

UJI AKTIVITAS ANTIJAMUR EKSTRAK *BLACK GARLIC* TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *Candida albicans*

Eva Agustina, Funsu Andiarna*, Irul Hidayati, Vindi Fristy Kartika

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya

Jl. Ahmad Yani No.117 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60237

*Corresponding author: funsu_andiarna@uinsby.ac.id

Naskah diterima: 19 Juli 2020; Direvisi: 18 November 2020; Disetujui: 18 Maret 2021

ABSTRAK

Salah satu tanaman yang berfungsi sebagai antijamur adalah bawang putih yang diinovasikan menjadi produk bawang yang berwarna hitam atau *black garlic*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antijamur ekstrak *black garlic* terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Metoda dalam penelitian ini adalah bawang putih dipanaskan selama 35 hari pada suhu 65°C untuk mendapatkan *black garlic*. *Black garlic* diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut methanol. Uji aktivitas antibakteri berdasarkan uji zona hambat, konsentrasi hambat minimal (KHM) dan konsentrasi bunuh minimal (KBM). Uji zona hambat dengan variasi konsentrasi ekstrak 100%, 90% dan 80%. Konsentrasi dengan nilai zona hambat yang baik akan dilanjutkan ke uji KHM dan KBM dengan pengenceran ke 1 sampai 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona hambat ekstrak *Black Garlic* dengan konsentrasi 100% memiliki zona hambat paling bagus yaitu 3,15 mm. Uji KHM optimum diperoleh pada pengenceran ke-5 dengan nilai OD terendah 0,460. Uji KBM dari ekstrak *black garlic* pada pengenceran ke-5 menunjukkan koloni jamur *C. albicans* masih tumbuh, sehingga dapat dikatakan bahwa ekstrak *black garlic* hanya mampu menghambat pertumbuhan jamur namun tidak bisa membunuh jamur *C. albicans*.

Kata kunci: antijamur; *black garlic*; maserasi

ABSTRACT

Activity test of black garlic extract against the growth of the fungi Candida albicans. One plant that functions as an antifungal is garlic which is innovated into black garlic. The aim of this study is to indentify black garlic extract antifungal activity against of the Candida albicans. The method in this research was heated garlic for 35 days at temperature of 65°C. Black garlic was extracted by maceration method using methanol solvent. Antibacterial activity test based on inhibition zone test, minimal inhibitory concentration (MIC) and minimal kill concentration (MBC). Inhibition zone test with various extract concentrations of 100%, 90% and 80%. Concentrations with good inhibition zone values will be continued to the MIC and MBC tests with dilutions 1 to 5. The results showed that the inhibition zone of black garlic extract with a concentration of 100%, 3.15 mm. The optimum MIC test was obtained at the 5 dilution with the lowest OD value of absorbance 0.460. The MBC test of the black garlic extract at the 5 dilution

showed C. albicans fungal colonies were still growing, so it can be said that the black garlic extract was only able to inhibit fungal growth but could not kill C. albicans fungi.

Keywords: *antifungal; black garlic; maceration*

PENDAHULUAN

Candida albicans merupakan salah satu spesies dari genus *Candida* yang dikenal sebagai khamis paling patogenik. Jamur *Candida albicans* merupakan organisme endogen yang ditemukan dalam tubuh manusia normal sekitar 40-80%. Jamur *C. albicans* dapat dijumpai dalam mulut, usus, dan vagina. Pada keadaan tertentu jamur ini bertindak sebagai organisme patogen. Terjadinya perubahan dalam imunitas selular (flora normal) menyebabkan tubuh dapat terinfeksi oleh *C. albicans*. Jamur ini menyebabkan infeksi oportunistik pada manusia yakni infeksi pada *immunocompromised* (Padoli, 2016). Infeksi yang disebabkan oleh jamur *C. albicans* dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor endogen dan faktor eksogen. Faktor endogen meliputi terjadinya perubahan fisiologis pada tubuh misalnya kehamilan, obesitas, usia, dan adanya gangguan imunologis. Sedangkan faktor eksogen meliputi iklim tropis, kelembaban yang tinggi, jenis pekerjaan, *personal hygiene*, dan adanya kontak dengan penderita yang telah terinfeksi oleh jamur *C. albicans* (Liwang *et al.*, 2020). Infeksi yang disebabkan oleh *C. albicans* yaitu infeksi pada mukosa superfisial dan gangguan sistemik yang memiliki tingkat angka kematian tinggi (Costa *et al.*, 2014).

