ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

PENGARUH SIFAT PSIKOKIMIA, FUNGSIONAL SENYAWA ORGANOSULFUR DAN POLISAKRI PADA BAWANG PUTIH HITAM DENGAN METODE FERMENTASI DALAM MEMPERBAIKI SEL AKIBAT KERUSAKAN OKSIDATIF PADA TUBUH MANUSIA

The Effect Of Psychochemical And Functional Properties Of Organosulfur And Polysacry Compounds On Black Garlic Using The Fermentation Method In Repairing Cells From Oxidative Damage In The Human Body

Mochamad Zulfikar[1], Ayu Citra Mayasari[2], Yoga Kertapati[3], Dhian Satya Rachmawati[4], Dwi Ernawati[5]
[12345]Fakultas Keperawatan, Program Studi Keperawatan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah Surabaya.
Jl. Gadung No.1, Jagir, Kec. Wonokromo, Surabaya, Jawa Timur 60244
Email : mzulfikar2410033@stikeshangtuah-sby.ac.id
*Corresponding Author
Tanggal *Submission* : 29 November 2024, Tanggal diterima : 10 Januari 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis efek psikokimia dan sifat fungsional senyawa organosulfur dan polisakarida pada bawang putih hitam dengan metode fermentasi dalam memperbaiki sel dari kerusakan oksidatif pada tubuh manusia. Bawang putih hitam merupakan produk pangan fungsional berbahan baku bawang putih yang diolah melalui proses fermentasi. proses penuaan untuk meningkatkan nilai sensorik dan kualitas gizi. Kondisi penuaan berdampak besar terhadap perubahan sifat psikokimia dan fungsional bawang putih hitam yang erat kaitannya dengan senyawa organosulfur dan polisakarida sebagai komponen terbesar dalam bawang putih. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan sistematis dengan tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan antara reaksi selama penuaan dan perubahan senyawa organosulfur, polisakarida dan pencoklatan non-enzimatik serta fungsi bawang hitam dengan memperhatikan aspek-aspek tertentu. Penuaan meliputi suhu, kelembaban, waktu, aktivitas mikroorganisme dan perlakuan awal produk bawang putih. Reaksi Maillard dan degradasi polisakarida masih merupakan reaksi dominan dan berperan penting dalam produksi bawang hitam. Perlakuan awal dengan tekanan hidrostatis yang tinggi dapat menjaga kualitas bawang hitam sehingga bawang hitam memiliki karakteristik rasa yang sama denga bawang hitam pada umumnya. Sifat antioksidan bawang putih hitam tampak meningkat selama perlakuan panas. Selain itu, diketahui aktivitas mikroorganisme berperan dan berpotensi meningkatkan nilai kualitas bawang putih hitam dan aktivitas antimikroba.
Kata Kunci : *Allium Sativum, Black garlic, Organosulphur, Polysaccharide, Psychochemical*

Abstract

This research is to test and analyze the psychochemical effect and functional properties of organosulfur compounds and polysacchares in black garlic using the fermentation method in repairing cells from oxidative damage in the human body.Black garlic is a functional food product made from garlic which is processed through an aging process to increase sensory value and nutritional quality. Aging conditions have a major impact on changes in the psychochemical and functional properties of black garlic which are closely related to organosulfur compounds and polysaccharides as the largest components in garlic. The method used in this research is a systematic review with the aim of research to determine the relationship between reactions during aging and changes in organosulfur compounds, polysaccharides and non-enzymatic browning as well as the function of black garlic by focusing on certain aspects. Aging includes temperature, humidity, time, microorganism activity and pre-treatment application of garlic products. The Maillard reaction and polysaccharide degradation are still the dominant reactions and play an important role in black onion production. Pretreatment with high hydrostatic pressure can maintain the quality of black garlic so that black garlic has the same taste characteristics as black garlic in general. The antioxidant properties of black garlic appear to increase during heat treatment. In addition, it is known that the activity of microorganisms plays a role and has the potential to increase the quality value of black garlic and antimicrobial activity.

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

Key Words : *Allium Sativum, Black garlic, Organosulphur, Polysaccharide, Psychochemical*

PENDAHULUAN

Bawang putih hitam masih kontroversial. Namun bahan makanan ini telah digunakan selama berabad-abad di Korea Selatan, Jepang dan Thailand, dan juga diperkenalkan ke Taiwan dan banyak negara lainnya 10 tahun yang lalu. Bawang putih hitam juga telah digunakan oleh beberapa koki dalam masakan ayam, ikan, sup, dan risotto. Dibandingkan bawang putih segar, bawang putih hitam tidak menghasilkan rasa kuat khas bawang putih. Pasalnya, senyawa khas bawang putih, Allicin, diubah menjadi senyawa antioksidan, misalnya alkaloid bioaktif dan sejumlah senyawa flavonoid selama fermentasi. Perubahan sifat fisikokimia juga terjadi akibat peningkatan bioaktivitas bawang putih hitam dibandingkan bawang putih. Selain dikonsumsi sehari-hari, beberapa penelitian menyatakan bahwa ekstrak bawang putih hitam dapat berfungsi sebagai antioksidan, anti alergi, anti diabetes, anti inflamasi, anti alergi, anti diabetes dan anti karsinogenik. Bawang putih hitam merupakan bawang putih (Allium sativum L.) yang difermentasi dalam jangka waktu tertentu pada suhu dan kelembapan tinggi. Proses ini membuat warna cengkeh menjadi gelap dengan rasa sedikit manis dan konsistensi kenyal seperti agar-agar. Bawang putih mengandung 63% air, 28% karbohidrat (dalam bentuk fruktan), 2,3% senyawa organosulfur, 2% protein (allinase), 1,2% asam amino bebas (arginin), dan 1,5% serat.

