

ARTIKEL PENELITIAN

**UJI STABILITAS BAWANG HITAM PADA BERBAGAI SUHU PENYIMPANAN
TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI
(STABILITY TEST OF BLACK GARLIC AT VARIOUS TEMPERATURE STORAGE
AGAINST ANTIBACTERIAL ACTIVITY)**

**Lia Siti Halimah¹, Eka Noneng Nawangsih¹, Ilma Fiddiyanti², Emma Mardliyah
Hidayat³, Rina Munirah⁴, Gisda Ayu Nur Hasanawati⁵, Irena Juniar Setiawati⁵**

¹Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi,
Jawa Barat, Indonesia

²Departemen Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi,
Jawa Barat, Indonesia

³Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi,
Jawa Barat, Indonesia

⁴Departemen Kulit Kelamin Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi,
Jawa Barat, Indonesia

⁵Program Studi Kedokteran Umum Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani,
Cimahi, Jawa Barat, Indonesia

Email korespondensi: lia.dio28@gmail.com

ABSTRAK

Bawang hitam merupakan hasil proses fermentasi bawang putih yang memiliki aktivitas antibakteri. Penurunan kualitas suatu produk pangan dapat dipengaruhi diantaranya oleh suhu dan waktu penyimpanan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji stabilitas bawang hitam tunggal pada berbagai suhu penyimpanan terhadap aktivitas antibakteri. Bawang hitam disimpan di suhu ruangan (27-28°C) selama 90 hari, pada suhu panas (37°C) selama 17 hari, suhu kulkas (5°C) dan suhu freezer (-20°C) selama 90 hari. Penelitian ini menggunakan bawang hitam tanpa perlakuan (kontrol 0 hari). Penelitian menggunakan metode difusi agar Kirby-Bauer dengan menanamkan ekstrak etanol bawang hitam 75% pada media *Mueller Hinton Agar* yang sudah diinokulasi *Staphylococcus aureus* dengan tiga kali pengulangan (triplo). Hasil penelitian menunjukkan bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C), suhu kulkas (5°C), suhu freezer (-20°C) tidak menunjukkan penurunan aktivitas antibakteri, sedangkan bawang hitam yang disimpan pada suhu panas (37°C) menunjukkan penurunan aktivitas antibakteri yang signifikan. Zona hambat yang terbentuk membuktikan bahwa ekstrak etanol bawang hitam mengandung senyawa aktif *allicin* yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Senyawa aktif *allicin*

terbentuk ketika bawang putih segar mengalami destruksi disebabkan *allin* dan enzim *allinase* berada didalam kompartemen sel yang berbeda. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bawang hitam tunggal pada suhu ruangan, suhu kulkas), suhu *freezer* tidak mengalami penurunan aktivitas antibakteri, sedangkan pada penyimpanan suhu panas menunjukkan penurunan aktivitas antibakteri.

Kata kunci: antibakteri, bawang hitam, *Staphylococcus aureus*, suhu, waktu penyimpanan

ABSTRACT

Black garlic is the result of the garlic fermentation process which has antibacterial activity. Decreasing the quality of a food product can be influenced by temperature and storage time. The purpose of this study was to test the stability of single black garlic at various storage temperatures against antibacterial activity. Black onions were stored at room temperature (27-28oC) for 90 days, at hot temperature (37oC) for 17 days, refrigerator temperature (5oC) and freezer temperature (-20oC) for 90 days. This study used black garlic without treatment (control 0 days). The study used the Kirby-Bauer agar diffusion method by instilling 75% black garlic ethanol extract on Mueller Hinton Agar media that had been inoculated with Staphylococcus aureus with three repetitions (triplo). The results showed that single black garlic stored at room temperature (27-28oC), refrigerator temperature (5oC), freezer temperature (-20oC) did not show a decrease in antibacterial activity, while black garlic stored at hot temperature (37oC) showed a decrease in antibacterial activity. significant. The inhibition zone formed proves that the ethanolic extract of black garlic contains the active compound allicin which has antibacterial activity against Staphylococcus aureus. The active compound allicin is formed when fresh garlic is destroyed because allin and allinase enzymes are in different cell compartments. The conclusion of this study is that single black garlic at room temperature, refrigerator temperature), freezer temperature did not decrease antibacterial activity, while at hot temperature storage showed a decrease in antibacterial activity.

