ultraviolet dari ekstrak empulur sagu baruk ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan data spektra ultraviolet dari ekstrak empulur sagu baruk yang diekstraksi menggunakan pelarut akuades pada beberapa perlakuan suhu. Data spektra menunjukkan terbentuknya puncak dari setiap sampel pada panjang gelombang maksimum 265 nm. Puncak absorbansi tersebut diduga merupakan spektra ultraviolet dari asam askorbat (vitamin C).



Gambar 1. Spektra ultraviolet dari ekstrak empulur sagu baruk dengan perlakuan suhu yang berbeda.

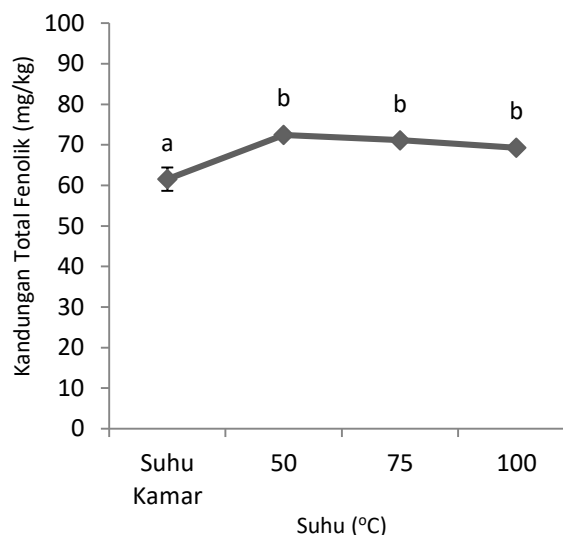
Menurut Root-Bernstein (2015), asam askorbat memiliki panjang gelombang ultraviolet pada kisaran 263-265 nm. La Tapa (2016) pula menyatakan bahwa ekstrak empulur sagu baruk mengandung asam askorbat dikarenakan adanya kemampuan ekstrak sampel dalam mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 dalam pembentukan nanopartikel perak. Data spektra pula menunjukkan penurunan absorbansi seiring kenaikan suhu, yang diduga disebabkan oleh terdegradasinya asam askorbat. Semakin tinggi suhu air yang digunakan, semakin berkurang pula jumlah asam askorbat pada ekstrak empulur sagu baruk.

Kandungan total fenolik

Kandungan total fenolik ekstrak empulur sagu baruk dapat dilihat pada Gambar 2. Ekstrak empulur sagu baruk memiliki kandungan senyawa fenolik yang cukup tinggi. Senyawa fenolik umumnya bersifat polar, sehingga larut dalam pelarut yang polar seperti air. Penambahan pelarut pada suatu bahan didasari pada sifat kelarutan pelarut dan sifat dari komponen yang akan dilarutkan berdasarkan prinsip *like dissolves like* (Suryanto, 2012).

Pada Gambar 2, kandungan total fenolik mengalami kenaikan ketika diberi perlakuan pemanasan mulai dari suhu 50 °C (72,449 mg/kg), suhu 75 °C (71,122 mg/kg), suhu 100 °C (69,286 mg/kg). Berdasarkan uji statistika, terdapat perbedaan nyata antara ekstrak empulur sagu baruk sebelum diberi perlakuan pemanasan

dengan setelah diberi perlakuan pemanasan. Hal ini dikarenakan adanya kerusakan dinding sel yang memudahkan ekstraksi senyawa fenolik yang terdapat pada empulur sagu baruk. Pembentukan suatu adhesi pula menunjukkan bahwa adanya senyawa fenolik pada tepung sagu baruk yang terikat pada air sagu yang dihasilkan.



Gambar 2. Kandungan total fenolik dari ekstrak empulur sagu baruk pada beberapa perlakuan suhu