Bawang putih juga mengandung glutamylcysteine. Mengapa komponen glutamilsistein penting, karena selama penyimpanan molekul ini akan terhidrolisis dan teroksidasi sehingga membentuk alliin, kemudian pada proses selanjutnya (misalnya diiris, dikunyah, dan sebagainya) akan terbentuk senyawa lain, salah satunya adalah allicin. Pada proses fermentasi bawang hitam, pemanasan akan mengubah senyawa kimia menjadi senyawa Amadori/Heyn, dimana senyawa tersebut merupakan senyawa perantara pada reaksi Maillard. Kualitas bawang hitam sangat bergantung pada cara pembuatannya. Namun yang jelas bawang hitam mengandung senyawa fungsional lebih banyak dibandingkan bawang putih.

Gambar 1:
Bawang Putih Fermentasi Menjadi Bawang Putih Hitam



Bawang putih merupakan bagian dari keluarga Allium yang bersertifikat General Recognized Safe (GRAS) dan memiliki berbagai manfaat kesehatan. Aktivitas biologisnya menjadikan bawang putih banyak diaplikasikan di berbagai sektor, baik sebagai bahan tambahan makanan maupun sebagai campuran obat herbal (Abdullah et al., 2019). Bawang putih hitam atau yang biasa disebut dengan aged garlic diproses melalui metode penuaan tanpa penambahan zat tambahan apa pun pada suhu tinggi dan terkendali (40–60 °C) serta kelembapan (60–90%) (Kandemirli et al., 2020). Nutrisi bawang putih, organosulfur merupakan salah satu senyawa

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

dominan yang sangat mempengaruhi mutu organoleptik dan sifat fungsional bawang putih. (Lestari et al., 2021). Allicin merupakan komponen utama tiosulfinat pada bawang putih yang menyumbang 70-80% dari total organosulfur. Senyawa ini dan tiosulfat lainnya bertanggung jawab menghasilkan bau khas, rasa dan sifat fungsional (terutama antibakteri) bawang putih (Prati et al., 2014).

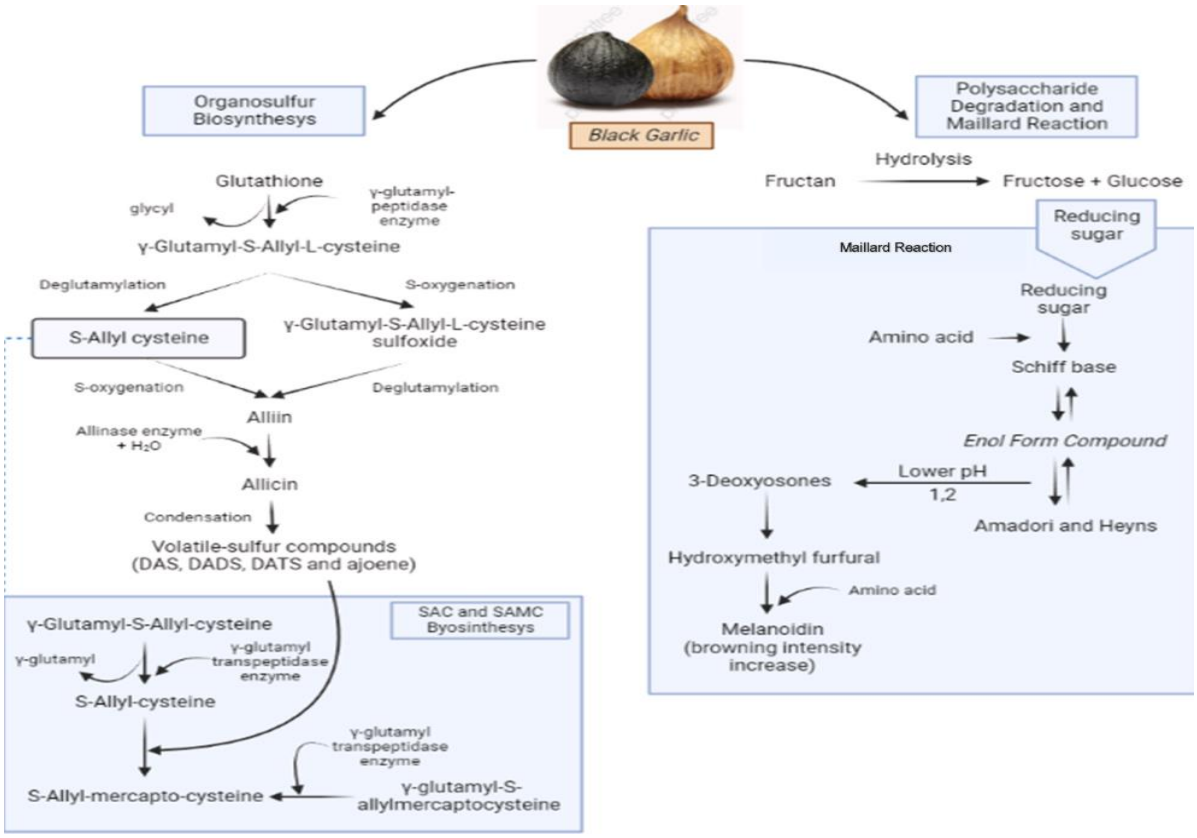
Namun aroma unik dan rasa pedas dari bawang putih segar menyebabkan rasa tidak nyaman dan mungkin menyebabkan sakit saluran cerna pada sebagian orang (Reiter et al., 2020). Oleh karena itu, para ilmuwan kebanyakan menggunakan prinsip pemanasan, terutama penuaan, untuk menghilangkan sifat pedas pada bawang putih. Proses penuaan juga dapat merangsang perubahan fitokimia dan meningkatkan sifat fungsional bawang putih hitam (Zhao et al., 2019). Kondisi suhu yang tinggi membuat bawang putih tampak berwarna hitam, lembut, tidak berbau, serta memiliki rasa manis dan asam. Kondisi ini juga memperpanjang umur simpan bawang merah. putih dan hitam, lebih panjang dari bawang putih (Abdulmyanova et al., 2016). Proses penuaan atau fermentasi spontan memberikan dampak besar pada bawang putih, seperti peningkatan konsentrasi polisakarida, gula pereduksi total, protein, senyawa fenolik, senyawa organosulfur, dan melanoidin. Proses penuaan atau fermentasi spontan memberikan dampak besar pada bawang putih, seperti peningkatan konsentrasi polisakarida, gula pereduksi total, protein, senyawa fenolik, senyawa organosulfur, dan melanoidin (Chhabria & Desai, 2018). Tidak hanya kandungan fitokimia, penuaan juga mempengaruhi aktivitas mikrobiologi dan perubahan sifat fungsional selama proses penuaan. (Chhabria & Desai, 2018). Ketiga metode perlakuan panas, penuaan dan fermentasi telah dipelajari untuk mengetahui kelebihan dan kekurangannya. Perlakuan panas dapat mengakibatkan terjadinya pencoklatan non-enzimatik atau reaksi Maillard yang dapat perbandingan bawang hitam fermentasi dan non fermentasi yang akurat (Gruhlke et al., 2019).