Keywords: antibacterial, black garlic, Staphylococcus aureus, temperature, storage time

PENDAHULUAN

Umur simpan atau *shelf life* adalah rentang waktu yang dimiliki suatu produk mulai dari produksi hingga konsumsi sebelum produk tersebut mengalami penurunan kualitas atau rusak dan tidak layak untuk dikonsumsi. Kontrol kelembaban, pencahayaan, dan suhu merupakan faktor yang paling sering berperan dalam penurunan kualitas makanan. Pengolahan produk seperti

fermentasi dan reaksi *Maillard* dapat menghasilkan formasi zat antimikroba dalam produk makanan tersebut. Sampai saat ini belum banyak ditemukan penelitian tentang uji stabilitas pengaruh suhu penyimpanan pada produk bawang hitam.^{1,2,3}

Bawang hitam adalah produk fermentasi bawang putih yang menghasilkan warna hitam pada produk akhir proses fermentasi. Manfaat di bidang

kesehatan bawang hitam telah lama dikembangkan di Jepang dan Korea. Hasil akhir dari proses pembuatan bawang hitam ditujukan untuk meningkatkan aktivitas zat aktif yang terdapat dalam bawang putih, menghilangkan rasa dan aroma khas bawang putih, serta menghasilkan rasa asam-manis pada bawang hitam.⁴ Bawang hitam ini mengandung asam *DL-Lactic*, *5-hydroxymethyl-2-furfural*, *adenosine*, *uridine*, (*1S*, *3S*) – *1methyl-1,2,3,4-tetrahydro-β carboline-3-carboxylic acid* dan *2-Acetylpyrrole* yang memiliki antioksidan tinggi. Konsentrasi konten *alliin* dalam sampel bawang hitam berkurang karena *alliin* dikonversi menjadi *S-allyl sistein* (SAC), *S-allylmercaptosistein*, *arginin*, dan senyawa tidak terdefinisi lainnya ketika mengalami pemrosesan termal. Jumlah SAC dalam bawang hitam umumnya memiliki lima sampai enam kali lebih tinggi daripada bawang putih segar dan dianggap memiliki efek menguntungkan dari bawang hitam.^{5,6,7}

Staphylococcus aureus bakteri berbentuk bulat atau lonjong merupakan jenis yang tidak bergerak, tidak berspora, bakteri gram positif berwarna ungu dan tersusun dalam kelompok (seperti buah anggur). Menurut penelitian Pujiastuti dan Palupi menunjukkan bawang hitam mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dilihat dari

hasil uji daya hambat dari respon hambatan pertumbuhan bakteri.⁸⁹ Berdasarkan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk meneliti uji stabilitas bawang hitam pada berbagai suhu penyimpanan seperti; suhu kulkas (5°C), *freezer* (-20°C), ruangan (27-28 °C), dan panas (37°C) terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus*.^{9,10,11}

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini adalah penelitian laboratorium eksperimental dengan faktor perlakuan yaitu penyimpanan di berbagai suhu untuk menguji daya antibakteri bawang hitam. Penelitian ini menggunakan metode difusi Kirby Bauer.¹²

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani (FK Unjani) dan pembuatan ekstrak dilakukan di Gedung Riset dan Inovasi Institut Teknologi Bandung (ITB). Penelitian dilaksanakan bulan Agustus sampai dengan bulan Desember 2021.

