

PENGARUH LAMA PEMANASAN PROSES FERMENTASI TERHADAP KADAR FENOLIK TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BAWANG HITAM

THE EFFECT OF HEATING TIME FERMENTATION PROCESS ON TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BLACK GARLIC

Alfiatus Solichah and Nuniek Herdyastuti

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya*

Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

** Corresponding author, email: nuniekherdyastuti@unesa.ac.id*

Abstrak. Bawang hitam (black garlic) adalah hasil proses fermentasi pada selang waktu tertentu sehingga berwarna coklat tua dan memiliki rasa manis segar. Jika dibandingkan dengan bawang putih segar, black garlic memiliki bau yang tidak menyengat karena proses pemanasan yang menyebabkan berkurangnya kandungan allicin yang diubah menjadi senyawa antioksidan S-allyl cysteine. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pemanasan terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dari bawang hitam. Pengukuran kadar fenolik total dengan metode Folin-Ciocalteu dan menggunakan metode peredaman radikal bebas DPPH untuk mengukur aktivitas antioksidannya. Percobaan dilakukan dengan perlakuan lama pemanasan yang berbeda pada selang waktu 0 – 15 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan bawang hitam semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu pemanasan. Lama pemanasan berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dibandingkan dengan bawang putih.

Kata kunci: bawang hitam, kadar fenolik total, antioksidan

Abstract. Black garlic is the result of the fermentation process at certain intervals so that is dark brown and has a fresh sweet taste. When compared to fresh garlic, black garlic does not have a strong off flavor due to the heating process which reduces the allicin content which is converted into the antioxidant compound S-allyl cysteine. The purpose of this study was to determine the effect of heating time fermentation process on total phenolic content and antioxidant activity of black garlic. Measurement of total phenolic content using the Folin-Ciocalteu method and using the DPPH method to measure its antioxidant activity. The experiment was conducted with different heating length treatment at intervals of 0 – 15 days. The results showed that the total phenolic content and antioxidant activity of black garlic increased with the length of heating time. The heating time had a significant effect ($\alpha = 0.05$) on total phenolic content and antioxidant activity compared with garlic.

Key words: black garlic, total phenolic content, antioxidant

PENDAHULUAN

Antioksidan secara biologis didefinisikan sebagai suatu senyawa yang memiliki kemampuan dalam mencegah proses oksidasi akibat radikal bebas [1]. Ketidakmampuan antioksidan yang ada di dalam tubuh seperti katekin, vitamin C, vitamin E, beta karoten, polifenol dan flavonoid untuk menetralkan radikal bebas dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan suatu penyakit yakni penyakit degeneratif [1,2].

Penyakit degeneratif merupakan penyakit yang keadaan fungsi dari organ atau jaringan tubuh

mengalami penurunan [3]. Salah satu penyakit degeneratif yang jumlah penderitanya mengalami peningkatan setiap tahun adalah diabetes melitus [4]. Menurut survey WHO, pada tahun 2004 jumlah penderita DM di Indonesia merupakan salah satu yang terbesar di dunia, yakni berada pada urutan keempat setelah India, Cina dan Amerika Serikat, serta diperkirakan akan mengalami peningkatan sebanyak 12,4 juta penderita pada tahun 2025 [5]. DM merupakan penyakit dimana fungsi pankreasnya mengalami penurunan untuk memproduksi insulin sehingga menyebabkan glukosa tidak dapat diubah menjadi

glikogen dan tidak dapat masuk ke dalam sel sehingga terjadi peningkatan jumlah glukosa [6]. Mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan adalah cara yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan antioksidan yang ada dalam tubuh dan menghindari terjadinya penyakit degeneratif.

Salah satu jenis antioksidan adalah antioksidan alami yang pada umumnya dapat diperoleh dari tumbuhan, seperti bawang putih [7]. Jenis bawang putih yang terdapat di Indonesia diantaranya adalah bawang kating (majemuk) dan bawang lanang (tunggal) [8]. Bawang putih (*Allium sativum*) adalah jenis tanaman yang sering digunakan sebagai obat tradisional di Indonesia [9]. Selain berpotensi sebagai antioksidan, bawang putih berkhasiat sebagai antibakteri, antivirus, anti jamur, antikanker, antidiabetes, dan antiinflamasi [7]. Namun, penggunaan bawang putih sebagai obat kurang diminati oleh masyarakat, hal ini dikarenakan bau menyengat dan rasa getir pada bawang putih karena adanya senyawa *allicin* [10].