Suhu dan kelembapan yang tinggi memicu terjadinya pencoklatan pada bawang putih hitam. Reaksi Maillard yang melibatkan reaksi antara gula pereduksi dan gugus amina bebas merupakan kunci utama dalam produksi bawang putih hitam, dimana reaksi ini akan semakin cepat seiring dengan kenaikan suhu dan penurunan kadar air (Halimah et al., 2021). Reaksi ini terjadi bersamaan dengan hidrolisis polisakarida secara enzimatis dan non-enzimatik selama penuaan (Hu et al., 2022). Proses termal juga mempengaruhi aktivasi alliinase untuk mengkatalisis alliin menjadi allicin, pendahulu sifat organoleptik bawang putih hitam (Abdulmyanova et al., 2016). Selain penggunaan suhu yang terkontrol, sejumlah penelitian juga mengungkap beberapa faktor penting yang berdampak pada perubahan organosulfur selama penuaan seperti kelembapan, pretreatment, dan periode penuaan (Lestari et al., 2021). Selama beberapa tahun terakhir, peneliti bawang putih hitam telah menunjukkan bahwa karakteristik kimia, kualitas, dan efek terapeutik yang dihasilkan dipengaruhi oleh metode pengolahan. Sebagian besar penelitian berfokus pada optimalisasi produksi dan hubungannya dengan aktivitas biologis dengan menggunakan senyawa organosulfur, polisakarida, polifenol dan produk turunan lainnya untuk mengetahui kualitas bawang putih hitam.

Selama beberapa tahun terakhir, peneliti bawang putih hitam telah menunjukkan bahwa karakteristik kimia, kualitas, dan efek terapeutik yang dihasilkan dipengaruhi oleh metode pengolahan. Sebagian besar penelitian berfokus pada optimalisasi produksi dan hubungannya dengan aktivitas biologis dengan menggunakan senyawa organosulfur,

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

polisakarida, polifenol dan produk turunan lainnya untuk mengetahui kualitas bawang putih hitam. Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, namun produksi bawang putih hitam belum sepenuhnya terstandarisasi. Mengingat pengaruh organosulfur terhadap kualitas dan sifat fungsional bawang putih hitam, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai reaksi kimia terhadap perubahan organosulfur dan polisakarida yang dipengaruhi oleh kondisi penuaan. Oleh karena itu, ulasan kali ini akan membahas secara tuntas perubahan karakteristik organosulfur selama penuaan dan pengaruhnya terhadap sifat fungsional bawang putih hitam. Maka dari itu Tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan antara reaksi selama penuaan dan perubahan menyebabkan perubahan fisika dan kimia. Keunggulan dari cara ini adalah bawang putih memiliki tekstur yang kenyal dan meningkatkan kandungan padatan terlarut sehingga terasa manis setelah proses pemanasan. dengan penurunan pH mendekati 3,4 dan suhu yang tinggi dapat membuat umur simpan bawang hitam menjadi lebih lama (Chhabria & Desai, 2018).