Sampel yang digunakan adalah bawang hitam tunggal yang dibagi ke dalam 5 kelompok, yaitu satu kelompok penyimpanan pada suhu kulkas (5°C), satu kelompok penyimpanan pada suhu freezer (-20°C), satu kelompok penyimpanan pada suhu ruangan (27-28°C), yang masing-masing disimpan selama 90 hari. Satu kelompok penyimpanan pada suhu panas (37°C) disimpan selama 17 hari dan satu

kelompok tidak diberikan perlakuan. Pengujian disertai dengan kontrol positif, kloramfenikol dan kontrol negatif, DMSO.

13

Sebelum dilakukan uji aktivitas antibakteri, sampel bawang hitam tunggal disimpan pada suhu kulkas (5°C) dan suhu *freezer* (-20°C) selama 90 hari. Dilakukan sampling untuk uji Kirby-Bauer sebanyak 3 kali yaitu pada sampel hari ke-0, ke-45 dan ke-90. Ekstraksi bawang hitam yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C) selama 90 hari dan suhu 37°C selama 17 hari dilakukan sebanyak empat kali, yaitu 1 kali ekstraksi kontrol pada 0 hari, satu kali ekstraksi pada hari kontrol ke-55, satu kali ekstraksi pada hari ke-90 dari bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (28°C), dan satu kali ekstraksi pada hari ke-17 dari bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu 37°C. Bahan uji lainnya yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades steril, disk antibiotik Kloramfenikol, bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC, dan cairan desinfektan NaCl 0,9%. Media yang digunakan pada penelitian ini adalah Muller Hinton Agar (MHA) dan Cetrimide agar.¹²

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah oven, alumunium foil, wadah, cawan petri beserta tutup, bunsen, korek api, timbangan digital, tabung sentrifugal, sentrifugal, mortar, gelas ukur, spatula, ose, tabung reaksi, rak tabung

reaksi, pipet tetes, mikropipet, pipet agar, perforator, lemari kulkas, *freezer*, inkubator (37°C). Alat lainnya dalam penelitian ini adalah masker, sarung tangan, jangka sorong, pengaduk gelas atau magnetik, gelas piala 250 mL, kertas tisu, timbangan analitik, dan termometer.

Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Kirby Bauer

Pengujian efek antibakteri dilakukan dengan menggunakan cawan petri yang diberi lubang dengan perforator berdiameter 6 mm hingga membentuk sebuah sumuran yang berdiameter 6 mm dengan jumlah 4 buah pada setiap agar. Setiap sumuran tersebut diisi dengan ekstrak bawang hitam. Selanjutnya, agar diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Hasil tersebut selanjutnya diukur menggunakan jangka sorong atau penggaris untuk mengukur diameter zona hambat yang berwarna bening yang terbentuk di sekitar sumuran. Zona hambat dapat diukur setelah di inkubasi selama 24-48 jam. Pengukuran diameter zona hambat menggunakan jangka sorong dengan melihat zona bening atau halo di sekeliling cakram disk. Lalu pencatatan hasil dari diameter zona hambat tersebut dilakukan. Diameter zona hambat dihitung dalam satuan milimeter (mm) dan dikategorikan berdasarkan penggolongan Davis and Stout (1971). Kategorisasi tersebut yaitu diameter > 20 mm artinya daya hambat

sangat kuat. diameter 10-20 mm artinya daya hambat kuat. diameter 5-10 mm artinya daya hambat sedang, diameter < 5 mm artinya daya hambat lemah.^{5,14}