Bawang putih dapat dilakukan proses fermentasi untuk meningkatkan mutu sensori yang telah banyak dikenal masyarakat sebagai *black garlic*. *Black garlic* adalah suatu hasil fermentasi dari bawang putih yang dipanaskan pada suhu 65-80 °C selama 30-40 hari dengan tingkat kelembapan 70-80% dari suhu kamar tanpa perlakuan apapun sehingga kandungan air pada bawang menurun [11]. Pada umumnya, pemanasan dilakukan hingga hari ke-13 atau ke-14 dengan memperhatikan perubahan warna menjadi coklat tua dan rasanya yang menjadi manis segar [12]. Produk *black garlic* berwarna coklat gelap dengan rasa yang manis karena mengalami reaksi Maillard [13]. Reaksi Maillard akan memberikan perubahan terhadap aroma, rasa dan warna serta potensi antioksidan pada bahan pangan [14]. Tekstur dari *black garlic* juga akan lebih lengket, kenyal dan memiliki rasa manis dibandingkan dengan bawang putih sebelum difermentasi [15].

Perubahan yang dapat terjadi pada proses pemanasan selain perubahan fisikokimia adalah meningkatkan kandungan senyawa bioaktif pada bawang putih diantaranya polifenol, flavonoid, dan *S-allyl cysteine* (SAC) [16]. Bau *black garlic* tidak menyengat jika dibandingkan dengan bawang putih segar, hal ini dikarenakan proses pemanasan yang menyebabkan berkurangnya kandungan *allicin* yang diubah menjadi senyawa antioksidan *S-allyl cysteine* (SAC), polifenol, dan

flavonoid selama proses penuaan [17,18]. *Allicin* merupakan senyawa aktif yang berperan sebagai antibiotik dan antidiabetes dalam terapi diabetes, namun *allicin* bersifat tidak stabil dan mempunyai tingkat toksisitas cukup tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan eksternal dan internal sehingga dalam proses pemanasan komponen tersebut diubah menjadi *S-allyl cysteine* (SAC) senyawa yang lebih stabil dan memiliki tingkat toksisitas yang lebih rendah yakni tidak lebih dari 4% toksisitas *allicin* [18, 19, 20]. Menurut Kimura *et al.*, [2017] nilai antioksidan *black garlic* dengan metode *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC) meningkat 4,5 kali jika dibandingkan dengan bawang putih yang masih segar. Kandungan senyawa polifenol juga meningkat sebesar 4,19 kali jika dibandingkan dengan bawang putih segar. Fenolik adalah senyawa yang dapat berfungsi sebagai antioksidan untuk meredam radikal bebas [21]. Dalam penelitian Wirasti [2019] pengukuran kadar fenolik total menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* dengan asam galat sebagai kurva standar baku [22].

Penelitian aktivitas antioksidan bawang hitam yang sama dilakukan oleh Agustina *et al.*, [2020] menggunakan bawang kating dengan lama pemanasan 15, 25, dan 35 hari, sedangkan dalam penelitian ini lama pemanasan bawang dilakukan 3, 6, 9, 12, dan 15 hari dengan sampel bawang kating dan bawang lanang sebagai perbandingan.

Untuk menguji aktivitas antioksidan digunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) yang menunjukkan besar konsentrasi larutan uji dapat menghambat radikal bebas sebanyak 50% (IC₅₀) [23].

METODE PENELITIAN

Bahan

Bawang lanang, bawang kating, etanol 96%, aquades, asam galat (Merck), etanol p.a (Fulltime), reagen *Folin-Ciocalteu* (Merck), Na₂CO₃, DPPH (Sigma), metanol p.a. (Fulltime)

Alat

Rice cooker, neraca analitik (Ohaus), *rotary evaporator* (Buchi R-300), *vacuum*, corong Buchner, vortex (Labnet VX-200), inkubator (Mettler), spektrofotometri UV-VIS (Shimadzu UV-800), mikropipet (DLAB), peralatan gelas.