Beberapa jenis penyakit yang disebabkan oleh infeksi oleh jamur *C. albicans* misalnya *vulvaginistis* (Cassone, 2015), *candida* pada urin, infeksi kuku, lesi pada kulit (Taei *et al.*, 2019), *gatric ulcer* (Ince *et al.*, 2014), dan komplikasi kanker (Ramirez-Garcia *et al.*, 2016). Penggunaan antibiotik sebagai antijamur merupakan penanganan pada *C. albicans*. Antibiotik yang umum digunakan sebagai antijamur misalnya *ketokonazole*, *flukonazol*, *itrakonazole*, *griseofulvin* dan *nystatin* (Pusat Informasi Obat Nasional, 2015). Penggunaan antijamur mengalami peningkatan sejalan dengan semakin banyaknya infeksi yang disebabkan oleh *C. albicans*, sehingga menimbulkan resistensi. Resistensi antijamur mengakibatkan tubuh kebal terhadap infeksi jamur dimana senyawa aktif dalam obat mengalami penurunan dalam membunuh jamur serta hal ini

terjadi karena penggunaan antijamur yang tidak sesuai dosis yang dianjurkan. Andiarna *et al.* (2020) menyatakan bahwa sebanyak 44% responden melakukan pembelian antibiotik tanpa resep dokter dengan alasan biaya lebih murah dibandingkan harus memeriksakan diri ke dokter dengan biaya yang lebih tinggi. Selain itu, terdapat alasan lain seperti karena sudah mengetahui jenis antibiotik yang akan digunakan dan antibiotik lebih mudah diperoleh. Pemberian antibiotik tanpa diagnosa yang tepat akan memicu terjadinya resistensi. Resistensi *C. albicans* pada flukonazole telah dilaporkan. Pemakaian dalam jangka panjang dan berulang pada pasien AIDS telah menyebabkan munculnya strain *C. albicans* resisten *fluconazole* (Pusat Informasi Obat Nasional, 2015).

Resistensi antibiotik terhadap jamur *C. albicans* memerlukan perhatian khusus. Pemanfaatan senyawa bioaktif pada bahan alam memberikan alternatif untuk digunakan sebagai antijamur. Bahan alam misalnya pada tanaman yang memiliki antioksidan tinggi, dimana antioksidan memiliki kemampuan sebagai antibakteri dan antijamur. Salah satu tanaman dengan antioksidan tinggi adalah *black garlic*. *Black barlic* merupakan bawang putih yang dipanaskan pada temperatur dan waktu tertentu sehingga diperoleh bawang yang berwarna hitam atau *black garlic*. Agustina *et al.*, (2020) menyatakan bahwa ekstrak *Black Garlic* mempunyai potensi aktivitas antioksidan yang meningkat drastis mencapai 25 kali lipat dibandingkan dengan bawang putih segar. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kandungan senyawa aktif pada ekstrak *black garlic* seperti tanin, saponin, sterol, flavonoid dan organosulfur. Senyawa aktif tersebut memiliki aktivitas sebagai antijamur.

Flavonoid sangat dikenal sebagai antioksidan yang memberikan efek sebagai antibakteri dan antijamur. Aktivitas antijamur pada senyawa flavonoid memiliki gugus hidroksil yang bekerja dengan cara membentuk kombinasi dengan fosfolipid dari membran sel jamur yang mengakibatkan sel jamur rusak, sehingga dapat menghambat pertumbuhan sel dan meningkatkan permeabilitas membran serta sel jamur terdenaturasi (Zearah, 2014). Selanjutnya pada mekanisme kerja dari senyawa tanin sebagai antijamur adalah dengan cara menghambat biosintesis ergosterol yang merupakan sterol utama penyusun membran sel jamur. Sterol diduga berperan dalam peningkatan permeabilitas membran sel jamur (Hong *et*

al., 2011). Sedangkan senyawa saponin sebagai antijamur bekerja dengan cara membentuk kompleks dengan sterol yang merupakan enzim penyusun dinding sel jamur sehingga permeabilitas meningkat dan sel jamur mati (Septiadi et al., 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Mikaili et al., (2013) menyatakan bahwa senyawa organosulfur yaitu alliciin pada bawang putih memiliki aktifitas antijamur *C. albicans*. Senyawa organosulfur dapat merusak pembentukan senyawa lipid pada membran plasma sehingga mengganggu kestabilan membran jamur *C. albicans*. Perasan bawang putih dengan konsentrasi 50% menghasilkan zona hambat terhadap jamur *C. albicans* 13,57 mm, sehingga tergolong aktif sebagai antimikroba (Mahmudah et al., 2017).