Analisis Data

Data yang berhasil diperoleh dianalisis secara univariat dan bivariat. Analisis univariat adalah menghitung jumlah bakteri dan aktivitas antibakteri pada bawang hitam dari berbagai suhu penyimpanan. Analisis bivariat menjelaskan pengaruh berbagai suhu penyimpanan bawang hitam terhadap aktivitas antibakteri dengan uji *T*

independent (data terdistribusi normal) dan uji Mann Whitney (data tidak terdistribusi normal).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran antibakteri ekstrak etanol bawang hitam tunggal terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan metode difusi Kirby Bauer. Berikut hasil rerata pengukuran zona hambat bakteri pada penyimpanan suhu kulkas (5oC) yang ditunjukkan pada Tabel 1, dan pada penyimpanan suhu freezer (-20oC) yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Hasil pengukuran rerata zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal pada penyimpanan suhu kulkas (5°C)

	Rerata Zona Hambat (mm)								
	K1			KP			KN		
Sampel	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0 hari	7,50	7,60	7,60	30,22	30,10	29,35	0	0	0
45 hari	8,70	8,43	8,46	29,87	30,20	29,75	0	0	0
90 hari	14,70	14,77	14,25	29,20	30,05	29,62	0	0	0

Keterangan : K(1) : Penyimpanan Suhu Kulkas (5°C) , KP : Kontrol Positif
KN : Kontrol Negatif

Hasil uji ekstrak bawang hitam 75% pada penyimpanan suhu kulkas (5°C) hari ke-0, ke-45 dan ke-90 menunjukkan adanya zona hambat pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* yang ditandai dengan adanya zona bening pada sebagian agar. Zona hambat juga terbentuk pada

kontrol positif yaitu antibiotik kloramfenikol dan zona hambat yang tidak terbentuk pada kontrol negatif yaitu akuades. Zona bening menunjukkan bahwa ekstrak etanol bawang hitam tunggal mengalami perubahan setelah dilakukan penyimpanan. Semakin lama waktu

penyimpanan maka semakin luas zona hambat yang terbentuk.

Tabel 2 Hasil pengukuran rerata daya zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal pada penyimpanan suhu *freezer* (-20°C)

Sampel	Rerata Zona Hambat (mm)						N	K
	K2			KP				
0 hari	1	2	3	1	2	3	2	0
45 hari	7,50	7,60	7,60	30,22	30,10	29,35		0
90 hari	N/A	N/A	N/A	29,70	29,40	30,05		0
	15,07	15,22	15,20	29,70	29,40	29,08		0

Keterangan :

K(2) : Penyimpanan Suhu *Freezer*

KP : Kontrol Positif

KN : Kontrol Negatif

Hasil uji ekstrak bawang hitam tunggal 75% pada penyimpanan suhu *freezer* (-20°C) hari ke-0, ke-45, dan ke-90 menunjukkan adanya zona hambat pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* yang ditandai dengan adanya zona bening pada sebagian agar. Zona hambat terbentuk pada kontrol positif yaitu antibiotik kloramfenikol sedangkan zona hambat tidak terbentuk pada kontrol negatif yaitu akuades. Ekstrak etanol bawang hitam tunggal memperlihatkan zona bening pada sampel hari ke-0 dan hari ke-90. Pada sampel hari ke-45 tidak dapat diamati terbentuknya zona hambat. Hal ini disebabkan terjadinya kerusakan pada sampel disebabkan oleh kondisi diluar kendali pada saat pandemik Covid 19, sehingga laboratorium ditutup dan sampel tidak langsung diujikan.

Berdasarkan hasil uji *T-independent* pada penyimpanan suhu kulkas (5°C)

didapatkan hasil bermakna karena $P < 0,05$ dan dapat diketahui bahwa ekstrak bawang hitam tunggal dengan waktu penyimpanan yang berbeda memiliki diameter zona hambat yang berbeda pula. Pembentukan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* ditemukan pada ekstrak bawang hitam tunggal dengan lama penyimpanan 90 hari yaitu rerata 14,56 mm. Ekstrak bawang hitam tunggal dengan lama penyimpanan 90 hari memiliki daya hambat terkuat terhadap *Staphylococcus aureus*. Hal tersebut disebabkan karena komponen aktif pada bawang hitam tersebut masih tinggi sehingga kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang tinggi.^{6,13,15}

