

Studi Literatur Pengaruh Penambahan Starter Fermentasi pada Bawang Hitam (*Allium sativum* L.) terhadap beberapa Metabolit Sekunder serta Aktivitas Antioksidan dan Antibakterinya

Asmiralda Amalia & Anggi Arumsari

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

email: aasmiralda@gmail.com, anggiarumsari@yahoo.com

ABSTRACT: Black garlic is a product of garlic (*Allium sativum* L.) processed by high temperature and humidity over a period of time. This processing affects the taste, smell and color of garlic, as well as enhances the compound of flavonoids, polyphenols, organosulfur and its antioxidant activities but decrease the antibacterial activities. Some other studies add a fermentation starter to the black garlic. Therefore, the problem in this research is formulated as follows: (1) What is the impact of starter fermentation addition to some secondary metabolites? (2) How is this related to the antioxidant and antibacterial activity of black garlic?. This research uses literature method study from several national and international scientific journals. The results showed that (1) The flavonoids and polyphenols are increased after fermentation with *Saccharomyces kluyveri*. Fermentation also affect organosulfur compounds such as to kept alliin compound by *Lactobacillus plantarum*, alisin changes by *Pediococcus pentosaceus*, S-Allylcystein (SAC) increase by *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum*. (2) The antioxidant and antibacterial activity are also better than black garlic without fermentation starter.

Keywords: Black garlic, fermentation, antioxidant, antibacterial

ABSTRAK: Bawang hitam merupakan produk olahan bawang putih (*Allium sativum* L.) yang telah melalui proses pemanasan selama periode waktu tertentu menggunakan suhu dan kelembaban yang tinggi. Proses pengolahan tersebut memperbaiki rasa dan bau dari bawang putih, serta meningkatkan senyawa flavonoid, polifenol, organosulfur dan aktivitas antioksidannya. Disamping itu aktivitas antibakteri bawang hitam justru tidak lebih baik dari pada bawang putih. Beberapa penelitian lain menambahkan starter fermentasi pada bawang hitam. Oleh karena itu, permasalahan pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: (1) Bagaimana pengaruh dari penambahan starter pada bawang hitam terhadap beberapa metabolit sekunder yang terkandung? (2) Bagaimana kaitannya dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri dari bawang hitam? Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dari beberapa jurnal ilmiah nasional dan internasional. Hasilnya menunjukkan bahwa (1) Kadar flavonoid dan polifenol mengalami peningkatan yang cukup signifikan setelah difermentasi dengan *Saccharomyces kluyveri*. Fermentasi juga mempengaruhi senyawa organosulfur yang terkandung pada bawang hitam seperti bertahannya senyawa alliin akibat penambahan *Lactobacillus plantarum*, perubahan senyawa alisin oleh *Pediococcus pentosaceus* dan meningkatnya senyawa S-allylcystein (SAC) oleh *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*. (2) Aktivitas antioksidan dan antibakteri bawang hitam yang difermentasi dengan berbagai starter lebih baik dari pada bawang hitam tanpa penambahan starter.

Kata kunci: Bawang hitam, fermentasi, antioksidan, antibakteri

1 PENDAHULUAN

Bawang hitam adalah bawang putih (*Allium sativum* L.) yang telah diproses selama periode waktu tertentu, pada suhu tinggi dan kelembaban

yang tinggi. Proses ini mengubah warna siung bawang putih menjadi hitam, memberikan rasa manis dan konsistensinya menjadi kenyal (Kimura et al., 2017:62). Terjadi pula peningkatan jumlah beberapa metabolit sekunder pada bawang hitam

diantaranya adalah senyawa organosulfur, flavonoid dan polifenol (Ngan et al, 2017:672).

Peningkatan metabolit sekunder pada bawang hitam tentunya berpengaruh terhadap aktivitas biologisnya. Kim et al (2012:5-6) menyebutkan pada penelitiannya bahwa aktivitas antioksidan bawang hitam lebih besar dari pada bawang putih. Di samping itu, bawang hitam juga memiliki aktivitas antibakteri bawang hitam justru lebih rendah dari pada bawang putih (Ngan et al., 2017:672). Hal ini juga dibuktikan oleh Pujiastuti (2018:20) yang membandingkan aktivitas antibakteri minyak atsiri bawang putih dan bawang hitam terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hal tersebut dapat terjadi karena terurainya beberapa zat aktif akibat terjadinya reaksi Maillard saat pemanasan.