Prosedur Penelitian

Persiapan Pembuatan *Black Garlic*

Pembuatan sampel mengacu pada penelitian Dewi dan Mustika [2018] dengan modifikasi, sampel berupa bawang putih lanang dan bawang putih

kating disortasi untuk memilih bawang yang masih segar, selanjutnya dilakukan proses pemanasan selama 3, 6, 9, 12, dan 15 hari dalam *rice cooker* dengan suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ yang telah diletakkan kertas tissue untuk menyerap uap dalam *rice cooker* selama pemanasan. Selama proses fermentasi tidak dilakukan penambahan bahan lainnya.

Ekstraksi Bawang Putih dan Bawang Hitam

Sampel bawang putih dan bawang hitam dihaluskan dengan blender, masing-masing sampel ditimbang sebanyak 100 gram dan diekstraksi secara maserasi menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1 liter dalam waktu 24 jam pada suhu kamar. Hasil sampel yang telah dimaserasi disaring menggunakan corong *Buchner*. Filtrat yang didapat diuapkan dengan *vacuum rotary evaporator* pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Uji Kadar Fenolik Total

Uji kadar fenolik total ekstrak etanol bawang putih dan bawang hitam dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu* yang mengacu pada Andriani dan Murtisiwi [2018], dibuat kurva standar asam galat dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Sampel sebanyak 160 mg dilarutkan dalam aquades hingga 10 mL, selanjutnya sebanyak 0,5

mL larutan sampel kemudian 1,5 mL *Folin-Ciocalteu* 10% dan didiamkan selama 3 menit. Kemudian ditambahkan larutan Na_2CO_3 7,5% 1,2 mL dan divortex selama 3 detik. Campuran larutan kemudian didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar dan diukur serapannya menggunakan spektrofotometri UV-VIS pada panjang gelombang 759 nm [24].

Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH [25]. Larutan induk dibuat dengan cara 10 mg ekstrak kental dilarutkan dalam labu ukur 10 mL dengan methanol p.a, kemudian dibuat larutan standar dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Masing-masing larutan tersebut dimasukkan sebanyak 2 mL kemudian ditambahkan larutan DPPH 0,004% ke dalam vial gelap. Campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit dan diukur serapannya menggunakan spektrofotometri UV-VIS pada panjang gelombang 515 nm.

Perlakuan yang sama dilakukan terhadap kontrol dengan mengganti larutan uji dengan metanol p.a. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan IC_{50} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini diantaranya adalah karakteristik fisik bawang hitam pada selang

waktu 0-15 hari, kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan bawang hitam.

Karakteristik Fisik Bawang Hitam

Selama proses pembuatan bawang hitam (*black garlic*) dilakukan pengamatan karakteristik fisik bawang dari hari 0 sampai lama pemanasan hari

ke 15 yang meliputi warna, aroma, rasa dan tekstur seperti pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Perubahan fisik bawang selama proses pemanasan

Tabel 1. Karakteristik fisik perubahan bawang hitam dari hari 0 sampai hari ke 15

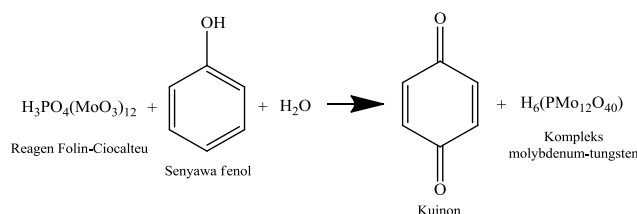
Lama pemanasan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
0	Putih	Menyengat	Pahit	Keras

3	Putih	Menyengat	Pahit	Sedikit keras
6	kecoklatan	Menyengat	Sedikit manis	Lunak
9	Coklat tua (+)	Tidak	Manis	Lunak
12	Coklat tua	menyengat	Manis	Lunak
15	(+++)	Harum	Manis	Lunak
	Hitam (+)	Harum		
	Hitam (+++)			

Selama proses pemanasan, bawang putih mengalami perubahan warna dari putih, coklat gelap, menjadi hitam dan rasa manis segar karena mengalami reaksi Maillard [13]. Selain mengalami perubahan dari warna dan rasa, tekstur dari bawang juga mengalami perubahan, tekstur dari bawang menjadi lunak dan aroma menyengat pada bawang sudah tidak tercium lagi dibandingkan dengan bawang putih.