Berdasarkan hasil uji *T-independent* pada penyimpanan suhu *freezer* (-20°C) didapatkan hasil perbedaan bermakna dengan $P < 0,05$. Pada penyimpanan suhu ini memperlambat proses metabolisme

oksidasi sehingga dapat memperpanjang umur penyimpanan.^{16,17,18}

Kesimpulan dari hasil uji antibakteri penyimpanan bawang hitam pada suhu kulkas (5°C) dan suhu *freezer* (-20°C)

selama 90 hari tidak terdapat penurunan aktivitas antibakteri. Hasil daya hambat ekstrak etanol bawang hitam pada suhu ruangan dan 37°C dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 di bawah ini.

Tabel 3 Hasil pengukuran rerata zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal pada suhu penyimpanan ruangan (27-28°C)

Rerata Zona Hambat Ekstrak Etanol Bawang Hitam Tunggal (mm)			
	Kontrol 0 Hari	Kontrol 55 Hari	90 Hari
Ekstrak etanol bawang hitam tunggal	5,66	5,18	8,44
Kontrol positif	23,15	26,3	21,12
Kontrol negatif	0	0	0

Pada tabel 3 hasil pengukuran zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C) didapatkan rerata zona hambat ekstrak kontrol 55 hari sebesar 5,18 mm

dengan kontrol positif 26,3 mm dan kontrol negatif 0 mm. Pada ekstrak 90 hari didapatkan hasil sebesar 8,44 mm dengan kontrol positif 21,12 mm dan kontrol negatif 0 mm.

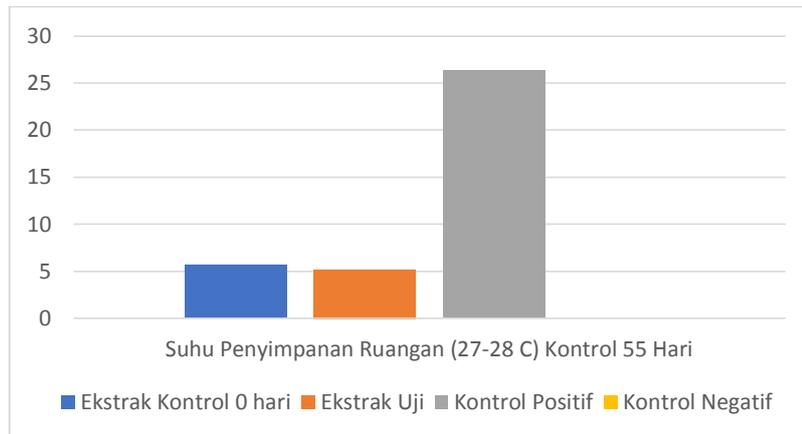
Tabel 4 Hasil pengukuran rerata zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal pada suhu penyimpanan 37°C

Rerata Zona Hambat Ekstrak Etanol Bawang Hitam Tunggal (mm)		
	Kontrol 0 Hari	17 Hari
Ekstrak etanol bawang hitam tunggal	5,66	-
Kontrol positif	23,15	27,47
Kontrol negatif	0	0

Tabel 4 hasil pengukuran zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu 37°C menunjukkan tidak terdapat zona hambat yang terbentuk dengan kontrol positif sebesar 27,47 mm dan kontrol negatif 0 mm.