Black garlic menghasilkan senyawa organosulfur yang lebih banyak dan stabil daripada bawang putih segar karena ada perubahan dari senyawa alliciin yang bersifat volatil dari bawang putih menjadi senyawa *S-Allyl cystein tetrahydro-B-Carbolines (SAC)*, *S -methyl- L -cysteine sulphoxide (methiin)* dan *S -allyl- L -cysteine sulphoxide (alline)* yang lebih stabil setelah melalui proses pemanasan (Choi et al., 2014). Peningkatan senyawa aktif pada *black garlic* diharapkan dapat meningkatkan aktivitas antijamur *C. albicans*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas antijamur ekstrak *black garlic* terhadap pertumbuhan jamur *C. albicans*.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terintegrasi UIN Sunan Ampel Surabaya pada bulan Agustus tahun 2020. Subyek penelitian yaitu ekstrak *black garlic*.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan yaitu bawang putih, metanol 96%, aquades, spirtus, jamur *C. albicans*, ketoconazole, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media PDB (*Potato Dextrose Broth*), dan alkohol 70%

Alat yang digunakan yaitu timbangan analitik, *beaker glass*, tabung reaksi, gelas ukur, pengaduk kaca corong, kaca arloji, spatula, erlenmayer, autoklaf, inkubator, kertas saring, bunsen, cawan petri, *papper disk*, jarum ose, mikropipet,

coloni counter, stirer, jangka sorong, kertas cakram, *hot plate*, *rotatory evaporator*, spektrofotometer UV-Vis.

Metode Penelitian

Ekstrak Black Garlic

Pembuatan *black garlic* dengan cara bawang putih dioven selama 35 hari pada suhu 65°C sehingga diperoleh bawang yang berwarna hitam. *Black garlic* selanjutnya dihaluskan untuk mendapatkan serbuk. Serbuk sebanyak 100 gram dimaserasi dengan pelarut metanol sebanyak 300 mL dan direndam selama 3 hari dengan sesekali dilakukan pengadukan pada suhu ruang. Campuran kemudian disaring, residu diremaserasi lagi sedangkan filtrat ditampung. Remaserasi dilakukan sebanyak 3 kali. Filtrat dirotary evaporator dengan suhu dan tekanan tertentu untuk mendapatkan ekstrak *black garlic*.

Pembuatan Media

Pembuatan media PDB (*Potato Dextrose Broth*) dan PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan cara media PDB ditimbang sebanyak 24 gram, sedangkan media PDB sebanyak 39 gram. Masing-masing media dilarutkan dalam aquades sebanyak 1 L. Larutan dihomogenkan dengan memanaskan diatas *hot plate*. Selanjutnya disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C pada tekanan 2 atm selama 15 menit (Warsinah *et al.*, 2011).

Peremajaan Jamur *C. albicans*

Peremajaan jamur *C. albicans* dilakukan dengan cara media PDA cair dipindahkan pada 3 tabung reaksi dan dimiringkan untuk menjadi media miring. Setelah media miring memadat, 1 ose biakan murni di streak dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah diremajakan *C. albicans* diinokulasi dengan cara mensuspensikan 1 ose dari hasil peremajaan dalam 25 mL media PDB. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah diinkubasi, diukur dengan spektrofotometer sampai absorbansinya 0,39 atau setara dengan 1,25.107 CFU (Mutammima, 2017).

Uji Antijamur *C. albicans*

Uji aktivitas antijamur *C. albicans* dengan metode difusi dan dilusi. Metode difusi menggunakan kertas cakram yang ditempatkan pada media yang telah diberi jamur. Jamur *C. albicans* yang telah diinokulasi diambil sebanyak 100 µL

dan dimasukkan dalam media PDA cair sebanyak 10 mL. Setelah itu dicampur dengan membentuk angka 8 dan media ditunggu memadat. Kertas cakram ukuran 6 mm direndam dengan ekstrak *black garlic* dengan konsentrasi 100%, 90%, dan 80%. Kontrol positif yang digunakan adalah *ketoconazol* 100%, 90%, dan 80%, kontrol negatif metanol masing-masing sebanyak 100 mL selama 1 jam. Setelah itu kertas cakram yang telah direndam, diletakkan diatas media PDA yang telah ditambahkan jamur. Kultur diinkubasi selama 24 jam dan zona jernih yang terbentuk diukur. Aktivitas antijamur ditandai dari zona jernih atau zona hambat yang terbentuk (Mutammima, 2017). Suatu ekstrak memiliki sifat antimikroba dengan uji difusi dikategorikan apabila zona hambatnya 1-5 mm : sangat lemah; 6-10 mm : lemah; 11-20 mm : aktif, dan 21-30 mm : sangat aktif (Muharni et al., 2017).