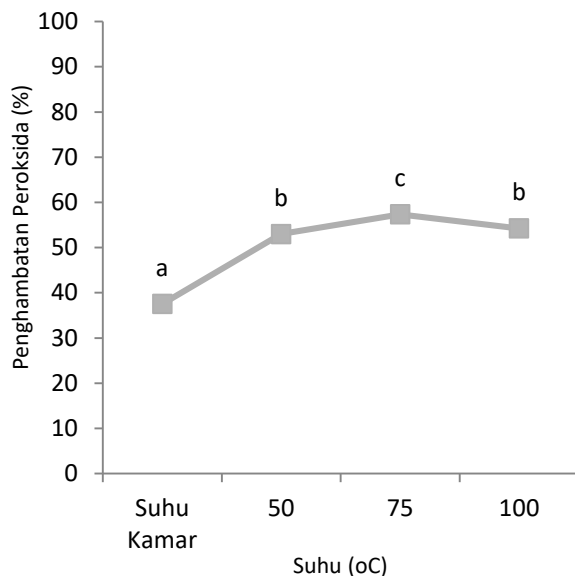
Penentuan kandungan total fenolik dalam ekstrak empulur sagu baruk ditentukan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* berdasarkan kemampuan senyawa fenolik untuk bereaksi dengan reagen *Folin-Ciocalteu* yang mengandung asam fosfomolibdat-fosfotungstat membentuk kompleks berwarna biru. Warna biru yang terbentuk setara dengan konsentrasi ion fenolat yang terbentuk. Ion fenolat akan terbentuk jika suatu senyawa fenolik berada dalam suasana basa. Ion fenolat yang terbentuk dari pembasaan suatu senyawa fenol akan mereduksi asam heteropoli dari asam fosfomolibdat-fosfotungstat sehingga warna biru yang dihasilkan dari reduksi asam heteropoli tersebut akan mengalami peningkatan intensitas warna.

Efek ekstrak terhadap penghambatan peroksida

Setiap asam lemak tak-jenuh yang memiliki ikatan rangkap baik oleat, linoleat, maupun linolenat jika mengalami oksidasi akan membentuk produk primer yaitu suatu hidroperoksida. Kerusakan lemak yang melibatkan oksigen disebut sebagai *rancidity* (ketengikan) karena adanya pembentukan senyawa volatil dari hidroperoksida yang

menyebabkan bau tengik pada bahan makanan yang mengandung asam lemak tak-jenuh.

Penggunaan metode *Ferric Thiocyanate* didasari atas reaksi oksidasi ion ferro (Fe^{2+}) dari besi(II) klorida menjadi ion ferri (Fe^{3+}) oleh hidroperoksida untuk bereaksi dengan ion tiosianat (SCN^-) yang diukur secara kolorimetri pada panjang gelombang 500 nm (Antolovich dkk., 2002). Adapun aktivitas antioksidan dari empulur sagu baruk (*Arenga microcarpha*) terhadap oksidasi asam linoleat yang diukur berdasarkan persen penghambatan peroksida menggunakan metode *Ferric Thiocyanate* (FTC) ditunjukkan pada Gambar 4.



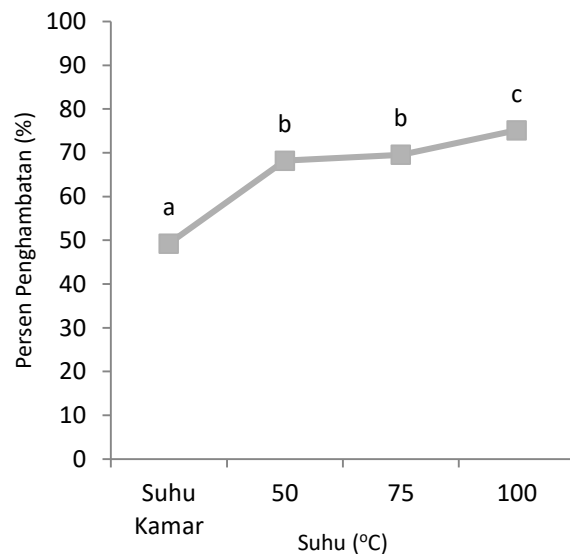
Gambar 4. Penghambatan peroksida oleh ekstrak empulur sagu baruk pada beberapa perlakuan suhu pemanasan

Gambar 4. menunjukkan aktivitas antioksidan ekstrak empulur sagu baruk mengalami kenaikan aktivitas antioksidan seiring naiknya suhu dan aktivitas yang terbaik pada ekstrak dengan perlakuan suhu 75 °C (57,374%) dan mengalami penurunan jika dipanaskan hingga suhu 100 °C (54,249%). Penurunan yang terjadi diakibatkan karena terjadi kerusakan dari senyawa antioksidan yang terdapat pada empulur sagu baruk. Kerusakan senyawa antioksidan oleh suhu berpengaruh terhadap kemampuan suatu senyawa untuk mendonorkan hidrogen untuk menghambat reaksi rantai radikal. Tarigan dkk. (2015), Momuat dkk. (2015), serta Ginting dkk. (2016) melaporkan bahwa empulur sagu baruk baik pada tepung maupun air cucuannya (ekstrak) memiliki kandungan flavonoid dan tanin yang berpotensi sebagai antioksidan. Uji statistika menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

pada persen penghambatan peroksida seiring kenaikan perlakuan suhu.