Gambar 1.1
Proses biosintesis organosulfur, degradasi polisakarida dan reaksi Maillard pada Allium Sativum

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

Namun sisi buruknya adalah perubahan warna, rasa, tekstur bahkan unsur hara makro dan senyawa lainnya. Fermentasi bawang putih hitam merupakan metode yang melibatkan mikroorganisme alami yang terdapat pada substrat dengan reaksi spontan. Keunggulan metode ini adalah fermentasi mikroba banyak mengandung glukosa dan manosa, serta menghasilkan asam laktat yang berguna untuk aktivitas antioksidan kuat serta dapat meningkatkan imunologi dan menghambat bakteri (Dutta et al., 2021). Kelemahannya juga ada yaitu memerlukan fermentasi dalam skala besar untuk memberikan data perbandingan bawang hitam fermentasi dan non fermentasi yang akurat (Gruhlke et al., 2019).

Suhu dan kelembapan yang tinggi memicu terjadinya pencoklatan pada bawang putih hitam. Reaksi Maillard yang melibatkan reaksi antara gula pereduksi dan gugus amina bebas merupakan kunci utama dalam produksi bawang putih hitam, dimana reaksi ini akan semakin cepat seiring dengan kenaikan suhu dan penurunan kadar air (Halimah et al., 2021). Reaksi ini terjadi bersamaan dengan hidrolisis polisakarida secara enzimatis dan non-enzimatik selama penuaan (Hu et al., 2022). Proses termal juga mempengaruhi aktivasi alliinase untuk mengkatalisis alliin menjadi allicin, pendahulu sifat organoleptik bawang putih hitam (Abdulmyanova et al., 2016). Selain penggunaan suhu yang terkontrol, sejumlah penelitian juga mengungkap beberapa faktor penting yang berdampak pada perubahan organosulfur selama penuaan seperti kelembapan, pretreatment, dan periode penuaan (Lestari et al., 2021). Selama beberapa tahun terakhir, peneliti bawang putih hitam telah menunjukkan bahwa karakteristik kimia, kualitas, dan efek terapeutik yang dihasilkan dipengaruhi oleh metode pengolahan. Sebagian besar penelitian berfokus pada optimalisasi produksi dan hubungannya dengan aktivitas biologis dengan menggunakan senyawa organosulfur, polisakarida, polifenol dan produk turunan lainnya untuk mengetahui kualitas bawang putih hitam.

Selama beberapa tahun terakhir, peneliti bawang putih hitam telah menunjukkan bahwa karakteristik kimia, kualitas, dan efek terapeutik yang dihasilkan dipengaruhi oleh metode pengolahan. Sebagian besar penelitian berfokus pada optimalisasi produksi dan hubungannya dengan aktivitas biologis dengan menggunakan senyawa organosulfur, polisakarida, polifenol dan produk turunan lainnya untuk mengetahui kualitas bawang putih hitam. Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, namun produksi bawang putih hitam belum sepenuhnya terstandarisasi. Mengingat pengaruh organosulfur terhadap kualitas dan sifat fungsional bawang putih hitam, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai reaksi kimia terhadap perubahan organosulfur dan polisakarida yang dipengaruhi oleh kondisi penuaan. Oleh karena itu, ulasan kali ini akan membahas secara tuntas perubahan karakteristik organosulfur selama penuaan dan pengaruhnya terhadap sifat fungsional bawang putih hitam. Maka dari itu Tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan antara reaksi selama penuaan dan perubahan senyawa organosulfur, polisakarida dan pencoklatan non-enzimatik serta fungsi bawang hitam dengan memperhatikan aspek-aspek tertentu. Penuaan meliputi suhu, kelembaban, waktu, aktivitas mikroorganisme dan perlakuan awal produk bawang putih.

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada Penelitian ini berfokus pada penelitian produk uji penelitian laboratorium (R&D product riset) untuk sampel penelitian ini menggunakan produk bawang putih (Allium Sativum) dan dibuat menjadi produk bawang merah yang diolah dengan metode fermentasi atau penuaan tanpa penambahan bahan tambahan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistematis dengan tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan antara reaksi selama penuaan dan perubahan senyawa organosulfur, polisakarida dan pencoklatan non-enzimatik serta fungsi bawang hitam dengan memperhatikan aspek-aspek tertentu. Penuaan meliputi suhu, kelembaban, waktu, aktivitas mikroorganisme dan perlakuan awal produk bawang putih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bawang putih telah diolah melalui metode penuaan tanpa penambahan bahan tambahan apapun pada suhu tinggi (60–90 °C) dan kelembaban (60–90%) selama 10–90 hari (Abdullah et al., 2019). Bawang putih hitam sering disebut bawang putih tua (Abdullah et al., 2019). Bawang putih hitam sering disebut bawang putih tua. Bawang putih hitam memiliki beberapa perbedaan dengan aged garlic extract (AGE), dimana AGE dibuat dengan cara merendam irisan bawang putih dalam larutan etanol (15–20%) dan diekstraksi setelah didiamkan pada suhu ruangan selama 10–18 bulan (Abdulmyanova et al., 2016). Bawang putih hitam merupakan hasil proses penuaan bawang putih (Allium sativum L.) yang banyak digunakan dan dikembangkan di negara-negara Asia. Perubahan fisikokimia pada bawang hitam sangat dipengaruhi oleh kondisinya selama proses termal (aging), terutama pada polifenol, flavonoid, dan metabolit sekunder seperti organosulfur dan antioksidan produk Maillard (Reiter et al., 2020).