Hasil pengukuran zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C) selama 55 hari dapat dilihat pada gambar 1. Hasilnya didapatkan rerata zona hambat sebesar 5,18 mm dengan kontrol positif

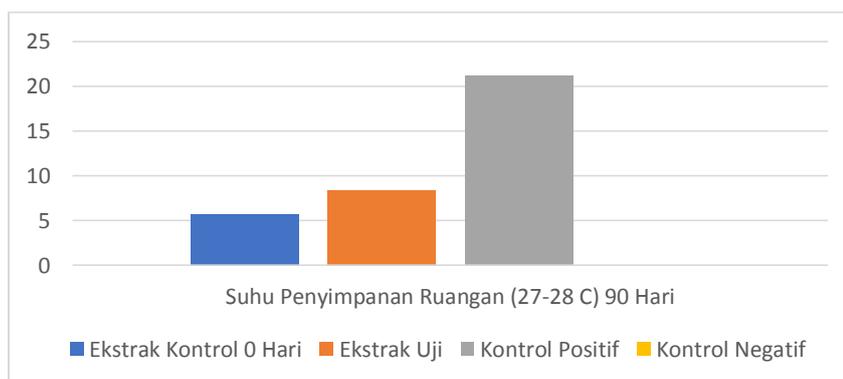
21,12 mm dan kontrol negatif 0 mm dengan perbandingan ekstrak kontrol 0 hari dengan rerata zona hambat sebesar 5,66 mm.



Gambar 1 Rerata zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal suhu penyimpanan ruangan (27-28°C) kontrol 55 hari terhadap *Staphylococcus aureus*.

Hasil pengukuran zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C) selama 90 hari dapat dilihat pada gambar 2. Tabel 2 didapatkan rerata zona hambat sebesar 8,44 mm dengan kontrol positif 21,12 mm dan kontrol negatif 0 mm, kontrol 0 hari zona hambat sebesar 5,66 mm.

Perbedaan aktivitas antibakteri ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C) selama 90 hari dengan ekstrak etanol bawang hitam kontrol (0 hari) tidak memiliki perbedaan yang bermakna secara statistik dengan *p-value* sebesar >0,05.



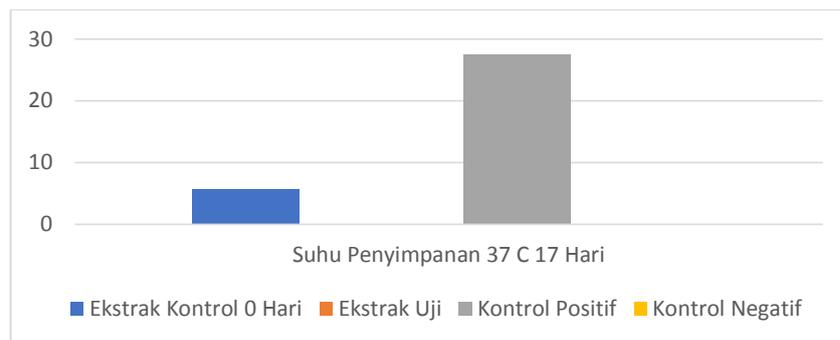
Gambar 2 Rerata zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal suhu penyimpanan ruangan (27-28°C) 90 hari terhadap *Staphylococcus aureus*.

Hasil pengukuran zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu 37°C selama 17 hari dapat dilihat pada gambar 3. Pada gambar 3 tidak didapatkan zona hambat, sedangkan kontrol positif 21,12 mm, kontrol negatif 0 mm, ekstrak kontrol (0 hari) 5,66 mm.

Hasil uji antibakteri menunjukkan adanya zona hambat pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada suhu penyimpanan ruangan (27-28°C) yang ditandai dengan adanya daerah bening pada seluruh agar dengan *paper disk* ekstrak etanol bawang hitam tunggal

konsentrasi 75%. Zona hambat terbentuk pada kontrol positif yaitu antibiotik kloramfenikol dosis 30µg, sedangkan zona hambat tidak terbentuk pada suhu penyimpanan 37°C dan kontrol negatif dengan akuades.

Perbedaan aktivitas antibakteri ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu 37°C selama 17 hari dan ekstrak etanol bawang hitam yang belum diberi perlakuan (0 hari) didapatkan hasil *p-value* >0,05 yaitu $p = 0,121$. Hasil ini berarti secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan.