Selain pemanasan, beberapa penelitian melakukan fermentasi bawang hitam dengan penambahan starter fermentasi. Belum banyak penelitian yang membahas tentang perbedaan hasil dari kedua metode tersebut. Maka dari itu, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan studi literatur pengaruh penambahan starter pada bawang hitam terhadap beberapa metabolit sekunder yang terkandung serta aktivitas antioksidan dan antibakteri dari bawang hitam.

2 LANDASAN TEORI

Bawang hitam (*black garlic*) merupakan produk hasil bawang putih yang telah diproses selama periode waktu tertentu, pada suhu tinggi dan kelembaban yang tinggi. Proses ini memberikan perubahan karakteristik meliputi perubahan warna siung bawang putih menjadi hitam, memberikan rasa manis mengubah bau dan konsistensinya menjadi kenyal (Kimura et al., 2017:62).

Tekstur yang lembut dan rasanya yang unik membuat bawang ini menjadi pilihan yang bagus untuk ditambahkan pada masakan agar rasanya lebih lezat. Tapi selain dimanfaatkan sebagai bahan makanan, bawang hitam juga memiliki manfaat yang baik bagi kesehatan (Dewi et al., 2018:12).

Bawang hitam mengandung *asam laktat*, *5-hidroksimetil-2-furfural*, *adenosin*, *uridin*, *asam dan 2-Asetilpirol* (Sembiring et al., 2019:178). Kandungannya kurang lebih sama dengan bawang putih, namun terdapat perbedaan konsentrasi beberapa senyawa antara bawang hitam dan bawang putih. Kimura et al (2017) mengatakan

bahwa kadar polifenol dan flavonoid bawang hitam lebih besar 4 kali lipat dari pada bawang putih.

Jenis senyawa polifenol yang ditemukan pada bawang hitam adalah asam fenolat seperti asam galat, asam vanilat, asam klorogenat, asam kafeat, asam ferulat, asam m-kumarat, dan asam o-kumarat. Selain itu, senyawa-senyawa flavonoid yang terdapat pada bawang hitam adalah katekin, epikatekin, epigalokatekin galat, apigenin, quercitrin, myricetin, quercetin, resveratrol, kaempferol, narigenin dan morin (Afiati et al., 2020:5 dan Kim et al., 2013).

Pada proses pembuatan bawang hitam terjadi suatu reaksi yang dinamakan reaksi Maillard. Reaksi Maillard adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi antara gula pereduksi dengan asam amino. Dari sudut pandang teknologi, biasanya industri makanan memanfaatkan reaksi ini karena dapat mempengaruhi warna, rasa dan bau pada makanan (Andrade, 2013:1). Produk akhir dari reaksi Maillard untuk setiap jalur reaksi adalah melanoidin. Melanoidin merupakan senyawa yang bertanggung jawab terhadap timbulnya warna coklat pada makanan (Zhuang dan Sun, 2011).

Tidak hanya mengubah karakteristik bawang hitam, tetapi juga mempengaruhi metabolit sekunder dan aktivitas biologisnya. Sebagai contoh, aktivitas DPPH terhadap bawang hitam (37.32%-74.48%) jauh lebih besar dari pada bawang putih (4.65%). Hal ini terjadi karena selama proses penyimpanan kandungan antioksidan meningkat secara bertahap sampai hari ke-21 (Choi, 2014:16816).

3 METODE PENELITIAN

Studi literatur dari jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional.

4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kadar flavonoid total bawang hitam dengan berbagai starter fermentasi

Starter	Kadar Flavonoid Total (mg QE/g)	Waktu fermentasi (hari)	Waktu pemanasan (hari)
Tanpa starter fermentasi	29.64	-	21
Teh kombucha (<i>Acetobacter xylinum</i> dan beberapa khamir)	49.94	7	21
<i>Saccharomyces kluyveri</i>	85.58	6	21

Meningkatnya kadar flavonoid pada bawang hitam yang difermentasi menggunakan teh kombucha sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chakravorty *et al.*, (2015). Dalam penelitiannya, dijelaskan bahwa peningkatan kadar tersebut dapat terjadi karena degradasi kompleks flavonoid menjadi molekul yang lebih kecil oleh enzim yang dikeluarkan mikroorganisme yang ada pada kombucha. Diketahui bahwa *Candida tropicalis* dapat mendegradasi bermacam-macam polifenol dan flavonoid. Dikarenakan pada teh kombucha juga terdapat genus *Candida*, maka cukup mungkin jika jenis khamir ini menyebabkan degradasi sehingga meningkatkan kandungan flavonoid selama proses fermentasi.