Uji aktivitas antijamur dengan metode dilusi dengan melihat nilai KHM dan KBM. Uji KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dilakukan dengan cara pembuatan seri pengenceran dari konsentrai ekstrak yang paling bagus dari uji kertas cakram (zona hambat yang paling besar). Seri pengenceran uji KHM sebanyak 5 kali menggunakan tabung reaksi. Pengenceran 1 (P1) dilakukan dengan cara masukkan 8 mL PDB ditambahkan 1 mL ekstrak dan 1 mL suspensi jamur *C. albicans*. Pengenceran 2 (P2) 9 mL PDB ditambah 1 ml P1. Pengenceran 3 (P3) 9 mL PDB ditambah 1 mL P2. Pengenceran 4 (P4) 9 mL PDB ditambah 1 mL (P3), dan pengenceran 5 (P5) 9 mL PDB ditambah 1 mL P4. Kontrol positif dibuat dengan cara 8 mL PDB ditambah 1 mL suspensi jamur ditambah 1 mL *ketoconazole*. Kontrol negatif dibuat dengan cara 8 mL PDB ditambah 1 mL ditambah 1 mL metanol. Masing-masing perlakuan diambil 3 mL dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Larutan divortex dan diukur nilai absorbansi dengan spektrofotometer sebelum dan setelah diinkubasi. Nilai KHM ditentukan dari nilai OD (*Optical Density*):

$$\text{Nilai OD (KHM)} = \text{Absorbansi setelah inkubasi} - \text{Absorbansi sebelum inkubasi}$$

Nilai OD (*Optical Density*) mendekati 0 menandakan penghambatan jamur yang paling optimum. Konsentrasi dengan nilai OD minimum dilanjutkan untuk

uji KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum). Uji KBM dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur dalam *pour plate* pada media PDA. Jamur yang ditumbuhkan berasal dari jamur yang digunakan untuk uji KHM yang memiliki nilai OD paling kecil. Sebanyak 1 mL campuran dari uji KHM ditambahkan 10 mL *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA). Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C selanjutnya diamati pertumbuhan jamur pada media (Mutammima, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Black Garlic diperoleh dari pemanasan bawang putih pada suhu 65°C selama 35 hari. Morfologi *black garlic* berwarna coklat kehitaman secara merata, struktur umbi cenderung keras, dan aroma khas bawang putih berkurang. Pada proses pemanasan 65°C selama 35 hari dapat meningkatkan kandungan gula reduksi (Zhang et al., 2015). Proses pencoklatan pada *black garlic* dipengaruhi oleh adanya peningkatan gula reduksi karena proses non-enzimatik reaksi *Maillard*. Mekanisme reaksi *Maillard* ada 3 tahapan yaitu (1) proses kondensasi gula reduksi dan amina serta terbentuknya amadori, kondisi ini umbi bawang putih masih berwarna putih. (2) Proses dehidrasi gula terjadinya fragmentasi gula dan degradasi asam amino, tahap ini umbi bawang putih mulai berubah warna menjadi coklat muda. (3) Kondensasi aldehid dan aminaserta terbentuknya senyawa *Hydroxymethyl-2-furfuraldehyde* yang membentuk warna umbi menjadi coklat dan hitam (Dedin, 2011).

Black garlic hasil pemanasan dihaluskan menjadi serbuk untuk memperbesar luas permukaan. Proses maserasi *black garlic* menggunakan pelarut metanol yang bersifat polar. Tujuan penggunaan pelarut metanol dalam ekstraksi *black garlic* untuk mengambil senyawa aktif yang bersifat polar seperti senyawa fenolik. Pelarut metanol akan merusak dan masuk dalam dinding sel *black garlic* sehingga kandungan metabolit sekunder akan berdifusi menuju pelarut, proses difusi akan terhenti apabila sudah tercapai keadaan setimbang oleh karena itu perlu dilakukan maserasi ulang atau remaserasi. Senyawa prekursor yang terkandung dalam *black garlic* didominasi oleh senyawa *S-Ally Cystein* (SAC) dan senyawa metabolit sekunder jenis flavonoid, saponin, dan tannin (Bae et al.,

2014). Rendemen hasil ekstraksi *black garlic* sebanyak 5% dengan warna coklat kehitaman.

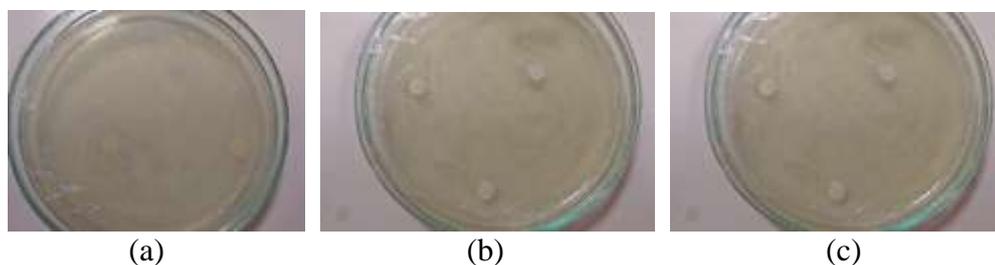
Uji aktivitas antijamur ekstrak *black garlic* pada jamur *C. albicans* menggunakan dua pengujian yaitu uji difusi dan uji dilusi. Uji difusi dengan kertas cakram untuk menentukan nilai zona hambat, sedangkan uji dilusi dengan menentukan nilai OD Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan uji Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Uji zona hambat digunakan untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan untuk mengetahui aktivitas jamur *C. albicans* dengan cara melihat pembentukan zona jernih disekitar kertas cakram. Semakin lebar zona bening yang terbentuk maka aktivitas antijamur suatu ekstrak semakin bagus. Senyawa aktif ekstrak *black garlic* yang ada dalam kertas cakram akan berdifusi menuju media padat yang telah ditumbuhi jamur. Apabila ekstrak tersebut mampu menghambat pertumbuhan jamur maka akan terbentuk zona jernih yang mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan jamur *C. albicans* di sekitar cakram (**Tabel 1**).

