PERBANDINGAN AKTIFITAS ANTIJAMUR EKSTRAK *BLACK GARLIC* DAN BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK $AgNO_3$ EKSTRAK *BLACK GARLIC* TERHADAP *Candida albicans*

SKRIPSI

Disusun Oleh :

VINDI FRISTY KARTIKA
NIM : H71215025

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vindi Fristy Kartika

NIM : H71215025

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PERBEDAAN AKTIFITAS ANTIJAMUR EKSTRAK *BLACK GARLIC* TERHADAP BIOSINTESIS NANOPARTIKEL $AgNO_3$ EKSTRAK *BLACK GARLIC* TERHADAP *Candida albicans*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia meerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya,
Yang Menyatakan,

METERAI TEMPEL
TGL. 20
FBECAAHF196941363
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Vindi Fristy Kartika
NIM. H71215025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh :

NAMA : VINDI FRISTY KARTIKA

NIM : H71215025

JUDUL :PERBANDINGAN AKTIFITAS ANTIJAMUR EKSTRAK *BLACK GARLIC* DAN BIOSINTESIS NANOPARTIKEL $AgNO_3$ EKSTRAK *BLACK GARLIC* TERHADAP *Candida albicans*

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 20 Desember 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Eva Agustina, M.Si.	Funsu Andiarna, M.Kes.
NIP. 198908302014032008	NIP. 198710142014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Vindi Fristy Kartika ini telah dipertahankan didepan tim penguji

Surabaya, 30 Desember 2019

Mengesahkan,
Dewan penguji

Penguji 1	Penguji II
Eva Agustina, M.Si. NIP. 198908302014032008	Funsu Andiarna, M.Kes. NIP. 198710142014032002
Penguji III	**Penguji IV**
Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si. NIP. 198506252011012010	Saiful Bahri, M.Si. NIP. 198804202018011002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Eni Purwati, M.Ag.
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : VINDI FRISTY KARTIKA
NIM : H71215025
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/BIOLOGI
E-mail address : vindi.fristy.kartika96@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PERBEDAAN AKTIFITAS ANTIJAMUR EKSTRAK *BLACK GARLIC* DAN BIOSINTESIS NANOPARTIKEL AgNO3 EKSTRAK *BLACK GARLIC* TERHADAP *Candida albicans*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 6 Januari 2020

Penulis

(VINDI FRISTY KARTIKA)

ABSTRAK

Perkembangan bidang biosintesis nanopartikel perak dengan prekursor $AgNO_3$ yang direduksi menggunakan ekstrak tumbuhan beberapa dekade ini marak untuk diaplikasikan. Kandungan senyawa yang terkandung dalam *black garlic* dapat dijadikan sebagai biointesis nanopartikel $AgNO_3$ sebagai reduktor yang akan diaplikasikan sebagai antijamur. Untuk melihat keefektifan kandungan antijamur maka akan dibandingkan antara ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*. Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan cara mencampurkan ekstrak *black garlic* 2000 ppm dengan larutan $AgNO_3$ 0,1 mM. Kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan UV-Vis, FTIR, dan PSA. Hasil UV-Vis menunjukan biosintesis nanoparikel $AgNO_3$ stabil pada absorbansi 425 nm, gugus fungsi dari hasil uji FTIR terdapat O-H,C=O, C-C, C-H, C-N,C-O, dan gugus fungsi tambahan khusus reduksi $AgNO_3$ pada panjang gelombang 550 cm^{1}dengan kandungan S-Allyl Systein pada black garlic. Ukuran nanopartikel berada pada kisaran 110-111 nm dn distribusi ukuran berada pada kisaran 130 nm. Hasil aktifitas antijamur antara ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanoprtikel $AgNO_3$ memiliki sifat bakterisida karena kandungan S-Allyl Systein pada *black garlic* mampu menghambat pertumbuhan koloni sel *Candida albicans* dan tidak ada pengaruh yang signifikan antara ekstrak black garlic dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*.