Efek ekstrak terhadap penghambatan malonaldehida

Produk sekunder hasil dari degradasi atau penguraian peroksida adalah suatu senyawa aldehida berupa malonaldehida. Malonaldehida dapat terbentuk dari pemotongan tiap sisi dari cincin endoperoksida (Raharjo, 2006). Molekul MDA juga bisa dihasilkan melalui oksidasi lanjut dari 2-enal atau 2,4 dienal hasil dekomposisi asam linoleat. Besar persentase penghambatan MDA dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penghambatan malonaldehida oleh ekstrak empulur sagu baruk pada beberapa perlakuan suhu

Aktivitas penghambatan MDA oleh ekstrak empulur sagu baruk mengalami kenaikan seiring kenaikan perlakuan suhu dan persen penghambatan yang tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 100 °C (75,153%). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa antioksidan mampu menghambat pembentukan malonaldehida. Berbeda halnya dengan penghambatan peroksida yang mengalami penurunan persen penghambatan yang menurun pada suhu 100 °C. Perbedaan persentase penghambatan peroksida dapat disebabkan karena perbedaan fungsi senyawa antioksidan yang bekerja. Menurut Suryanto (2012), senyawa antioksidan memiliki beberapa fungsi seperti pendonor hidrogen, pemutus ikatan rantai radikal, maupun sebagai penangkap oksigen untuk menghambat oksidasi. Berdasarkan uji statistika ($p < 0,05$) menunjukkan adanya perbedaan nyata

pada perlakuan suhu kamar, 50 °C, 75 °C dan 100 °C, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antara suhu 50 °C dan suhu 75 °C. Proses penghambatan peroksida merupakan proses penghambatan oksidasi primer sedangkan proses penghambatan malonaldehida merupakan proses penghambatan oksidasi sekunder. Tingginya persen penghambatan pada ekstrak perlakuan suhu 100 °C diduga karena adanya senyawa antioksidan sekunder yang terekstrak dari empulur sagu baruk yang bekerja aktif dalam penghambatan pembentukan malonaldehida.

Warna merah dari analisis kandungan peroksida merupakan hasil pembentukan reaksi antara ion ferri (Fe^{3+}) dengan ion tiosianat (SCN^-) membentuk kompleks $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ yang berwarna merah dan warna merah muda yang dihasilkan dari analisis kandungan malonaldehida merupakan hasil pembentukan senyawa kompleks antara asam tiobarbiturat dengan malonaldehida. Secara kolorimetri, jika suatu antioksidan mampu menghambat pembentukan peroksida maupun malonaldehida, warna yang dihasilkan mengalami penurunan intensitas atau kepekatan warna. Berkurangnya intensitas warna merah dari analisis peroksida dikarenakan berkurangnya pembentukan ion ferri (Fe^{3+}) dari oksidasi ion ferro (Fe^{2+}) untuk bereaksi dengan ion tiosianat dan berkurangnya intensitas warna merah muda dari analisis MDA dikarenakan terhambatnya pembentukan malonaldehida oleh suatu antioksidan yang menghambat oksidasi lanjut dalam reaksi degradasi hidroperoksida.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kandungan total fenolik ekstrak empulur sagu baruk mengalami kenaikan jumlah berkisar antara 69,286-72,449 mg/kg eketika diberi perlakuan pemanasan serta ekstrak empulur sagu baruk memiliki aktivitas antioksidan sebagai penghambat peroksida dan penghambat malonaldehida terbaik ketika diberi perlakuan suhu sebesar 75 °C.

DAFTAR PUSTAKA

Akoh, C.C. & Min, D.B. 2002. *Food lipids*. Marcel Dekker, Inc., New York.
 Antolovich, M., Prenzler, P.D., Patsalides, E., McDonald, S. & Robards, K. 2002. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*. 127(1), 183-198.