Tabel 1. Hasil uji zona hambat ekstrak *black garlic* terhadap jamur *C. albicans*

Ulangan	Uji Zona Hambat (mm)						Kontrol Negatif (Metanol)
	Ekstrak <i>Black Garlic</i>			Kontrol Positif (<i>Ketoconazole</i>)			
	100%	90%	80%	100%	90%	80%	
1	3,1	2,33	2,3	25,22	20,5	19,4	-
2	3,15	2,1	2,2	25,3	21,6	19,2	-
3	3,2	2,51	2,4	25,4	20,8	19	-
Rata-rata	3,15	2,31	2,30	25,31	20,97	19,20	-

Berdasarkan uji zona hambat konsentrasi paling bagus adalah ekstrak *black garlic* dengan konsentrasi 100%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lingga *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu senyawa aktif, maka kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba semakin tinggi. Ekstrak *black garlic* 100% menghasilkan nilai zona hambat 3,15 mm, ketoconazole 25,31 mm, dan kontrol negatif metanol 96% tidak terbentuk zona hambat. Aktivitas antijamur berdasarkan ukuran zona jernih pada uji zona hambat adalah 1-5 mm berarti sangat lemah; 6-10 mm berarti lemah; 11-20 mm berarti aktif, dan 21-30 mm berarti sangat aktif (Muharni, 2017). Zona bening dengan ukuran diameter yang bervariasi terbentuk di sekeliling kertas cakram yang telah

direndam ekstrak *black garlic* dengan konsentrasi 100% (**Gambar 1a**), 90% (**Gambar 1b**), dan 80% (**Gambar 1c**). Perbedaan ukuran diameter tersebut menunjukkan perbedaan daya hambat terhadap jamur *C. albicans*.



Gambar 1. Hasil uji zona hambat ekstrak black garlic terhadap jamur *C. albicans* (a) ekstrak *black garlic* 100%, (b) ekstrak *black garlic* 90%, dan (c) ekstrak *black garlic* 80%

Penggunaan aktivitas antijamur menggunakan ekstrak *black garlic* menunjukkan hasil yang sangat lemah dibandingkan dengan *ketoconazole* yang menghasilkan zona hambat yang lebih kuat. Hasil kontrol negatif dengan menggunakan metanol tidak terbentuk zona hambat. Hal ini berarti bahwa daya hambat jamur *C. albicans* berasal dari kandungan senyawa ekstrak *black garlic* bukan berasal dari senyawa lain seperti metanol yang mana merupakan salah satu pelarut dalam pembuatan ekstrak *black garlic*. Mekanisme terbentuknya zona hambat atau zona jernih pada kertas cakram yaitu senyawa aktif dari suatu ekstrak akan berdifusi dari kertas cakram menuju ke dalam media agar dan akan membunuh atau menghambat pertumbuhan jamur. Semakin lama proses inkubasi suatu ekstrak pada media maka akan semakin terlihat pembentukan zona jernih karena kontak antara senyawa aktif dan jamur akan semakin lama. Terbentuknya zona jernih mengindikasikan tidak adanya pertumbuhan koloni dari jamur *C. albicans* pada kertas cakram karena pertumbuhannya dihambat oleh senyawa aktif dari ekstrak tanaman (Bagul & Sivakumar, 2016). Uji aktivitas antijamur secara difusi dengan kertas cakram belum menunjukkan konsentrasi terkecil suatu ekstrak dalam menghambat atau membunuh pertumbuhan jamur oleh karena itu perlu dilakukan uji dilusi.

Uji dilusi dengan menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Uji KHM dilakukan dengan menggunakan konsentrasi terendah yang menghasilkan zona hambat terluas dari

uji difusi. Konsentrasi tersebut dilakukan pengenceran sebanyak 5 kali dan ditentukan nilai OD (*Optical Density*). Pengenceran pada metode ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terendah dengan daya hambat yang paling bagus pada media cair secara kuantitatif (Balouiri et al., 2016). Penentuan nilai KHM dengan melakukan pengukuran nilai OD dengan menghitung selisih absorbansi setelah dan sebelum inkubasi. Nilai absorbansi diketahui dari spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm dengan blanko aquades. Panjang gelombang 600 nm merupakan panjang gelombang maksimum dalam penentuan absorpsi larutan uji.