Kata kunci : nanopartikel, *black garlic*, antijamur.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

The development of the biosynthesis in silver nanoparticles with $AgNO_3$ precursors reduced using plant extracts has been rife for decades to be applied. The content of compounds contained in black garlic can be used as a biosynthesis nanoparticles of $AgNO_3$ as a reducing which will be applied as an antifungal. To see the effectiveness of the antifungal content it will be compared between black garlic extract and biosynthesis of $AgNO_3$ nanoparticles black garlic extract. Biosynthesis of nanoparticles can be prepared by mixing 2000 ppm black garlic extract with 0.1 mM $AgNO_3$ solution. Then characterization using UV-Vis, FTIR, and PSA. UV-Vis results showed that the biosynthesis of $AgNO_3$ nanoparicles was stable at absorbance of 425 nm, the functional groups of the FTIR test results contained O-H, C=O, C-C, C-H, C-N, C-O, and additional functional groups specifically for reducing $AgNO_3$ at a wavelength of 550 cm^{-1} with content of S-Allyl Systein in black garlic. The size of the nanoparticles is in the range 110-111 nm and the size distribution is in the range of 130 nm. The results of antifungal activity between black garlic extract and biosynthesis nanoprticles of $AgNO_3$ have bacteriostatic properties because the content of S-Allyl Systein in black garlic is able to inhibit the growth of Candida albicans cell colonies and there is no significant effect between black garlic extract and biosynthesis nanoparticle $AgNO_3$ in black garlic extract.

Key words : nanoparticles, black garlic, antifungal.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Persetujuan Pembimbing ii
Lembar Pengesahan iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Ilmiah iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi v
Halaman Motto vi
Halaman Persembahan vii
Abstrak viii
Kata Pengantar x
Daftar Isi xii
Daftar Tabel xiv
Daftar Gambar xv
Daftar Lampiran xvi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Tujuan 7
1.4 Batasan Masalah 7
1.5 Manfaat 8

BAB II KAJIAN PUSTAKA
2.1 Bawang Putih (*Allium sativum* L.) 9
2.2 *Black garlic* (Bawang Hitam) 16
2.3 Metode Ekstraksi 33
2.4 *Candida albicans* 35
2.5 Aktifitas Antijamur 39
2.6 Biosintesis Nanopartikel Perak $AgNO_3$ 40

BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN
3.1 Rancangan Penelitian 47
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitia 47
3.3 Bahan dan Alat Penelitian 48
3.4 Variabel Penelitian 49
3.5 Prosedur Penelitian 49
3.6 Analisis Data 55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Proses Pemanasan pada Bawang Putih 56
4.2 Metode Ekstraksi 59
4.3 Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic* 60
4.4 Aktifitas Antijamur terhadap *Candida albicans* 68
4.5 Pengaruh Aktifitas Agen Antijamur terhadap *Candida albicans* 78

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V PENUTUP
5.1 Simpulan.....88
5.2 Saran.....88

Daftar Pustaka.....90
Lampiran 96

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Molekul Struktur Utama pada Senyawa yang Terkandung *Allium Sativum* 13
Tabel 2.2 Perbandingan Kandungan *Black garlic* dan Bawang Putih Segar 19
Tabel 3.1 Retensi Waktu dari Persiapan Penelitian sampai Analisis Data Penelitian. 47
Tabel 4.1 Tahap Proses Reduki AgNO3 terhadap Gugus Fungsi OH pada Senyawa SAC 61
Tabel 4.2 Hasil Analis Spektra Serapan UV-Vis Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak 62
Tabel 4.3 Perbedan Gugus Fungsi Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic* dan Ekstrak *Black garlic*. 65
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran PSA pada Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ektrak *Black garlic* 66
Tabel 4.5 Hasil Uji Zona Hambat terhadap *Candida albicans* 69
Tabel 4.6 Hasil UJI KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) terhadap Candida albicans 72
Tabel 4.7 Hasil KBM (Konentrasi Bunuh Minimum) terhadap aktifitas *Candida albicans* 77