Kadar Fenolik Total

Penentuan kadar fenolik total bawang hitam (*black garlic*) dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu* menggunakan asam galat sebagai larutan standar karena asam galat tergolong asam fenol sederhana yang merupakan turunan dari asam hidroksibenzoat [26]. Reagen *Folin-Ciocalteu* adalah campuran asam heteropoli yang dibentuk dari asam fosfomolibdat-fosfotungat yang bekerja pada mekanisme reduksi oksidasi yang berperan untuk mengoksidasi gugus fenolik hidroksil [27,28].



Gambar 2. Reaksi fenol dengan reagen *Folin-Ciocalteu* [29].

Asam galat dan sampel yang direaksikan dengan reagen *Folin-Ciocalteu* menghasilkan larutan berwarna kuning kehijauan dan membentuk kompleks berwarna biru setelah dilakukan penambahan larutan Na_2CO_3 seperti pada Gambar 2. Penambahan Na_2CO_3 berfungsi untuk memberikan suasana basa pada larutan [30,31]. Reaksi tersebut membentuk kompleks molybdenum-tungsten berwarna biru yang terbentuk karena senyawa fenolik mengalami disosiasi membentuk ion fenolat yang mereduksi fosfomolibdat-fosfotungat [28, 32] dimana penyerapan maksimum bergantung pada konsentrasi larutan alkali dan senyawa fenolik

[33]. Apabila konsentrasi senyawa fenolik semakin besar maka semakin banyak ion fenolat yang terbentuk. Sehingga, akan semakin banyak fosfomolibdat-fosfotungat yang tereduksi oleh ion fenolat dan warna biru yang dihasilkan semakin pekat [30].

Senyawa fenolik bersifat reduksi oksidasi yang berperan sebagai antioksidan dikarenakan senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil pada cincin aromatik yang berfungsi sebagai donor atom hidrogen saat bereaksi dengan senyawa radikal bebas sehingga proses oksidasi terhambat dan senyawa radikal bebas berkurang [27, 34]. Sehingga, apabila gugus hidroksil yang dimiliki senyawa fenolik semakin banyak, aktivitas antioksidan yang dimiliki juga semakin tinggi.

Tabel 2. Hasil penentuan asam galat sebagai standar kadar fenolik total

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
10	0,206
20	0,388
30	0,484
40	0,676
50	0,787

Selanjutnya, dari hasil absorbansi larutan standar asam galat (Tabel 2) dibuat kurva hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi untuk memperoleh persamaan linear dan didapatkan persamaan kurva standar asam galat $y=0,0145x + 0,0732$ dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,9906 (Gambar 3).



Gambar 3. Kurva larutan standar asam galat

Hasil pengukuran kadar fenolik total bawang lanang dan bawang kating (Tabel 3) menunjukkan semakin lama pemanasan, kadar fenolik total semakin meningkat.

Tabel 3. Nilai kadar fenolik total selama proses pemanasan

Hari ke-	Kadar fenolik total (mg GAE/g ekstrak)	
	Bawang lanang	Bawang kating
0	0,052 ± 0,006	0,032 ± 0,000
3	0,063 ± 0,003	0,039 ± 0,001
6	0,107 ± 0,007	0,064 ± 0,003
9	0,137 ± 0,006	0,088 ± 0,003
12	0,212 ± 0,011	0,206 ± 0,007
15	0,553 ± 0,024	0,343 ± 0,024

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, bawang tanpa perlakuan panas memiliki nilai kadar fenolik total yang paling rendah dan semakin lama waktu pemanasan maka kadar fenolik total semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya pemanasan pada senyawa fenolik menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan fenol bebas yang disebabkan karena berkurangnya ester, glikosida, dan ikatan ester [35].

Berdasarkan analisis menggunakan ANOVA *One-Way* tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) menunjukkan lama pemanasan pada bawang berbeda nyata atau berpengaruh signifikan terhadap kadar fenolik total karena memiliki nilai signifikan $\leq 0,05$.