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

Tabel 1. Uji Produk Bawang Putih Menggunakan Metode Fermentasi atau Penuaan tanpa bahan tambahan

Nutrition Compound	Fresh Garlic	Black Garlic
Moisture content	0.98%	0.93%
Water-soluble sugar	5.9 g/kg	472.4 g/kg
Lipid	0.2%	0.60%
Protein	0.9%	1.2%
Amino acid	19.43 ± 0.01 mg/g	14.86 ± 0.01 mg/g
Organic acid	16.70 ± 0.61 g/kg	64.50 ± 7.55 g/kg
Vitamin	6.92 ± 0.02 g/kg	9.26 ± 0.03 g/kg
Mineral	11.74 ± 0.02 g/kg	13.14 ± 0.03 g/kg
Ash content	73.59 ± 0.89 mg/100g	75.36 ± 0.02–114.36 ± 8.65 mg/100g
Pyruvat	49.05 ± 1.2 mmol/100g	264.02 ± 2.4 mmol/100g
Volatil compound	49.76 µg/g	39.04–100.46 µg/g
Carbohidrat	22.91 ± 0.03–23.7 ± 0.3 g/100g	46.6 ± 0.55–51.28 ± 0.07 g/100g

Pada hasil uji produk terbukti senyawa nutrisi pada bawang putih memiliki kadar yang berbeda dengan bawang putih hitam. Di antara berbagai bahan kimia tersebut, organosulfur dan polisakarida termasuk dan banyak terlibat dalam pembentukan bawang putih hitam. Senyawa organosulfur diduga bertanggung jawab terhadap prekursor rasa pedas pada bawang putih dan mempengaruhi aktivitas biologis bawang putih hitam (Hu et al., 2022). Di sisi lain, beberapa laporan kasus polisakarida pada bawang putih mempunyai efek samping pada pencernaan manusia. Selama penuaan berperan dalam pembentukan ciri-ciri penampilan, berperan aktif dalam reaksi Maillard yang tidak lain adalah reaksi dominan dalam penuaan dan aktivitas biologis bawang putih hitam (Zhao et al., 2019). Oleh karena itu, baik zat maupun senyawa lainnya merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas bawang putih hitam.

Manfaat bawang putih bagi kesehatan umumnya dikaitkan dengan berbagai senyawa organosulfur dan telah diidentifikasi sebagai zat biologis utama dalam bawang putih hitam seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Bawang putih pada dasarnya mengandung lebih dari 20 jenis senyawa organosulfur yang diklasifikasikan menjadi 2 jenis, senyawa sulfur larut. . air yang terdiri dari Alliin, S-ALLYLCYSTEINE (SAC), dan S-allyl Mercapto Cysteine (SAMC) serta senyawa sulfur larut minyak yang terdiri dari diallyl thiosulfinate (Allicin), diallyl sulfide (DAS), diallyl disulfide (DADS), diallyl sulfide (DADS) dan trisulfida (DATS), dan e/z-ajoene (Lestari et al., 2021).Namun perubahan kandungan organosulfur akibat reaksi yang

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

terjadi pada saat fermentasi spontan menyebabkan terjadinya kenaikan dan penurunan pada setiap jenis organosulfur bawang putih hitam.

Tabel 2. Organosulfur Antara Bawang Putih Segar Dan Bawang Putih Hitam

Compound	Fresh Garlic	Black Garlic
Allicin	3.18 ± 0.11 g/kg	Not detected
Alliin	11.28 ± 0.22 g/kg	2.31 ± 0.07 g/kg
S-allyl cysteine	19.61 ± 0.35 µg/g	105.07 ± 27.73 µg/g
Allyl sulfide	Tidak terdeteksi	53.93 µg/g
Diallyl disulphide	591.67 µg/g	62.84 µg/g
Diallyl trisulfide	Not detected	961.76 µg/g

Sumber : Uji Laboratorium Uji Produk, (2024)

Proses fermentasi black garlic pada suhu 80 selama 15 hari dapat meningkatkan aktivitas antimikroba secara signifikan. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan sifat antibakteri bawang hitam terhadap Streptococcus mutans dan Enterococcus faecalis (Abdullah et al., 2019).