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gugus Dasar Flavonoid 15
Gambar 2.2 Struktur Gugus Fungsi Saponin Jenis Triterpenoid 16
Gambar 2.3 Perbandingan Morfologi Bawang Putih dsn Bawang Garlic 17
Gambar 2.4 tahap awal reaksi Maillard pada proses kondensasi gula-amine 25
Gambar 2.5 Reaksi tahap 2 dengan proses rearrangement atau pembentukan kembali amodari 27
Gambar 2.6 Dekomposisi ARP melalui 1,2 dan 2,3 enolisasi 29
Gambar 2.7 Mikroskopik *Candida albicans* 37
Gambar 2.8 Biakan Murni *Candida albicans* pada Media Agar..... 37
Gambar 2.9 Pertahanan anatomis dan kerusakan inang terkait dengan berbagai manifestasi kandidiasis 39
Gambar 2.10 Hasil UV Vis Biosntesis Nanopartikel $AgNO_3$ dengan Berbagai Varian Konsentrasi..... 44
Gambar 2.11 Hasil Analisis FTIR Biosintesis Nanopartikel AgNO3 Ekstrak Bawang Putih 45
Gambar 4.1 Struktur senyawa S-Allyl Sistein (SAC) 60
Gambar 4.2 Hasil Spekta FTIR pada biosintesis nanopartikel AgNO3 ekstrak *black garlic* 65
Gambar 4.3 Hasil pengukuran PSA biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* 66
Gambar 4.4 hubungan antara distribusi partikel terhadap kecepatan partikel dalam melakukan pergerakkan..... 67
Gambar 4.5 Struktur dinding sel *Candida albicans* 85

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Ekstraksi ...……..…96

Lampiran 2. Proses Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ ……..96

Lampiran 3. Uji Aktifitas Antijamur …….97

Lampiran 4. Hasil Perhitungan Aktifitas Antijamur …….98

Lampiran 5. Perhitungan Uji Statistika terhadap Uji Aktifitas Antijamur ……98

Lampiran 6. Perhitungan Konsentrasi Perlakuan Kontrol Uji Aktifitas Antijamur

……..101

Lampiran 7. Perhitungan Konsentrasi Biointesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black Garlic* ……102

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jamur merupakan salah satu penyebab infeksi, khususnya di negara–negara yang berada di wilayah tropis. Salah satu penyakit yang disebabkan oleh jamur adalah penyakit kulit yang sering menginfeksi masyarakat Indonesia. Iklim tropis dengan kelembapan udara yang tinggi di Indonesia sangat mendukung pertumbuhan jamur. Selain itu juga, kesadaran akan menjaga kebersihan dan kesehatan lingkunganpun menurun sehingga mempermudah timbulnya infeksi jamur (Hare, 1993). Jenis jamur yang dikenal dan dipelajari sejak abad ke-18 yang menyebabkan penyakit dengan tingkat kebersihan rendah sehingga pertumbuhan secara cepat pada jenis jamur *Candida albicans*. Jamur ini diperkenal pada *Third International Microbiology Congress* di New York pada tahun 1983 dan dibakukan pada *Eight Botanical Congress* di Paris pada tahun 1954. *Candida albicans* merupakan penyebab kandidiasis yang ada di seluruh dunia. Penyakit kandidiasis dapat mengenai semua kalangan umur, terutama bayi dan orang tua. (Greenwood, Slack, Peutherer, *et al*, 2007)

Jamur jenis *Candida albicans* dapat dihambat pertumbuhannya dengan adanya senyawa organosulfur. Senyawa organosulfur paling banyak ditemukan pada bawang putih. Jenis organosulfur yang ditemukan di bawang putih segar adalah allicin. Selain kandungan sulfur dan allicin, senyawa yang terdapat pada bawang putih adalah tanin, alkoloid, minyak atsiri, dan saponin yang dapat mempengaruhi efektifitas antijamur. Pada penelitian yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilakukan oleh Appel *et al* (2010) dalam penelitian Mikaili *et al (*2013) yang menyatakan bahwa senyawa alliciin dari bawang putih memiliki aktifitas antijamur terutama jenis *Candida albicans*. Penelitian in vitro yang dilakukan oleh Khodvandi *et al* (2010) menjelaskan bahwa allicin dari bawang putih memiliki aktifitas anti jamur intrinsik allicin dan bersinergi dengan azoles dalam pengobatan kandidiasis. Akifitas antijamur dari ekstrak bawang putih dapat merusak penyusunan senyawa lipid pada membran plasma sehingga mengganggu keseimbangan membran pada jamur *Candida albicans* (Mikaili *et al*, 2013).