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa penambahan *S. kluyveri* membuat kadar flavonoid bawang hitam jauh lebih besar dari bawang hitam tanpa starter dan lebih besar pula dari bawang hitam yang difermentasi dengan teh kombucha. Selain itu, waktu fermentasi dengan *Saccharomyces kluyveri* lebih cepat yaitu selama 6 hari sedangkan teh kombucha membutuhkan waktu selama 28 hari.

Setiyoningrum *et al.*, (2018:50) menyebutkan bahwa belum ada literatur yang menjelaskan bagaimana fermentasi *Saccharomyces kluyveri* dapat meningkatkan komponen bioaktif tetapi pada penelitian Jung *et al.*, (2011) fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menyebabkan perubahan gula menjadi alkohol dan asam laktat yang dapat meningkatkan komponen bioaktif. Khamir tersebut masih satu genus dengan *Saccharomyces kluyveri*. Dari hasil tersebut, muncul hipotesis bahwa *Saccharomyces kluyveri* juga menghasilkan produk serupa dengan *Saccharomyces cerevisiae* sehingga dapat meningkatkan komponen bioaktif pada bawang hitam.

Tabel 2. Kadar polifenol total bawang hitam dengan berbagai starter fermentasi

Starter	Kadar Polifenol Total (mg GAE/g)	waktu fermentasi (hari)	waktu pemanasan (hari)
Tanpa starter fermentasi	58.33	-	21
<i>Saccharomyces kluyveri</i>	116.72	6	21
Teh kombucha (<i>Acetobacter xylinum</i> dan tanpa starter)	4-10 kali > dari bawang hitam	7	21

Kadar polifenol total bawang hitam dengan starter *Saccharomyces kluyveri* diketahui lebih besar dari bawang hitam tanpa starter sebanyak 1.26 kali lipat (Setiyoningrum, *et al.*, 2018). Hal ini dapat disebabkan karena genus *Saccharomyces* mengubah gula menjadi alkohol dan asam laktat yang dapat mempengaruhi komponen bioaktif selama fermentasi (Jung *et al.*, 2011:392).

Afiati *et al.* (2020) juga menarik kesimpulan pada jurnalnya bahwa fermentasi bawang hitam dengan starter teh kombucha menghasilkan peningkatan kadar polifenol 4 sampai 10 kali lebih besar dari pada bawang putih segar dengan asam hidroksikinamat sebagai senyawa utama. Peningkatan ini terjadi karena degradasi kompleks polifenol dan flavonoid menjadi molekul yang lebih kecil oleh enzim yang dihasilkan genus *Candida*.

Dari kedua starter fermentasi tersebut, tidak dapat ditentukan starter mana yang menghasilkan kadar polifenol paling tinggi karena Afiati *et al.*, tidak menyebutkan berapa kadar polifenol total pada bawang hitam yang sudah difermentasi menggunakan teh kombucha namun keduanya jelas menghasilkan peningkatan kadar polifenol pada bawang hitam.

Tabel 3. Pengaruh starter fermentasi pada senyawa organosulfur bawang hitam

Starter	Pengaruh terhadap organosulfur
Tanpa starter fermentasi	Mempertahankan alliin
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Mempertahankan alliin
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Mengubah alisin menjadi senyawa turunannya
<i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus reuteri</i> ,	Meningkatkan kadar S-Allylcystein

Penambahan starter *Lactobacillus plantarum* dapat menghambat aktivitas enzim alliinase karena metabolisme senyawa gula oleh bakteri asam laktat menghasilkan senyawa asam laktat yang mengakibatkan penurunan pH. Turunnya pH menyebabkan enzim alliinase terdenaturasi sehingga konversi alliin menjadi alisin dihentikan dan senyawa alliin dapat dipertahankan (Wikandari *et al.*, 2020:1). Berbeda dengan tanpa penambahan starter, alliin dipertahankan akibat suhu tinggi yang akhirnya menginaktivasi enzim alliinase secara perlahan (Li *et al.*, 2020:21).