Aktivitas antimikroba telah terbukti pada bawang putih hitam. Sebab, terdapat senyawa turunan S-allyl cysteine (SAC) yaitu allyl sulfide, postal disulfide (DADS), dan postal trisulfide (DATS). Telah terbukti bekerja sebagai bakterisida. Senyawa ini mampu melawan bakteri resisten antibiotik seperti Shigella dysenteriae, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Eshceria coli, Streptococcus spp, Salmonella spp, dan Proteus mirabilis. Aktivitas antimikroba pada bawang putih hitam bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan bawang putih segar, hal ini disebabkan karena senyawa allicin berubah menjadi senyawa S-allylcystein yang merupakan komponen pembentuk allin, kemudian allin tersebut diubah menjadi enzim allinase menjadi allicin yang memiliki sifat antimikroba. aktivitas antibakteri. Oleh karena itu, aktivitas antimikroba bawang putih hitam lebih besar dibandingkan bawang putih segar (Kandemirli et al., 2020). Bawang hitam menunjukkan aktivitas antibakteri yaitu kemampuan bakteriostatik terhadap bakteri Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus dan Pseudomonas aeruginosa serta Escherichia coli. Riset (Abdulmyanova et al., 2016) menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang dihasilkan mempunyai diameter lebih besar pada bawang hitam dengan kemampuan bakteriostatik yang lebih besar terhadap bakteri gram positif dibandingkan bakteri gram negatif. Bawang putih hitam mempunyai aktivitas antibakteri yang tinggi, hal ini disebabkan adanya senyawa allicin, namun ada juga senyawa lain yang berperan sebagai antibakteri yaitu kandungan peptida anti mikroba yang diketahui terdapat pada bawang putih hitam.

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

Tabel 3. Polisakarida Dan Senyawa Terkait Lainnya Antara Bawang Putih Segar Dan Bawang Putih Hitam.

Compound	Fresh Garlic	Black Garlic
Fructan	550–600 mg/g	>100 mg/g
Fructose	9.36 ± 0.13 g/100g	31.05 ± 1.34 g/100g
Glucose	2.12 ± 0.05 g/100g	4.84 ± 0.28 g/100g
Sucrose	0.02 ± 0.00 g/100g	3.11 ± 0.12 g/100g
5-Hydroxymethyl furfural (HMF)	Unidentified	0.23 ± 0.04 g/kg
Melanoidin	<0.1 OD	±1.8 OD
Amadori	Unidentified	280,56–762,53 µg/g

Sumber : Uji Laboratorium Uji Produk, (2024)

Bawang putih sebagai sumber black garlic mengandung 75% karbohidrat (per berat kering) dengan fruktan sebagai senyawa polisakarida terbesar diantara sakarida lainnya (Tabel 3). Fruktan atau fruktooligosakarida (FOS) adalah karbohidrat yang tidak dapat dicerna yang membantu meningkatkan potensi kesehatan manusia. Fruktan dalam bawang putih termasuk dalam kelompok ketosa dan terdiri dari fruktosa dan glukosa (perbandingan 14:1). Fruktan rantai utama terdiri dari (2 → 1)-β-D-fruktopiranosa yang dihubungkan dengan (2 → 1)-α-D-glukopiranosa di ujung cabang rantai non-pereduksi (2 → 6)-β-D -fruktopiranosa (Dutta et al., 2021). Fruktan pada tumbuhan mengandung berbagai jenis berdasarkan struktur kimia dan derajat polimerisasi (DP). Distribusi fruktan tergantung pada kondisi lingkungan dan pertumbuhan tanaman. Fruktan merupakan faktor penting dalam kualitas bawang putih hitam. Ini akan dihidrolisis oleh enzim fruktan eksohidrolase (FEH) endogen menjadi sukrosa dan fruktosa. FEH aktif optimal pada suhu 45 °C dan pH 5,5. Fruktan dan FEH kemudian berinteraksi dan menghasilkan beberapa produk pemecahan termasuk oligofruktosa, fruktosa, dan glukosa (Chhabria & Desai, 2018). Namun, (Dutta et al., 2021) bahwa kadar polisakarida yang lebih rendah selama penuaan sebagian besar disebabkan oleh perlakuan panas, di mana kandungan gula pereduksi lebih tinggi pada suhu 90 °C dibandingkan pada suhu 70 °C. Dapat disimpulkan bahwa meskipun FEH diinaktivasi pada suhu 70°C, namun total gula pereduksi masih terus meningkat selama proses pemanasan (Dutta et al., 2021).

Sebagian besar penelitian membuktikan bahwa polisakarida terdegradasi menjadi beberapa bentuk sakarida selama penuaan, yang terdiri dari glukosa, fruktosa atau disakarida (Gruhlke et al., 2019). Pernyataan tersebut didukung oleh (Gruhlke et al., 2019) yang melaporkan penurunan total polisakarida sekitar 30% selama produksi bawang putih hitam membentuk monosakarida yaitu fruktosa, galaktosa dan asam galakturonat dengan perbandingan molar 307:25:32. (Halimah et al., 2021) juga menunjukkan penurunan kandungan fruktosa yang signifikan pada hari ke 5 hingga 25 berdasarkan peningkatan kadar

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

fruktosa. Analis menyimpulkan bahwa kadar fruktosa yang lebih rendah disebabkan oleh suhu tinggi dan kondisi penuaan pH rendah yang mendorong sukrosa terhidrolisis dan menghasilkan glukosa dan fruktosa. Hasil reaksi hidrolisis ini pula yang membentuk tekstur dan rasa manis bawang hitam. Bawang putih hitam juga memiliki rasa asam yang disebabkan oleh peningkatan asam organik akibat degradasi polisakarida secara simultan (Hu et al., 2022). Bawang putih hitam mengandung gula pereduksi 30–80 kali lebih tinggi dibandingkan bawang putih segar (Zhao et al., 2019) menyatakan bahwa setiap monosakarida pada sampel bawang putih hitam ungu meningkat, seperti fruktosa (0,38 ± 0,06 g/100 g DM menjadi 44,73 ± 4,41 g/ 100 g) dan glukosa (0,21 ± 0,02 g/100 g DM hingga 2,51 ± 0,24 gram/100 gram). Monosakarida yang terbentuk setelah proses degradasi kemudian digunakan sebagai substrat (gula pereduksi) pada reaksi Maillard, dimana gula pereduksi akan berinteraksi dengan gugus amino residu lisin pada peptida atau protein.