Peningkatan senyawa organosulfur dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya dengan proses pemanasan. *Black garlic* (bawang hitam) adalah produk pemanasan bawang putih dengan mengontrol suhu pemanasan, kelembapan, dan waktu lama pemanasan sehingga dapat meningkatkan senyawa bioaktif didalam *black garlic*. Proses pemanasan *black garlic* menggunakan suhu sekitar 60-70 ^{0}C dapat mepercepat proses pemanasan dengan warna hitam kecoklatan secara homogen, warna hitam kecoklatan yang terbentuk akan merata pada seluruh permukaan umbi *black garlic*. Lama pemanasan *black garlic* juga mempengaruhi kualitas produk pemanasan. Lama pemanasan berkisar antara 30–40 hari dapat meningkatkan total asam dan mutu organoleptik (Gasiyah dkk, 2018). *Black garlic* menghasilkan senyawa S-Allyl cystein tetrahydro-B-Carbolines yang berasal dari perubahan senyawa alliciin. S-Allylcystein tetrahydro-B-Carbolines dibentuk oleh kondensasi antara triptofan dan aldehid. Menurut penelitian Amages (2006) yang menyatakan bahwa peningkatan yang signifikan dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

senyawa prekusor yang mengandung sulfur seperti *S* -methyl- L -cysteine sulphoxide(methiin) dan *S* -allyl- L -cysteine sulphoxide (alline) yang paling melimpah dibandingkan dengan kandungan yang ada pada bawang putih, sehingga keefektifitan dalam antijamur lebih meningkat dibandingkan dengan bawang putih (Choi *et al*, 2014).

Peningkatan efektifitas senyawa agar mencapai sel target lebih optimal, maka dibuatlah suatu perkembangan teknologi yaitu nanopartikel. Nanopartikel merupakan suatu partikel yang berukuran nano, dengan kisaran ukuran antara 1-100 nm. Nanopartikel memiliki manfaat yang sangat besar yaitu peningkatan kelarutan, stabilitas, dan sistem yang tertarget agar pengaplikasian simplisa lebih efektif. Untuk mempercepat pembentukan nanopartikel maka dibuatlah prekursor senyawa kimia. Prekursor senyawa kimia memiliki kelemahan yaitu zat yang bersifat toksik sehingga memberikan dampak negatif pada medis aplikator. Dengan senyawa kimia yang berbahaya maka dibuatlah prekursor dengan bahan mikroba, seperti bakteri dan jamur. Sifat mikroba yang mudah dengan cepat resisten terhadap suatu zat, sangat sulit untuk dijadikan sebagai prekursor. Selanjutnya dibuatlah prekursor dengan ekstrak tumbuh-tumbahan, ekstrak tumbuhan ini memiliki sifat yang lebih stabil dan lebih cepat dalam pembentukan nanopartikel dibandingkan dengan jamur dan bakteri (Jawad, 2016).

Mengingat fungsi nanopartikel sebagai peningkatan stabilitas dan kelarutan, maka beberapa penelitian yang mendukung fungsi nanopartikel seperti, penilitian yang dilakukan oleh Alkhalifawi (2015) yang menyatakan bahwa sintesis nanopartikel $AgNO_3$ sebagai agen pereduksi memberikan efek

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang ramah lingkungan. Sifat ramah ligkungan dengan prekursor ekstrak bawang putih yang dapat dikembangkan dalam skala industri. Efek ramah lingkungan ekstrak bawang putih dapat menstabilkan nanopartikel sehingga banyak dipelajari lebih dalam aplikasi dibidang biomedis dan farmasi. Hasil penelitian Sonker (2017) yang menyatakan bahwa sifat antibaktei yang kuat pada perak dapat dimanfaatkan sebagai pengobatan pada zaman kuno. $AgNO_3$ memiliki ukuran, kelarutan, dan muatan pada NO_3 yang memiliki peran penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. Ukuran nano dan luas permukaan yang lebih luas sehingga mempercepat penghambatan pertumbuhan bakteri dan jamur.