Menggunakan starter lain yaitu *Pediococcus pentosaceus*, menyebabkan terbentuk senyawa turunan alisin yang memiliki aktivitas antibakteri pada bawang hitam yang difermentasi dengan *Pediococcus pentosaceus*. Senyawa tersebut dihasilkan akibat terjadinya reaksi dehidrasi terhadap kedua propenyl pada alisin.

Selain itu, setelah difermentasi menggunakan *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* kadar S-allylcystein (SAC) lebih besar meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar SAC juga semakin tinggi (Hyun *et al.*, 2014:554).

Jadi, berdasarkan data-data yang diperoleh, penambahan starter bakteri khususnya dari keluarga *Lactobacillaceae* seperti *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* menyebabkan perubahan pada senyawa organosulfur pada bawang putih yang tentunya juga akan berdampak pada efek farmakologinya.

Tabel 4. Aktivitas antioksidan bawang hitam dengan berbagai starter fermentasi

Starter	Aktivitas antioksidan	Waktu fermentasi (hari)	Waktu pemanasan (hari)
Tanpa starter fermentasi	EDA = 10.32%	1.5	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	EDA = 13.65%	1.5	-
Teh kombucha (<i>Acetobacter xylinum</i> dan <i>Saccharomyces kluyveri</i>)	Kapasitas antioksidan = 68.34%	7	21
	Kapasitas antioksidan = 83.90-85.6%	6	21

Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut dapat didorong oleh meningkatnya kadar flavonoid (Tabel 1) pada bawang hitam yang difermentasi dengan kombucha. Selain itu, Puspitasari *et al.* (2017:248) menyebutkan bahwa selama proses fermentasi khamir mensintesis gula menjadi etanol kemudian oleh bakteri asetat dirombak menjadi asam-asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat yang menyebabkan penurunan pH medium fermentasi. pH rendah tersebut dapat menginaktivasi enzim alliinase agar senyawa alliin dapat dipertahankan sehingga aktivitas antioksidannya meningkat.

Kemudian dapat dilihat bahwa nilai *Electron Donating Ability* dari bawang hitam yang difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* lebih besar setelah difermentasi dibandingkan dengan sebelum difermentasi. Kekurangannya, pada jurnal tersebut digunakan bawang hitam yang sudah ada di pasaran. Tidak dicantumkan suhu, kelembaban, serta waktu yang dibutuhkan untuk membuat bawang hitam sehingga selain perbedaan starter fermentasi dan aktivitas antioksidan, parameter waktu tidak dapat dibandingkan dengan starter lain.

Jenis starter lain adalah *Saccharomyces kluyveri*. Kapasitas antioksidan bawang hitam setelah difermentasi meningkat paling optimal setelah 6 hari difermentasi dan 21 hari dipanaskan.

Meningkatnya kadar polifenol dan flavonoid yang terjadi pada bawang hitam selama fermentasi juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan (Setyoningrum *et al.*, 2018:50). Seperti yang dikatakan oleh Li *et al.*, (2020) pemanasan selama proses pembuatan bawang hitam menyebabkan molekul-molekul makromolekular menghidrolisis dan melepaskan lebih banyak lagi kelompok senyawa fenolik hidroksil. Hal tersebut dapat menjadi faktor dari meningkatnya kadar flavonoid dan polifenol serta berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas antioksidan bawang hitam

fermentasi.

Tabel 5. Potensi antimikroba bawang hitam fermentasi

Sampel	Bakteri uji
Tanpa starter fermentasi	<i>Eschericia coli</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Salmonella</i>
	<i>Listeria monocytogenes</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Eschericia coli</i>
	<i>Salmonella typhimurium</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Eschericia coli</i>
	<i>Salmonella typhimurium</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Eschericia coli</i>
	<i>Salmonella typhimurium</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>

Sebelumnya, Pandi *et al* menyebutkan bahwa aktivitas antibakteri bawang hitam tergolong ke dalam kategori antibakteri yang kuat karena menghasilkan zona bening sebesar 10.5 mm.