Tabel 2. Hasil uji konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak *black garlic* terhadap jamur *C. albicans*

Perlakuan	Ulangan	Seri Pengenceran					
		P0	P1	P2	P3	P4	P5
Ekstrak <i>Black Garlic</i> 100%	1	0,756	0,977	0,814	0,679	0,567	0,45
	2	0,754	0,974	0,813	0,69	0,565	0,46
	3	0,758	0,98	0,819	0,658	0,562	0,47
	rata-rata	0,756	0,977	0,815	0,676	0,565	0,460
Kontrol Positif (<i>Ketoconazole</i> 100%)	1	0	0,38	0,44	0,128	0,07	0,072
	2	0	0,384	0,451	0,13	0,08	0,074
	3	0	0,382	0,444	0,129	0,083	0,07
	rata-rata	0,000	0,382	0,445	0,129	0,078	0,072
Kontrol negatif (Metanol)	1	0,968	0,95	0,899	0,829	0,4	0,32
	2	0,961	0,953	0,891	0,83	0,413	0,326
	3	0,965	0,95	0,895	0,827	0,394	0,338
	rata-rata	0,965	0,951	0,895	0,829	0,402	0,328

Hasil uji KHM menunjukkan nilai OD yang paling kecil pada pengenceran ke-5 (**Tabel 2**). Ekstrak *black garlic* pada pengenceran ke-5 menghasilkan OD 0,460; kontrol positif dengan *ketoconazole* menghasilkan OD 0,072; dan metanol 96% memiliki OD 0,128. Apabila nilai OD mendekati 0 mengindikasikan tidak ada pertumbuhan koloni jamur *C. albicans* pada larutan uji setelah diinkubasi. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan ekstrak *black garlic* untuk menghambat pertumbuhan jamur semakin kuat. Pada penelitian ini, ekstrak *black garlic* belum dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* secara optimal. Hal ini dapat dilihat dari nilai OD pada masing-masing pengenceran yang masih jauh dari 0. Berbeda dengan uji kontrol positif *ketokenazol* yang rata-rata nilai OD-nya mendekati 0.

Uji dilusi selanjutnya adalah menentukan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dengan mengamati ada tidaknya pertumbuhan jamur *C. albicans* pada media. Larutan uji ekstrak *black garlic* yang digunakan untuk uji KBM adalah konsentrasi 100% pada pengenceran ke-5 karena memiliki nilai OD paling kecil.

Tabel 3. Hasil konsentrasi bunuh minimum (KBM) seri pengenceran ke-5 ekstrak *black garlic* terhadap jamur *C. albicans*

Ulangan	Ekstrak <i>Black Garlic</i> 100%	Hasil Uji KBM	
		Kontrol Positif (<i>Ketoconazole</i> 100%)	Kontrol Negatif (Metanol)
Seri Pengenceran ke-5 (P5)			
1	++	+	++
2	++	+	++
3	++	+	++

Keterangan tabel :

++ = tumbuh koloni banyak

+ = tumbuh koloni sedikit

Ekstrak *black garlic* pada pengenceran ke-5 masih terjadi pertumbuhan koloni jamur *C. albicans* lebih banyak dibandingkan dengan kontrol positif *ketoconazole* (**Tabel 3**). Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak *black garlic* pada pengenceran ke-5 hanya mampu menghambat pertumbuhan jamur dan tidak mampu membunuh jamur *C. albicans*.

Senyawa aktif ekstrak *black garlic* yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* adalah senyawa *Allisin* dan *S-Allyl Cystein* (SAC) (Farhana, 2018), senyawa metabolit sekunder seperti saponin, fenol, tanin (Kulsum, 2014). Senyawa *allisin* dan *S-Allyl Cystein* dapat merusak jaringan suatu mikroba seperti bakteri dan jamur. Senyawa *allisin* dan *S-Allyl Cystein* memiliki gugus fungsi *tiosulfinat* (R-SOS-R). Adanya senyawa yang bersifat elektrofilik pada golongan *tiosulfat* dapat menghancurkan kadar lemak pada membran dinding sel dan DNA bakteri atau jamur dengan lebih mudah (Gao et al., 2013).

Kandungan senyawa ekstrak *black garlic* yang juga berperan sebagai antijamur adalah *diallildiulfida* atau *ajoene*. *Diallildiulfida* dapat menghambat sintesis lemak pada jamur dan mempengaruhi pembentukan RNA menghasilkan bentuk yang lain. Senyawa *diallildiulfida* dapat merusak permeabilitas dinding sel dengan cara memutus rantai gugus SH (*sulfhidril* dan *disulfida*) yang diperlukan

pada saat sintesis asam amino jamur *C. albicans*. Putusnya gugus SH mempengaruhi sintesis enzim protease sehingga membran sitoplasma dapat rusak dan tidak terjadi proliferasi sel sehingga sintesis asam amino tidak terjadi pada *C. albicans* (Moulia et al., 2018).