Sebagian besar penelitian membuktikan bahwa polisakarida terdegradasi menjadi beberapa bentuk sakarida selama penuaan, yang terdiri dari glukosa, fruktosa atau disakarida (Gruhlke et al., 2019) Pernyataan tersebut didukung oleh (Gruhlke et al., 2019) yang melaporkan penurunan total polisakarida sekitar 30% selama produksi bawang putih hitam membentuk monosakarida yaitu fruktosa, galaktosa dan asam galakturonat dengan perbandingan molar 307:25:32. (Halimah et al., 2021) juga menunjukkan penurunan kandungan fruktosa yang signifikan pada hari ke 5 hingga 25 berdasarkan peningkatan kadar fruktosa. Analis menyimpulkan bahwa kadar fruktosa yang lebih rendah disebabkan oleh suhu tinggi dan kondisi penuaan pH rendah yang mendorong sukrosa terhidrolisis dan menghasilkan glukosa dan fruktosa. Hasil reaksi hidrolisis ini pula yang membentuk tekstur dan rasa manis bawang hitam. Bawang putih hitam juga memiliki rasa asam yang disebabkan oleh peningkatan asam organik akibat degradasi polisakarida secara simultan (Hu et al., 2022). Bawang putih hitam mengandung gula pereduksi 30–80 kali lebih tinggi dibandingkan bawang putih segar (Zhao et al., 2019) menyatakan bahwa setiap monosakarida pada sampel bawang putih hitam ungu meningkat, seperti fruktosa (0,38 ± 0,06 g/100 g DM menjadi 44,73 ± 4,41 g/ 100 g) dan glukosa (0,21 ± 0,02 g/100 g DM hingga 2,51 ± 0,24 gram/100 gram).

Monosakarida yang terbentuk setelah proses degradasi kemudian digunakan sebagai substrat (gula pereduksi) pada reaksi Maillard, dimana gula pereduksi akan berinteraksi dengan gugus amino residu lisin pada peptida atau protein.

Reaksi Maillard yang terjadi selama penuaan memicu denaturasi protein dan membentuk sejumlah asam amino serta produksi beberapa senyawa metabolit sekunder seperti Amadori, Heyns, melanoidin, dan 5-HMF. Menurut USDA (2018), bawang putih mengandung 1,5–2,1% protein. Pada saat reaksi Maillard berjalan, secara bersamaan terjadi degradasi protein atau peptida hasil hidrolisis enzimatik dan non-enzimatik dalam kondisi asam, yang kemudian mengakibatkan peningkatan beberapa jenis asam amino pada bawang putih hitam seperti L-alanin, L- valin, L-isoleusin, L-tirosin dan L-fenilalanin (Lestari et al., 2021). Namun (Kandemirli et al., 2020) menunjukkan hasil sebaliknya, dimana asam amino pada sampel

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

bawang putih hitam yang diberi pretreatment pembekuan mengalami penurunan sebesar 50,97%. Artinya, kadar asam amino pada bawang hitam bisa berbeda-beda tergantung jenis dan perlakuan penuaan yang diberikan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Bawang putih hitam awalnya diciptakan sebagai solusi untuk mengurangi sifat tidak menyenangkan dari bawang putih segar. Selain membentuk sifat organoleptik yang ramah dikonsumsi, proses penuaan juga terbukti menghasilkan sifat fungsional dan manfaat bagi kesehatan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa organosulfur merupakan senyawa yang paling banyak dikaitkan dengan berbagai aktivitas biologis seperti antioksidan, anti inflamasi dan antikanker yang berguna dalam menjaga dan menyembuhkan berbagai penyakit. Tidak hanya sebagai pangan fungsional, bawang putih hitam telah banyak diaplikasikan dalam industri manufaktur, khususnya pada industri pangan, farmasi, dan medis. Sejauh ini penelitian terkait bawang hitam masih terus berkembang, baik dari penentuan sediaan penuaan terbaik (derajat, kelembaban dan waktu), aplikasi pretreatment, dan reaksi lain terkait peran bakteri laktat terutama karena kandungan organosulfur untuk memperoleh bawang hitam. bawang hitam terbaik. standar untuk memaksimalkan produksi pada skala industri. Sebagian besar fungsi bawang hitam, antara lain sebagai antioksidan, antikanker, pelindung kardiovaskular, dan imunostimulan, erat kaitannya dengan keberadaan senyawa organosulfur, khususnya SAC dan SAMC. Meskipun belum banyak penelitian dibandingkan pangan fungsional lainnya, mengingat manfaat dan hasil positif pada sebagian besar penelitian in vitro dan in vivo, bawang putih hitam dapat menjadi solusi alternatif terbaik dari kelompok pangan fungsional untuk meningkatkan ketersediaan pendukung biomedis. dengan penelitian lebih lanjut tentang organosulfur dan senyawa bioaktif lainnya. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang baik bagi pasien untuk menyembuhkan segala penyakit bagi pasien yang memiliki kesehatan buruk.