Peran penting $AgNO_3$ terhadap penghambatan pertumbuhan mikroba dapat dibuktikan dengan penilitian yang dilakukan oleh Ziadi *et al* (2017) yang menyatakan bahwa aplikasi nanopartikel perak sebagai antijamur dapat meningkatkan zona hambat disemua jenis jamur patogen. Biosintesis perak dengan mengurai garam dengan proses katalik pada enzim ekstraseluler. Adanya biosintesis perak dapat mengganggu dinding sel, metabolisme enzimatis, dan pembentukan lipid pada dinding sel menjadi lisis (Roy *et al*, 2013).

Ditinjau dari latar belakang yang telah dijelaskan bahwasannya *black garlic* adalah hasil pemanasan dari bawang putih yang dapat meningkatkan kandungan senyawa organosulfur. Bawang putih sendiri merupakan bahan makanan yang telah dijalskan didalam alquran pada surat Al-baqoroh ayat 61 sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

وَإِذْ قُلْتُمْ يَٰمُوسَىٰ لَن نَّصْبِرَ عَلَىٰ طَعَامٍ وَٰحِدٍ فَٱدْعُ لَنَا رَبَّكَ يُخْرِجْ
لَنَا مِمَّا تُنۢبِتُ ٱلْأَرْضُ مِنۢ بَقْلِهَا وَقِثَّآئِهَا وَفُومِهَا وَعَدَسِهَا
وَبَصَلِهَا ۖ قَالَ أَتَسْتَبْدِلُونَ ٱلَّذِى هُوَ أَدْنَىٰ بِٱلَّذِى هُوَ خَيْرٌ ۚ
ٱهْبِطُوا۟ مِصْرًا فَإِنَّ لَكُم مَّا سَأَلْتُمْ ۗ وَضُرِبَتْ عَلَيْهِمُ ٱلذِّلَّةُ
وَٱلْمَسْكَنَةُ وَبَآءُو بِغَضَبٍ مِّنَ ٱللَّهِ ۗ ذَٰلِكَ بِأَنَّهُمْ كَانُوا۟
يَكْفُرُونَ بِـَٔايَٰتِ ٱللَّهِ وَيَقْتُلُونَ ٱلنَّبِيِّـۧنَ بِغَيْرِ ٱلْحَقِّ ۗ ذَٰلِكَ بِمَا
عَصَوا۟ وَّكَانُوا۟ يَعْتَدُونَ ﴿٦١﴾

Artinya : Dan (ingatlah), ketika kamu berkata : “Hai Musa, kami tidak bisa sabar (tahan) dengan satu macam makanan saja. Sebab itu mohonkanlah untuk kami kepada Tuhanmu, agar Dia mengeluarkan bagi kami dari apa yang ditumbuhkan bumi, yaitu sayur-mayurnya ketimunnya, bawang putihnya, kacang adasnya, dan bawang merahnya”. Musa berkata : “Maukah kamu mengambil yang rendah sebagai pengganti yang lebih baik ? Pergilah kamu ke suatu kota, pasti kamu memperoleh apa yang kamu minta “. Lalu ditimpahkanlah kepada mereka yang nista dan kehinaan, serta mereka mendapat kemurkaan dari Allah. Hal itu (terjadi) karena mereka selalu mengingkari ayat-ayat Allah dan membunuh para Nabi yang memang tidak dibenarkan. Demikian itu (terjadi) karena mereka selaluberbuat durhaka dan melampaui batas.

Bawang putih bukan hanya digunakan dalam bahan makanan, tetapi bawang putih juga menjadi salah satu tanaman yang memiliki manfaat khususnya dalam bidang kesehatan untuk menekan pertumbuhan jamur oportunistik Candida albicans pada manusia. Manfaat bawang putih telah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dijelaskan dalam alquran yang termaktub dalam surat Asy-syu'arah ayat 7-9 sebagai berikut :

اَوَلَمۡ يَرَوۡا اِلَى الۡاَرۡضِ كَمۡ اَنۡۢبَتۡنَا فِيۡهَا مِنۡ كُلِّ زَوۡجٍ كَرِيۡمٍ ۝
اِنَّ فِىۡ ذٰ لِكَ لَاٰيَةً ؕ وَمَا كَانَ اَكۡثَرُهُمۡ مُّؤۡمِنِيۡنَ ۝
وَاِذۡ نَادٰى رَبُّكَ مُوۡسٰۤى اَنِ ائۡتِ الۡقَوۡمَ الظّٰلِمِيۡنَ ۝