Kandungan senyawa metabolit sekunder *black garlic* seperti saponin, fenolik, tanin, flavonoid, dan minyak atsiri dapat membunuh mikroba dengan merusak permeabilitas dinding sel. Saponin yang memiliki sifat hidrofilik dan hidrofobik dapat dengan mudah bereaksi dengan protein membran pada jamur. Bagian hidrofobik saponin akan berikatan dengan ligan protein membran hidrofobik, hal ini menyebabkan protein membran berubah posisi sehingga menyebabkan kerusakan membran sel jamur.

Tanin memiliki kemampuan dalam menghambat ekspresi enzim *transkriptase* balik. Senyawa tanin mampu meningkatkan adesi dan tidak mengaktifkan kerja enzim yang mengkatalisis reaksi transkripsi balik RNA tunggal menjadi DNA ganda. Selain itu tanin juga dapat mengganggu sintesis protein pada lapisan sel dan polipeptida dinding sel. Sehingga pembentukan dinding sel jamur menjadi kurang sempurna dan lisis. Jamur *C. albicans* merupakan jamur yang tumbuh dengan kondisi aerob. Senyawa fenolik dan flavonoid dapat berikatan membran dinding sel jamur.

Kandungan lain dari *black garlic* adalah minyak atsiri. Minyak atsiri dapat mengganggu proses sintesis protein dengan cara mendenaturasi protein dan dinding sel. Sehingga transport nutrisi yang melalui membran sel jamur akan terganggu. berkurangnya nutrisi pada sel jamur mengakibatkan proses pembentukan koloni baru *C. albicans* tidak akan terjadi (Manik, 2014).

KESIMPULAN

Aktivitas antijamur ekstrak *black garlic* terhadap pertumbuhan *C. albicans* diketahui dari uji zona hambat, konsentrasi hambat minimal (KHM), dan konsentrasi bunuh minimal (KBM). Nilai zona hambat paling bagus pada konsentrasi 100% dengan nilai 3,15 mm. Uji KHM dengan 5 kali pengenceran, nilai OD terendah pada pengenceran ke-5 dengan absorbansi 0,460. Uji KBM pada pengenceran ke-5 menunjukkan koloni jamur *C. albicans* masih tumbuh.

Ekstrak *black garlic* mampu menghambat pertumbuhan jamur namun belum bisa mematikan *C. albicans*. Kemampuan daya hambat terhadap jamur *C. albicans* disebabkan kandungan senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak *black garlic*.

DAFTAR PUSTAKA

- 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), 39–50. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v13i1.12114>
- Andiarna, F., Hidayati, I., & Agustina, E. (2020). Pendidikan kesehatan tentang penggunaan antibiotik secara tepat dan efektif sebagai upaya mengatasi resistensi obat. *Journal of Community Engagement and Empowerment*, 2(1), 16–23. <http://ojs.iik.ac.id/index.php/JCEE/article/view/317>
- Bae, S. E., Cho, S. Y., Won, Y. D., Lee, S. H., & Park, H. J. (2014). Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 397–402. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.05.006>
- Bagul, U. S., & Sivakumar, S. M. (2016). Antibiotic susceptibility testing: A review on current practices. *International Journal of Pharmacy*, 6(3), 11–17.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Cassone, A. (2015). Vulvovaginal *Candida albicans* infections: Pathogenesis, immunity and vaccine prospects. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 122(6), 785–794. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.12994>
- Choi, I. S., Cha, H. S., & Lee, Y. S. (2014). Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. *Molecules*, 19(10), 16811–16823. <https://doi.org/10.3390/molecules191016811>
- Costa, C., Dias, P. J., Sá-Correia, I., & Teixeira, M. C. (2014). MFS multidrug transporters in pathogenic fungi: Do they have real clinical impact? *Frontiers in Physiology*, 5, 197. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00197>
- Dedin, F. R. (2011). Reaksi maillard: mekanisme dan peran dalam pangan dan kesehatan. Yayasan Humaniora.
- Farhana, H. (2018). Pengaruh suhu dan waktu fermentasi ekstrak etanol black garlic (*Allium sativum*) terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* [Skripsi]. Universitas Jenderal Achmad Yani.