Sejalan dengan Pujiastuti *et al.*, (2018) yang mengatakan bahwa aktivitas antibakteri bawang hitam juga tergolong kuat namun aktivitas tersebut menurun setelah dibuat menjadi bawang hitam. Dibuktikan dengan nilai zona bening yang dihasilkan terhadap bakteri *Eschericia coli* sebesar 13,16 mm dan terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 13,5 mm. Meskipun aktivitas antibakteri dari bawang hitam tergolong kuat namun zona bening yang dihasilkan tidak lebih besar dari zona bening yang dihasilkan minyak atsiri bawang putih yaitu terhadap *Eschericia coli* sebesar 29,33 mm dan terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 15,5 mm. Hal ini kemungkinan terjadi karena zat aktif yang berperan sebagai antibakteri pada bawang putih terkondensasi pada proses pembuatan bawang hitam yang melibatkan reaksi Maillard sehingga beberapa senyawa berubah.

Kemudian Ngan *et al.*, (2017) melakukan penambahan starter bakteri *Lactobacillus plantarum* pada bawang hitam lalu diuji aktivitas antibakterinya terhadap strain bakteri *Salmonella* (gram negatif) dan *Listeria monocytogenes* (gram positif) dengan cara melihat kesetaraan dosis ceftriaxone dan tetrasiklin ($\mu\text{g/mL}$) terhadap 300 mg/mL ekstrak bawang hitam, ekstrak bawang hitam fermentasi dan bawang putih. Bawang hitam yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* memiliki dosis setara

ceftriaxone dan tetrasiklin lebih besar dibandingkan dengan bawang putih. Hal tersebut menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* dapat meningkatkan aktivitas antibakteri bawang hitam.

Adapun fermentasi juga dilakukan terhadap bawang putih menggunakan starter beberapa bakteri asam laktat oleh Ham *et al.*, (2010) yang melakukan uji aktivitas antibakteri bawang hitam terhadap *Staphylococcus aureus*, *Eschericia coli* dan *Salmonella typhimurium* dengan kontrol bawang putih yang tidak difermentasi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri bawang hitam yang difermentasi dengan *Pediococcus pentosaceus* lebih baik diantara semua sampel.

Data tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri akan lebih baik pada bawang putih fermentasi khususnya oleh bakteri asam laktat dari pada bawang hitam. Menurut Sumual *et al.*, (2019) bakteri asam laktat menghasilkan senyawa antibakteri seperti bakteriosin. Bakteriosin bekerja dengan cara mencegah sintesis peptidoglikan, kemudian dinding sel bakteri akan melemah sehingga bakteri mengalami lisis. Selain itu, adanya akumulasi metabolit primer berupa asam laktat, etanol dan karbon dioksida memungkinkan adanya aktivitas penghambatan.

Meskipun sebelumnya dikatakan bahwa alisin memiliki peran utama terhadap aktivitas antibakteri, tetapi penambahan starter fermentasi menghasilkan senyawa lain yang ternyata juga menunjang aktivitas antibakteri bawang hitam seperti bakteriosin, pediocins dan senyawa turunan alisin (Gambar 1) sehingga aktivitas antibakteri dari bawang hitam dapat lebih baik dari bawang putih.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan starter fermentasi pada bawang hitam sangat berpengaruh terhadap beberapa senyawa yang ditunjukkan dengan meningkatnya kadar flavonoid dan polifenol, serta terjadinya perubahan pada senyawa organosulfur seperti penurunan kadar alisin, terbentuknya senyawa turunan alisin dan meningkatnya kadar S-allylcystein (SAC).
2. Penambahan starter fermentasi meningkatkan

aktivitas antioksidan dan antibakteri dari bawang hitam. Peningkatan aktivitas tersebut disebabkan oleh meningkatnya beberapa metabolit sekunder seperti flavonoid dan polifenol serta senyawa organosulfur akibat fermentasi mikroba.