Aktivitas Antioksidan

Kandungan antioksidan dilakukan menggunakan metode radikal bebas DPPH dengan menggunakan larutan DPPH sebagai radikal bebas dengan hasil nilai IC_{50} seperti pada Tabel 4. DPPH merupakan suatu radikal bebas pada suhu ruang yang menerima elektron dan hidrogen radikal untuk diubah menjadi molekul yang lebih stabil,

uji dilakukan menggunakan DPPH untuk mengetahui kemampuan senyawa antioksidan menangkap radikal bebas [36]. Metode DPPH sering dipilih diantara pengukuran aktivitas antioksidan lainnya, hal ini dikarenakan metode ini adalah metode yang sederhana, efisien, relatif murah, dan cepat [37].

Prinsip pengukuran menggunakan metode DPPH yaitu senyawa antioksidan akan bereaksi dengan DPPH (radikal bebas) dengan cara transfer elektron kepada DPPH sehingga terjadi perubahan dari senyawa radikal bebas menjadi senyawa yang bersifat non radikal. Hal ini menyebabkan berubahnya warna larutan dari ungu menjadi kuning pucat [38]. Perubahan warna yang terjadi diukur spektrofotometer yang ditunjukkan oleh menurunnya nilai absorbansi pada panjang gelombang 515 nm.

Setelah didapatkan nilai absorbansi, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai IC_{50} , IC_{50} merupakan besarnya konsentrasi inhibisi dari larutan sampel terhadap kemampuannya untuk menangkap 50% radikal bebas, apabila semakin kecil nilai IC_{50} , maka aktivitas antioksidan yang dimiliki semakin tinggi [38]. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} bawang lanang dan bawang kating (Tabel 4) menunjukkan bahwa semakin lama pemanasan, nilai IC_{50} semakin kecil.

Tabel 4. Nilai aktivitas antioksidan IC_{50} selama proses pemanasan

Hari ke-	IC_{50} (ppm)	
	Bawang lanang	Bawang kating
0	268,310 ± 6,564	334,204 ± 11,869
3	240,403 ± 1,996	288,290 ± 2,749
6	154,123 ± 1,167	210,803 ± 4,232
9	145,078 ± 1,509	197,394 ± 1,526
12	126,620 ± 0,293	173,272 ± 2,442
15	115,084 ± 0,489	143,236 ± 0,703

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemanasan pada bawang nilai IC_{50} yang didapatkan semakin kecil dan menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan bawang hitam akan semakin tinggi selama proses pemanasan berlangsung. Nilai aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan nilai kadar fenolik total pada bawang yang mengalami waktu pemanasan lebih lama. Djapiala, *et al.*, [2009] menyatakan bahwa senyawa fenolik berperan sebagai antioksidan, sehingga kadar fenolik total

dan antioksidan akan berbanding lurus, jika suatu bahan memiliki kandungan fenolik yang tinggi maka aktivitas antioksidannya juga meningkat [39].