Artinya : Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik ? (7) Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat sesuatu tanda kekuasaan Allah (8) Dan kebanyakan mereka tidak beriman (9)

Dari potongan surat Al-Baqoroh ayat 61 dan Surat Asy-Syu'ara ayat 7-9 menjelaskan bahwa bawang putih menjadi bahan makanan dari zaman Nabi Musa AS, bukan hanya sebagai bahan makanan tetapi bawang putih juga memiliki manfaat yang terdapat dalam surat Asy-Syu'ara ayat 7-9 dimana terdapat tanda-tanda kebesaran Allah dapat dilihat dari penciptaan Allah berupa tumbuhan dengan berbagai macam manfaat. Tumbuhan memiliki berbagai macam manfaat yang berbeda-beda karena tumbuhan dapat menghasilkan metabolit sekunder. Salah satu jenis tumbuhan adalah bawang putih, yang mana bawang putih memiliki metabolit sekunder khas organosulfur yaitu Allicin. Senyawa Allicin merupakan senyawa yang tidak stabil, sehingga untuk menstabilkan senyawa allicin perlu dilakukan pemanasan yang menghasikan produk berupa black garlic (bawang hitam). Ketika senyawa allicin yang tidak stabil dirubah menjadi senyawa yang lebih stabil berupa senyawa S-Allyl Cystein (SAC) maka dapat meningkatkan bioaktifitas antijamur terhadap *Candida albicans*. Berdasarkan latar belakang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

di atas sehingga penelitian tertarik untuk mengetahui perbedaan aktifitas antijamur dari ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel perak $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* terhadap *Candida albicans.*

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perbedaan aktifitas antijamur dari ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel perak $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* terhadap *Candida albicans* ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan aktifitas antijamur dari ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel perak $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* terhadap *Candida albicans.*

1.4 BATASAN PENELITIAN

Batasan penelitian meliputi :

1.4.1 Menggunakan lama pemanasan *black garlic* 35 hari.

1.4.2 Masalah penilitian ini dibatasi pada metode ekstraksi menggunakan maserasi dan pelarut yang digunakan adalah metanol.

1.4.3 Jamur *Candida albicans* berasal biakan murni.

1.4.4 Aktifitas antijamur *Candida albicans* dilihat dari pembentukan zona hambat, daya hambat, dan daya bunuh.

1.4.5 Biosintesis nanopartikel menggunakan nanopartikel perak $AgNO_3$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini :

1.5.1 Bagi peneliti

Manfaat yang diperoleh untuk peneliti adalah mengetahui potensi biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ terhadap daya hambat dan daya bunuh *Candida albicans*.

1.5.2 Bagi Masyarakat

Manfaat yang dioeroleh untuk masyarakat, khususnya civitas akademik UIN Sunan Ampel Surabaya adalah memberikan informasi tentang potensi anti jamur dengan parameter uji zona hambat, daya hambat, dan daya bunuh *Candida albicans* pada biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*.

1.5.3 Bagi Industri

Manfaat penelitian di bidang industri khususnya industri farmasi adalah memberikan informasi tentang potensi antijamur *Candida albicans* terhadap biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

2.1.1 Taksonomi Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Sistem klasifikasi bawang putih menurut Takhtajan, 1997 dalam penelitian Stavelikova, 2008 :

Regnum	: Plantae
Devisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Subkelas	: Liliidae
Superordo	: Liliianae
Ordo	: Amaryllidales
Famili	: Alliaceae
Subfamili	: Allioideae
Suku	: Allieae
Genus	: *Allium*
Spesies	: *Allium sativum* L.