SARAN

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai kadar alliin dan alisin pada bawang hitam tanpa penambahan starter dan dengan penambahan starter fermentasi agar dapat terlihat bahwa perubahan kadar dari senyawa tersebut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan dan antibakteri bawang hitam.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiati, F., Setyoningrum, F., Priadi, G., Handoyo, CH. (2020). 'Characteristics of Solo Black Garlic Fermented in Kombucha Black Tea', IOP Conf. Ser.: Earth Environ, Sci. 439 012053.
- Andrade, CD. (2013). 'Maillard Reaction Product: Some Consideration of Their Health Effects'. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, Volume 52, Issue 1.
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakravorty, W., Bhattacharya, D., Gachhui, R. (2015). 'Kombucha Tea Fermentation: Microbial and Biochemical Dynamics', *International Journal of Food Microbiology* 220, 63-72.
- Choi, IS., Cha, HS., Lee, YS. (2014). 'Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic', *Molecules*, 19, 16811-16823.
- Dewi, NNA., Mustika, IW. (2018). 'Nutrition Content and Antioxidant Activity of Black Garlic', *International Journal of Health Science*, Vol. 2, No.1, pages 11-20.
- Ham, JS., Lee, SG., Kim, MK., Oh, MH., Jeong, SG., Kim, DH., Lee, SH., Chae, JP., Lee, JY., Kang, DK. (2010). 'Inhibitory Activity of Garlic Fermented by *Pediococcus pentosaceus* KACC 91419 against Antibiotic-resistant Pathogens', *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, Vol. 23, No. 9, 1236-1243.
- Hyun-Min Tak, Gyeong-Min Kim, Jong-Su Kim, Cho-Rong Hwang, Min-Jung Kang, Jung-Hye Shin. (2014). 'Quality Characteristics and Biological Activity of Fermented Black Garlic with Probiotics', *Journal of Life Science*, Vol.24, No.5, 549-557.
- Jung, YM., Lee, SH., Lee, DS., You, MJ., Chung, IK. Cheon, WH., Kwon, YS., Lee, YJ., Ku, SK. (2011). 'Fermented Garlic Protects Diabetic, Obese Mice When Fed a High-Fat Diet by Antioxidant Effects', *Elsevier, Nutrition research* 31 (2011) 387-396.
- Kim, JH., Nam, SH., Rico, CW., Kang, MY. (2012). 'A Comparative Study on the Antioxidative and Anti-allergic Activity of Fresh and Aged Black Garlic Extracts', *International Journal of Food Science & Technology*.
- Kimura, Yen-Chen Tung, Min-Hsiung Pan, Nan-Wei Su, Ying-Jang Lai, Kuan-Chen Cheng. (2017). 'Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application', *Journal Food and Drug Analysis* 25 (2017) 62-70.
- Li, F., Cao, J., Liu, Q., Hu, Q., Liao, X., Zhang, Y. (2019). 'Acceleration of the Maillard reaction and achievement of product quality by high pressure pretreatment during black garlic processing'. *Journal Pre-proofs*.
- Ngan, N., Giang, M., Tu, N. (2017), 'Biological Activities of Black Garlic Fermented with *Lactobacillus plantarum* PN05 and Some Kinds of Black Garlic Presenting Inside Vietnam', *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, Vol 51, Issue 4, Oct-Dec.
- Pujiastuti, D., Palupi, C. (2018). 'Perbandingan Efektivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bawang Putih (*Allium Sativum*) dan Black Garlic terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli* dengan Metode Kirby-Bauer', *Journal of Pharmaceutical Science and Medical Research (PHARMED)*, 1 (2), 17-21.
- Puspitasari, Y., Palupi, R., Nurikasari, M. (2017). 'Analisis Kandungan Vitamin C The Kombucha Berdasarkan Lama Fermentasi Sebagai Alternatif Minuman untuk Antioksidan', *Global Health Science*, Vol.2, Issue 3.
- Setyoningrum, F., Priadi, G., Afiati, F., Herlina, N., Solikhin, A., Lisani, N. (2018). 'Functional Properties of *Saccharomyces Kluyveri* Y-97 Fermented Solo Black Garlic', *Asian Journal of Agriculture*, Vol.

Sumual, AM., Fatmawali, Tallei, TE. (2019). 'Uji Antibakteri dari Bakteri Asam Laktat Hasil Fermentasi Selada Romain (*Lactuca sativa* var. *longifolia* Lam.)', *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi Unsrat*, Vol.8, No.2

Wikandari, PR., Yuanita, L., Herdyastuti, N., Bimo K, HJ., Juniariani, RE., Cahyaningtyas, FD. (2020), 'Antioxidant Properties of Single Garlic (*Allium sativum*) Pickle', *Digital Press Life Sciences 2: 00006* (2020), 10th Asian Conference of Lactic Acid Bacteria.

Zhuang, Y., and L. Sun. (2011). 'Antioxidant activity of Maillard reaction products from lysine- glucose model system as related to optical property and copper (II) binding ability'. *African Journal of Biotechnology*, 10(35).