Gambar 3 Rerata daya zona hambat ekstrak etanol bawang hitam tunggal suhu penyimpanan 37°C 17 hari terhadap *Staphylococcus aureus*.

Zona hambat yang terbentuk membuktikan bahwa ekstrak etanol bawang hitam memiliki senyawa aktif aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Senyawa aktif yang terkandung dalam bawang hitam tunggal adalah *allicin*. *Allicin*

(*diallylthiosulfate*) adalah senyawa bioaktif dari prekursor stabil *Allin* (*alkylcysteine sulfoxide*). *Alliin* dibentuk dari γ -glutamyl-S-alk(en)il-L-sistein. *Allicin* terbentuk ketika bawang putih segar mengalami destruksi atau dihancurkan karena *allin* dan

enzim *allinase* berada didalam kompartemen sel yang berbeda.^{11,19,20}

Kesimpulan dari hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu ruangan (27-28°C) selama 90 hari memiliki nilai rerata zona hambat yang sedang dan bawang hitam yang disimpan pada suhu 37°C selama 17 hari tidak memiliki nilai zona hambat pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu 37°C selama 17 hari tidak memiliki perbedaan yang bermakna dengan ekstrak bawang hitam tunggal yang belum diberi perlakuan (kontrol 0 hari).²¹

Perbedaan aktivitas antibakteri ekstrak etanol bawang hitam tunggal yang disimpan pada suhu 37°C selama 17 hari dan ekstrak etanol bawang hitam kontrol (0 hari) didapatkan nilai *p-value* >0,05 yaitu $p = 0,121$. Dengan kata lain, secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa bawang hitam tunggal dapat disimpan selama 90 hari pada suhu ruangan (27-28°C), suhu kulkas (5°C), suhu *freezer* (-20°C) tidak mengalami

penurunan aktivitas antibakteri, sedangkan pada penyimpanan suhu panas (37°C) selama 17 hari bawang hitam tunggal sama sekali tidak memiliki aktivitas antibakteri lagi.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penelitian dan publikasi artikel ini tidak didasarkan pada kepentingan pihak tertentu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Unjani yang telah mendukung pendanaan penelitian. Ucapan terimakasih terhadap rekan-rekan dari Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani atas dukungan dan bantuan yang tak ternilai dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nurul Asiah, Laras Cempaka WD. *Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. Universitas Bakrie; 2018.
2. Botas J, Fernandes Â, Barros L, Alves MJ, Carvalho AM, Ferreira ICFR. A Comparative Study of Black and White *Allium sativum* L.: Nutritional composition and bioactive properties. *Molecules*. 2019;24(11). doi:10.3390/molecules24112194
3. Sembiring NB, Iskandar Y. A Review of Component and Pharmacology