Reaksi Maillard merupakan faktor utama dalam pembuatan bawang hitam, reaksi Maillard dapat meningkatkan senyawa bioaktif seperti polifenol dan flavonoid yang dapat berpotensi menjadi senyawa antioksidan yang tinggi sehingga dapat menjadi salah satu faktor meningkatnya aktivitas antioksidan [40]. Antosianin adalah salah satu senyawa yang ketika dipanaskan dapat menghasilkan polifenol yakni floroglusinol dan flavonoid berupa turunan asam benzoat [41]. Sifat antioksidan dari produk reaksi Maillard berasal dari perlakuan panas asam amino-gula dan protein-gula [42]. Pemanasan dalam reaksi. Menurut Manzocco, *et al.*, [2001] banyak penelitian yang menunjukkan bahwa produk yang mengalami Reaksi Maillard akan mengalami peningkatan aktivitas antioksidan dengan memutus rantai radikal bebas melalui sumbangan atom hidrogen [43]. Selama proses pembuatan bawang hitam (*black garlic*) terjadi perubahan senyawa tidak stabil yaitu *allicin* yang diubah menjadi *S-allyl cysteine* (SAC) yakni senyawa yang bersifat stabil dan berperan sebagai oksidator kuat, selain itu *S-allyl cysteine* (SAC) memiliki aktivitas antioksidan tinggi sehingga mampu menghambat radikal bebas dalam tubuh [17,18]. Diketahui bahwa jika semakin tinggi aktivitas antioksidan bawang hitam (*black garlic*), hal ini disebabkan oleh adanya *S-allyl cysteine* (SAC), senyawa turunannya *allicin* selama proses panas tersebut [18].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahardjo, M. & Hernani, 2005. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] Atun, S., 2006. *Hubungan struktur dan aktivitas antioksidan beberapa senyawa resveratrol dan turunannya*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [3] Arisman, 2007. *Gizi Dalam Daur Kehidupan*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran.
- [4] Herdiana, Y., Wardhana, Y. W. & Runadi, D., 2019. Pemeliharaan Pola Hidup Sehat dan Pemanfaatan Obat Untuk Pencegahan Penyakit Diabetes Melitus. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, pp. 98-100.
- [5] Dari penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa bawang lanang memiliki nilai total fenolik dan aktivitas antioksidan lebih tinggi jika dibandingkan dengan bawang kating, hal ini dikarenakan bawang lanang memiliki kandungan *allicin* yang lebih tinggi [44] sehingga saat proses pemanasan akan dihasilkan *S-allyl cysteine* (SAC) yang lebih tinggi. Nilai kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan dari hari ke-3 hingga hari-15 terus mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan semakin lama pemanasan senyawa bioaktif yang terbentuk akan semakin banyak sehingga menyebabkan aktivitas antioksidan semakin tinggi dan pemanasan optimal dalam penelitian ini adalah hari ke-15.
- [6] Berdasarkan analisis menggunakan ANOVA *One-Way* tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) menunjukkan lama pemanasan pada bawang berbeda nyata atau berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan karena memiliki nilai signifikan $\leq 0,05$. Dari hasil total fenolik dan aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} , disimpulkan pemanasan optimum terjadi di hari ke-15.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa kandungan kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan bawang hitam selama proses pemanasan mengalami peningkatan. Nilai kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada bawang hitam pemanasan hari ke-15 yang merupakan lama pemanasan optimal dalam pembuatan bawang hitam.

- [5] Soegondo, S., 2009. *Prinsip Pengobatan Diabetes, Insulin dan Obat Hipoglikemik Oral*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- [6] Lisiswanti, R. & Haryanto, F. P., 2017. Allicin pada Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Terapi Alternatif Diabetes Melitus Tipe 2. *Majority*, pp. 31-36.
- [7] Kimura, S. et al., 2017. Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. Review Article: *Journal of Food and Drugs Analysis*, 25(1), pp. 62-70.
- [8] Purwaningsih, E., 2005. *Bawang Putih*. Bandung: Ganeca Exact.
- [9] Syamsiyah, S. I. & Tajudin, 2003. *Khasiat dan Manfaat Bawang Putih*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- [10] Agustina, E., Andiarna, F. & Hidayati, I., 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak

- Bawang Hitam (*Black Garlic*) dengan Variasi Lama Pemanasan. *Al Kauniyah: Jurnal Biologi*, 13(1), pp. 41-50.
- [11] Wang, X. et al., 2012. Aged black garlic extract induces inhibition of gastric cancer cell growth in vitro and in vivo. *Molecular Medicine Reports*, Volume 5, pp. 66-72.
- [12] Zhafira, R., 2018. Pengaruh Lama Aging Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Aktivitas Antioksidan Produk Bawang Hitam Lanang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(1), pp. 34-42.
- [13] Choi, I. S., Cha, H. S. & Lee, Y. S., 2014. Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. *Molecules*, Volume 19, pp. 16811-16823.
- [14] Rochmah, A. N., 2017. *Potensi Antioksidan dan Kandungan Akrilamida Bawang Hitam yang Diolah dengan Electric Rice Cooker*. s.l.:Tesis.
- [15] Dewi, N. N. A. & Mustika, I. W., 2018. Nutrition Content and Antioxidant Activity of Black Garlic. *International Journal of Health Sciences*, 2(1), pp. 11-20.
- [16] Handayani, S. N., Bawono, L. C., Ayu, D. P. & Pratiwi, H. N., 2018. Isolasi Senyawa Polifenol Black Garlic dan Uji Toksisitasnya. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6(2), pp. 145-149.
- [17] Borek, C., 2001. Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement Antioxidant Health Effects of Aged Garlic Extract. *American Society for Nutritional Sciences*, Volume 131, pp. 1010-1015.
- [18] Lee, Y. M. et al., 2009. Antioxidant effect of garlic and aged black garlic in animal model of type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Research and Practice*, 3(2), pp. 156-161.
- [19] Bae, S. E. & Cho, S. Y., 2014. Changes in S-allyl cysteine content and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *Food Science and Technology*, 55(1), pp. 397-402.
- [20] Amagase, H., 2006. Significance of Garlic and Its Constituents in Cancer and Cardiovascular Disease: Clarifying the Real Bioactive Constituents of Garlic. *Journal of Nutrition*, Volume 136, pp. 716S-725S.
- [21] Nimse, S. B. & Pal, D., 2015. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *Royal Society of Chemistry Advances*, Volume 5, pp. 27986-28006.
- [22] Wirasti, 2019. Penetapan Kadar Fenolik Total, Flavonoid Total, dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Benalu Petai (*Scurrula atropurpurea* Dans.) Beserta Penampasan Fitokimia. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 4(1), pp. 1-5.
- [23] Dehpour, A. A., Ebrahimzadeh, M. A., Fazel, N. S. & Mohammad, N. S., 2009. Antioxidant activity of the methanol extract. *Grasas Y Aceites*, 60(4), pp. 405-412.
- [24] Andriani, D. & Murtisiwi, L., 2018. Penetapan Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) dengan Spektrofotometri UV-Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), pp. 32-38.
- [25] Tukiran, Miranti, M. G., Dianawati, I. & Sabila, F. I., 2020. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan Buah Bit (*Beta vulgaris* L.) Sebagai Bahan Tambahan Minuman Suplemen. *Jurnal Kimia Riset*, 5(2), pp. 113-119.
- [26] Kupina, S., Fields, C., Roman, M. C. & Brunelle, S. L., 2018. Determination of Total Phenolic Content Using the Folin-C Assay: Single-Laboratory Validation, First Action 2017.13. *Journal of AOAC International*, 101(5), pp. 1466-1472.
- [27] Sooberattee, M. A., Neergheen, V. S. & Ramma, A. L., 2005. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, Volume 579, pp. 200-213.
- [28] Agbor, G. A., Vinson, J. A. & Donnelly, P. A., 2014. Folin-Ciocalteu Reagent for Polyphenolic Assay. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics (IJFS)*, 3(8), pp. 147-156.
- [29] Khadijah, Jayali, A. M., Sudir, U. & Sasmita, I., 2017. Penentuan Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Samama (*Anthocephalus macrophyllus*) Asal Ternate, Maluku Utara. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 15(1), pp. 11-18.
- [30] Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J. & Lee, C. Y., 2003. Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Volume 51, pp. 7292-7295.
- [31] Tahir, M., Muflihunna, A. & S., 2017. Penentuan Kadar Fenolik Total Ekstrak

- Etanol Daun Nilam (*Pogestomen cablin Benth.*) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(1), pp. 215-218.
- [32] Jadhav, A. P., Kareparamban, J. A., Nikam, P. H. & Kadam, V. J., 2012. Spectrophotometric Estimation of Ferulic Acid from *Ferula asafoetida* by Folin - Ciocalteu's Reagent. *Pelagia Research Library*, 3(6), pp. 680-684.
- [33] Blainski, A., Lopes, G. C. & de Mello, J. C. P., 2013. Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of the Total Phenolic Content from *Limonium Brasiliense* L.. *Molecules*, Volume 18, pp. 6852-6865.
- [34] Dungir, S. G., Katja, D. G. & Kamu, V. S., 2012. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 1(1), pp. 11-15.
- [35] Xu, G., Ye, X., Chen, J. & Liu, D., 2007. Effect of Heat Treatment on the Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Citrus Peel Extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Volume 55, pp. 330-335.
- [36] Marxen, K. et al., 2007. Determination of DPPH Radical Oxidation Caused by