Bangol, E. 2014. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan n-heksana dari daun rumput Santa Maria (*Artemia vulgaris* L.) pada minyak ikan. *Jurnal Ilmiah Sains*. 14(), 129-135
 Cannell, R.J.P. 1998. *Natural products isolation*. Humana Press, New Jersey.
 Chen, H.M., Muramoto, K., Yamauchi, F. & Nokihara, K. 1996. Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidative peptide isolated from digests of soybean protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44(9), 2619-2623.
 Conde, E., Cadahia, E., Gracia-Vallejo, M.C., Simion, B.F.D. & Adrados, J.R.G. 1997. Low molecular weight polyphenol in cork of *Quercus suber*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(), 2695-2700.
 Frankel, E.N. 2005. *Lipid oxidation*. The Oily Press, Dundee, Scotland.
 Ginting, A.F., Suryanto, E. & Momuat, L.I. 2015. Aktivitas antioksidan ekstrak air dan etanol dari empulur batang sagu baruk. *Chemistry Progress*. 8(2), 63-70.
 Gordon, M.H. 1990. The mechanism of antioxidant activity *in vitro*. Dalam: B.J.F. Hudson (Ed.), *Food Antioxidant*. Elsevier Applied Science, London and New York.
 Harwood, L.M., & Moody. 1989. *Experiment organic chemistry*. Blackwell Scientific Publications, London.
 Hudha, M.I., Sepdwiyanti, R. & Sari, S.D. 2012. Ekstraksi karaginan dari rumput laut (*Eucheuma spinosum*) dengan variasi suhu pelarut. *Berkala Ilmiah Teknik Kimia*. 1(1), 17-20
 Jadhav, S.J., Nimbalkar, S.S., Kulkarni, A.D. & Madhavi, D.L. 1996. Lipid oxidation in biological and food systems. Dalam D. L. Madhavi, S.S. Deshpandeand, D.K. Salunkhe (eds.). *Food Antioxidants Technological, Toxicological, and Health Respectives*. Marcel Dekker, Inc., New York
 Jayanudin, Lestari, A.Z., & F. Nurbayanti. 2014. Pengaruh suhu dan rasio pelarut ekstraksi terhadap rendemen dan viskositas natrium alginat dari rumput laut cokelat (*Sargassum* Sp.). *Jurnal Integrasi Proses*. 5(1), 51-55.
 Kikuzaki, H. & Nakatani, N. 1993. Antioxidant effects of some ginger constituents. *Journal of Food Science*. 58(6), 1407-1410.

- La Tapa, F., Suryanto, E. & Momuat, L.I. 2016. Biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak empulur batang sago baruk (*Arenga microcarpha*) dan aktivitas antioksidannya. *Chemistry Progress*. 9(1), 9-15.
- Marianus, Ashari, S., Rahardjo, B.T. & Polii, B. 2012. Sago barok palm (*Arenga microcarpha* Becc) as a superior local food source and soil conservation plant at Sangihe Island Regency. *AGRIVITA*. 34(2), 185-191.
- Momuat, L.I., Suryanto, E., Rantung, O., Korua, A. & Datu, H. 2015. Perbandingan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan antara sago baruk segar dan kering. *Chemistry Progress*. 8(1), 20-29.
- Ncube, N.S., Afolayan, A.J. & Okoh, A.I. 2008. Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *African Journal of Biotechnology*. 7(2), 1797-1806.
- Raharjo, S. 2006. *Kerusakan Oksidatif Pada Makanan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Roginsky, V. & Lissi, E.A. 2005. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 92(2), 235-254.
- Root-Bernstein, R., Fewins, J., Rhinesmith, T., Koch, A. & Dillon, P.F. 2016. Enzymatic recycling of ascorbic acid from dehydroascorbic acid by glutathione-like peptides in the extracellular loops of aminergic G-protein coupled receptors. *Journal of Molecular Recognition*. 29(7), 296-302.
- Santoso, J., Yoshie-Stark, Y. & Suzuki, T. 2004. Antioxidant activity of methanol extracts from Indonesian seaweeds in an oil emulsion model. *Fisheries Science*. 70(1), 183-188.
- Shantha, N.C. & Decker, E. A. 1994. Rapid, Sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of American Oil and Chemistry International*. 77(2), 421-424.
- Suryanto, E. 2012. *Fitokimia Antioksidan*. Putra Media Nusantara, Surabaya.
- Tarigan, E.P., Momuat, L.I. & Suryanto, E. 2015. Karakterisasi dan aktivitas antioksidan tepung sago baruk (*Arenga microcarpha*). *Jurnal MIPA UNSRAT*. 4(), 125-130.
- Tournaire, C., Croux, S., Maurette, M.T., Beck, I., Hocquaux, M., Braun, A.M. & Oliveros, E. 1993. Antioxidant activity of flavonoids; efficiency of singlet oxygen ($^1\Delta_g$) quenching. *Journal of Photochemistry and Photobiology*. 19(), 205-215.
- Venditti, E., Bacchetti, T., Tiano, L., Carloni, P., Greci, L. & Damiani, E. 2010. Hot vs. cold water steeping of different teas: do they affect antioxidant activity?. *Food Chemistry*. 119(4), 1597-1604.
- Waterhouse, A. 1999. *Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine*. Department of Viticulture & Enology, University of California, United States of America.