- Gao, C., Jiang, X., Wang, H., Zhao, Z., & Wang, W. (2013). Drug metabolism and pharmacokinetics of organosulfur compounds from garlic. *Journal of Drug Metabolism and Toxicology*, 4(5). <https://doi.org/10.4172/2157-7609.1000159>
- Hong, L. S., Ibrahim, D., Kassim, J., & Sulaiman, S. (2011). Gallic acid: An anticandidal compound in hydrolysable tannin extracted from the barks of *Rhizophora apiculata* Blume. *Journal of Applied Pharmaceutical Science (JAPS)*, 01(06), 75–79. https://www.japsonline.com/abstract.php?article_id=127&sts=2
- Ince, A. T., Kocaman, O., Ismailova, M., Tozlu, M., Gücin, Z., & Iraz, M. (2014). A rare co-existence of *Helicobacter pylori*, *Candida albicans* and *Candida kefyr* in a giant gastric ulcer. *The Turkish Journal of Gastroenterology: The Official Journal of Turkish Society of Gastroenterology*, 25(4), 435–436. <https://doi.org/10.5152/tjg.2014.3401>
- Kulsum, H. (2014). Aktifitas antifungi ekstrak bawang putih dan black garlic varietas lumbu hijau engan metode ekstraksi yang berbeda terhadap *Candida albicans* [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lingga, A. R., Pato, U., & Rossi, E. (2016). Uji antibakteri ekstrak batang kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 3(1), 1–15. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/9580>
- Liwang, F., Yuswar, P. W., Wijaya, E., & Sanjaya, N. P. (2020). Kapita Selekta Kedokteran Edisi V Jilid 1. Media Aesculapius Universitas Indonesia.
- Mahmudah, R. B., Pribadi, P., & Agusta, H. F. (2017). Uji aktivitas antifungi perasan bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 3(1), Article 1. <http://journal.ummg.ac.id/index.php/pharmacy/article/view/2721>
- Manik, W. G. (2014). Uji aktivitas antibakteri ekstrak kasar biji buah langsung (*Lansium domesticum* Corr.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Mahasiswa PSPD FK Universitas Tanjungpura*, 1(1), Article 1. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/article/view/8094>
- Mikaili, P., Maadirad, S., Moloudizargari, M., Aghajanshakeri, S., & Sarahroodi, S. (2013). Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot, and their biologically active compounds. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 16(10), 1031–1048. <https://doi.org/10.22038/IJBMS.2013.1865>
- Moulia, M. N., Syarief, R., Iriani, E. S., Kusumaningrun, H. D., & Suyatma, N. E. (2018). Antimikroba ekstrak bawang putih. *Jurnal Pangan*, 27(1), 55–66. <https://doi.org/10.33964/jp.v27i1.399>
- Muharni, M., Fitrya, F., & Farida, S. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Tanaman Obat Suku Musi di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera

Selatan. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 7(2), 127–135.
<https://doi.org/10.22435/jki.v7i2.3493>

- Mutammima, N. (2017). Uji aktivitas antijamur, penentuan konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM) serta KLT-Bioautografi ekstrak etanol daun plethekan (*Ruellia tuberosa* L.) terhadap *Candida albicans* [Skripsi]. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Padoli. (2016). Modul Bahan Ajar Cetak Keperawatan: Mikrobiologi dan Parasitologi Keperawatan (1st ed.). Kemenkes RI Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Pusat Informasi Obat Nasional. (2015). Infeksi: Anti Jamur. Badan POM RI. Retrieved from <http://pionas.pom.go.id/ioni/bab-5-infeksi/53-anti-jamur>
- Ramirez-Garcia, A., Rementeria, A., Aguirre-Urizar, J. M., Moragues, M. D., Antoran, A., Pellon, A., Abad-Diaz-de-Cerio, A., & Hernando, F. L. (2016). *Candida albicans* and cancer: Can this yeast induce cancer development or progression? *Critical Reviews in Microbiology*, 42(2), 181–193. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2014.913004>
- Septiadi, T., Pringgienis, D., & Radjasa, O. K. (2013). Uji fitokimia dan aktivitas antijamur ekstrak teripang keling (*Holoturia atra*) dari Pantai Bandengan Jepara terhadap jamur *Candida albicans*. *Journal of Marine Research*, 2(2), 76–84. <https://doi.org/10.14710/jmr.v2i2.2355>
- Taei, M., Chadeganipour, M., & Mohammadi, R. (2019). An alarming rise of non-*albicans Candida* species and uncommon yeasts in the clinical samples; a combination of various molecular techniques for identification of etiologic agents. *BMC Research Notes*, 12(1), 779. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4811-1>
- Warsinah, Kusumawati, E., & Sunarto. (2011). Identifikasi senyawa antifungi dari kulit batang kecap (*Sandoricum koetjape*) dan aktivitasnya terhadap *Candida albicans*. *Majalah Obat Tradisional*, 16(3), 170–178. <https://doi.org/10.22146/tradmedj.8055>
- Zearah, S. A. (2014). Antifungal and antibacterial activity of flavonoid extract from *Terminalia chebula* Retz. fruits. *Journal of Basrah Researches (Sciences)*, 40(1A), 122–131. <https://www.iasj.net/iasj/article/89405>
- Zhang, X., Li, N., Lu, X., Liu, P., & Qiao, X. (2015). Effects of temperature on the quality of black garlic. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7), 2366–2373. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7351>