- Activities of Black Garlic. *Maj Obat Tradis.* 2019;24(3):178. doi:10.22146/mot.45277
4. Salsabila Q. Anti-Inflammatory Activity of Aged Black Garlic (*Allium sativum* L.). 2021;10 No1:7. doi:https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i1.502
 5. Halimah LS, Nawangsih EN, Hasan K. Analysis of Antibacterial and Antioxidant Activities of a Single Bulb of Garlic Fermented into Black Garlic. *Proc 12th Annu Sci Meet Med Fac Univ Jenderal Achmad Yani, Int Symp "Emergency Prep Disaster Response Dur COVID 19 Pandemic" (ASMC 2021)*. 2021;37(Asmc):83-87. doi:10.2991/ahsr.k.210723.021
 6. Halimah LS, Hasan K. Differences of Bio (Chemical) Characterization of Garlic and Black garlic on Antibacterial and Antioxidant Activities. *J Phys Conf Ser.* 2021;1764(1). doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012005
 7. Moulia MN, Syarief R, Iriani ES, Kusumaningrum HD, Suyatma NE. Antimikroba Ekstrak Bawang Putih. *J Pangan.* 2018;27(1):55-66.
 8. Chang TC, Jang H Der. Optimization of aging time for improved antioxidant activity and bacteriostatic capacity of fresh and black garlic. *Appl Sci.* 2021;11(5):1-16. doi:10.3390/app11052377
 9. Astuti DP, Palupi C. Perbandingan Efektivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bawang Putih (*Allium sativum*) Dan Black Garlic Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia coli* Dengan Metode Kirby-Bauer. *J Pharm Sci Med Res.* 2018;1(2):17. doi:10.25273/pharmed.v1i2.2966
 10. Prihandani SS, Poeloengan M, Noor SM. Uji daya antibakteri bawang putih (*allium sativum* l.) Terhadap bakteri *staphylococcus aureus*, *escherichia coli*, *salmonella typhimurium* dan *pseudomonas aeruginosa* dalam meningkatkan keamanan pangan antibacterial activity test of garlic (*Allium Sativum*). *Inform Pertan.* 2015;24(1):53-58.
 11. Kimura S, Tung YC, Pan MH, Su NW, Lai YJ, Cheng KC. Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *J Food Drug Anal.* 2017;25(1):62-70. doi:10.1016/j.jfda.2016.11.003
 12. Davis WW, Stout TR. *Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay I. Factors Influencing Variability and Error1.*; 1971.
 13. Nelwida N, Berliana B, Nurhayati N. *Kandungan Nutrisi Black Garlic Hasil Pemanasan Dengan Waktu Berbeda (The Nutrient Content of Black Garlic*

- Heated at Different Times*). Vol 22.; 2019.
14. Yadav M, Bohra R, Gupta N. In vitro Determination of Antibacterial Effect of Garlic (*Allium sativum*) on *Staphylococcus aureus* and *E.coli*. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2019;8(09):498-506. doi:10.20546/ijcmas.2019.809.060
 15. Farhana H, Halimah LS, Suwarma B, et al. Pengaruh suhu dan waktu fermentasi ekstrak etanol black garlic (*allium sativum*) terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Eschericia Coli*.
 16. Shetty S, Thomas B, Shetty V, Bhandary R, Shetty R. An in-vitro evaluation of the efficacy of garlic extract as an antimicrobial agent on periodontal pathogens: A microbiological study. *AYU (An Int Q J Res Ayurveda)*. 2013;34(4):445. doi:10.4103/0974-8520.127732
 17. Lu X, Li N, Qiao X, Qiu Z, Liu P. Effects of thermal treatment on polysaccharide degradation during black garlic processing. *LWT*. 2018;95:223-229. doi:10.1016/j.lwt.2018.04.059
 18. Safitri D, Halimah LS, Taufan A, Unjani FK, Mikrobiologi B, Kedokteran F. Perbandingan aktivitas antibakteri black garlic (*allium sativum*) dan black garlic setunggal (*allium sativum*).
 19. Lu X, Li N, Qiao X, Qiu Z, Liu P. Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract. *J Food Drug Anal*. 2017;25(2):340-349. doi:10.1016/j.jfda.2016.05.011
 20. Sinta PH, Furtuna DK, Fatmaria F. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol 96% umbi bawang suna (*allium schoenoprasum* l.) Terhadap pertumbuhan *staphylococcus aureus* dan *staphylococcus saprophyticus* dengan metode difusi cakram kirby-bauer. *Herb-Medicine J*. 2020;3(2):7. doi:10.30595/hmj.v3i2.6379
 21. Pujiastuti D, Palupi C. Perbandingan Efektivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bawang Putih (*Allium Sativum*) dan Black Garlic terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli* dengan Metode Kirby-Bauer Comparison Antibacterial Effectiveness of Essential Oil from Garlic (*Allium sativum*) and Black Garlic Againsts *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* with Kirby-Bauer Methods. *J Pharm Sci Med Reseaarch*. 2018;1(2):17-21. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/pharmed>