Menjaga kesehatan jantung dengan menurunkan kadar hipertensi dan kolesterol serta bermanfaat untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh dengan kandungan antioksidannya yang tinggi serta dapat mencegah infeksi bakteri dan jamur dengan sifat antibakteri dan antijamurnya. Melindungi sel dari kerusakan oksidatif karena adanya kandungan bahan dalam produk bawang putih antara lain polifenol, flavonoid, alkaloid, dan S-Allylcysteine (SAC) serta dapat berkontribusi dalam mengatasi peradangan dengan khasiat asli produk bawang putih sebagai anti inflamasi. Meningkatkan fungsi otak dengan meningkatkan sirkulasi darah dan mencegah penumpukan plak amiloid.

Saran

Pada penelitian ini memiliki keterbatasan dalam penilaian sehingga perlu dilakukan penilitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar.

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih tim peneliti dan anggota peneliti yang sudah membantu kami menyelesaikan penelitian ini dan terima kasih pula pada pimpinan stikes hang tuang surabaya yang mana telah memberikan motivasi penuh dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, N. A., Ja'afar, F., Yasin, H. M., Taha, H., Petalcorin, M. I. R., Mamit, M. H., Kusrini, E., & Usman, A. (2019). Physicochemical analyses, antioxidant, antibacterial, and toxicity of propolis particles produced by stingless bee Heterotrigona itama found in Brunei Darussalam. *Heliyon*, *5*(9), e02476. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02476

Abdulmyanova, L. I., Fayzieva, F. K., Ruzieva, D. M., Rasulova, G. A., Sattarova, R. S., & Gulyamova, T. G. (2016). Bioactivity of Fungal Endophytes associating with Allium Plants growing in Uzbekistan. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *5*(9), 769–778. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.509.088

Chhabria, S., & Desai, K. (2018). Purification and characterisation of alliinase produced by Cupriavidus necator and its application for generation of cytotoxic agent: Allicin. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *25*(7), 1429–1438. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.003

Dutta, A., Dahiya, A., Prakash, A., & Agrawala, P. K. (2021). Acute toxicity of diallyl sulfide derived from Allium sativum (garlic) in mice and its possible mechanisms. *Phytomedicine Plus*, *1*(3), 100084. https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100084

Gruhlke, M. C. H., Antelmann, H., Bernhardt, J., Kloubert, V., Rink, L., & Slusarenko, A. J. (2019). The human allicin-proteome: S-thioallylation of proteins by the garlic defence substance allicin and its biological effects. *Free Radical Biology and Medicine*, *131*(September 2018), 144–153. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.11.022

Halimah, L. S., Nawangsih, E. N., & Hasan, K. (2021). Analysis of Antibacterial and Antioxidant Activities of a Single Bulb of Garlic Fermented into Black Garlic. *Proceedings of the 12th Annual Scientific Meeting, Medical Faculty, Universitas Jenderal Achmad Yani, International Symposium on "Emergency Preparedness and Disaster Response during COVID 19 Pandemic" (ASMC 2021)*, *37*(Asmc), 83–87. https://doi.org/10.2991/ahsr.k.210723.021

Hu, H., Wang, Y., Shen, M., Huang, Y., Li, C., Nie, S., & Xie, M. (2022). Effects of baking factors and recipes on the quality of butter cookies and the formation of advanced glycation end products (AGEs) and 5-hydroxymethylfurfural (HMF). *Current Research in Food Science*, *5*(May), 940–948. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.05.012

Kandemirli, F., İçli, N., Bakır, T. K., Nazlı, B., & Aydın, S. (2020). The investigation of the effect of freezing pretreatment on properties of black garlic produced from Kastamonu garlic. *Food and Health*, *6*(1), 1–8. https://doi.org/10.3153/fh20001

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

Lestari, A. R., Wonorahardjo, S., & Suharti, S. (2021). Analysis of total acidity toward bacterial and endophytic fungi profile dur-ing black garlic processing from garlic (Allium sativum l.) and shallot (allium ascalonicum l.). *Makara Journal of Science*, *25*(3), 188–194. https://doi.org/10.7454/mss.v25i3.1220

Reiter, J., Hübbers, A. M., Albrecht, F., Leichert, L. I. O., & Slusarenko, A. J. (2020). Allicin, a natural antimicrobial defence substance from garlic, inhibits DNA gyrase activity in bacteria. *International Journal of Medical Microbiology*, *310*(1), 151359. https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2019.151359

Zhao, Y., Jiang, Y., Ding, Y., Wang, D., & Deng, Y. (2019). High hydrostatic pressure-assisted extraction of high-molecular-weight melanoidins from black garlic: Composition, structure, and bioactive properties. *Journal of Food Quality*, *2019*. https://doi.org/10.1155/2019/1682749

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345

ISSN(P) : 2088-2246
ISSN(E) : 2684-7345