Bawang putih termasuk dalam genus *Allium.* Menurut penelitian dari Stearn, 1992 dalam Stavelikova, 2008 mengatakan bahwa ada sekita 750 spesies di genus Allium. Menurut Froesen *et al*, 2006 menyatakan bahwa sistem klasifikasi terbaru didasarkan pada urutan rangkai nukleotida DNA yang menghasilkan sekitar 780 spesies menjadi 15 subgenus (Stavelikova, 2008).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.1.2 Morfologi Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

a. Daun

Bagian dari daun bawang putih hanya terdiri dari helaian (*lamina*) saja tanpa adanya bagian upih (*vagina*) dan tangkai daun (*ptiolus*), sehingga bagian helain daun langsung menempel pada batang, daun yang memiliki susunan seperti ini dinamakan daun duduk (*sessilis*). Struktur daun ini memiliki pangkal daun yang lebih lebar dari ukuran batang, sehingga seolah-olah pangkal daun menyelimuti atau memeluk batang, struktur seperti ini dinamakan daun memeluk batang (*amplexi caulis*) (Tjitrosoepomo, 2005).

Bentuk daun dari tumbuhan bawang putih memiliki struktur yang sempit atau ukuran lebar daun berbeda jauh dibandingkan dengan panjang daun. Daun bawang putih memiliki bentuk bangun pita (*ligulatus*) daun memiliki bentuk serupa dengan garis tetapi lebih panjang. Ujung daun memiliki bentuk yang runcing (*acurus*) dikedua tepi daun antara tepi kanan dan kiri sedikit demi sedikit menuju ke atas dan titik pertemuan pada puncak daun membentuk sudut 90^0 C. Bertepi daun rata *(integer)* dengan permukaan daun yang licin (*laevi*s) (Tjitrosoepomo, 2005).

b. Batang

Jenis batang pada tumbuhan bawang putih memiliki bentuk bulat (*teres*) dengan permukaan licin (*laevis*). Tidak memiliki percabangan batang. Warna batang pada bagian dasar mendekati

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tunas akar bewarna putih tulang mengikuti warna kulit tunas akar bawang putih, semakin ke atas berwarna coklat muda hingga warna hijau. Termasuk ke dalam tumbuhan anual (*annuas*) yaitu tumbuhan yang berumur singkat, umurnya kurang dari satu tahun setelah itu mati (Tjitrosoepomo, 2005).

c. Akar

Akar dari tanaman bawang putih bermetamorfosis (perubahaan bentuk) berupa umbi akar. Umbi (*tuber*) adalah bagian dari tubuh tanaman yang memiliki pembengkakan, berbentuk bulat, kerucut, atau tidak beraturan yang memiliki fungsi tambahan sebagai tempat penimbunan makanan. Umbi akar (*tuber rhizogenum*) merupakan metamorfosis dari akar. Umbi akar dari tanaman bawang putih dinamakan umbi akar serabut (Tjitrosoepomo, 2005).

2.1.3 Kandungan senyawa Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Antijamur *Candida albicans*

Kandungan senyawa dari bawang putih yang telah diuji skrining fitokimia pada penelitian Diana, (2016) yang menunjukkan aktifitas senyawa bioaktif yang terdapat pada bawang putih meliputi gugus kromofer, tanin, polifenol, flavonoid, dan saponin. Tetapi ada senyawa spesifik dalam antijamur *Candida albicans* menurut pemeriksaan uji kualitatif secara kromatografi adanya senyawa flavonoid dan saponin.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Kandungan senyawa Allicin

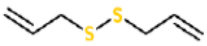
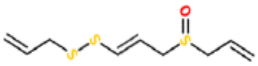
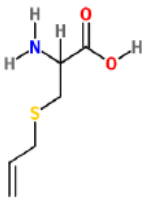
Allicin (diallyl-dithiosulfinate) adalah suatu senyawa yang diproduksi dari enzim allinase dari alliin yang telah memiliki spesifikasi antijamur. Suatu studi pada penelitian dari Ankri *et al*, (1999) pada penelitian Mikaili *et al*, (2013) yang menyatakan allicin dari bawang putih memiliki aktifitas antijamur terhadap spesies *Candida albicans*. Menurut penelitian Shen *et al*, (2009) dan Ogita *et al*, (2006) yang menyatakan efek Amphotericin B (obat komersial antijamur) terhadap jamur *Candida albicans* dapat bekerja sinergis dalam meningkatkan senyawa allicin secara signifikan, Efek Amphotericin B dapat juga membunuh patogenesis jenis jamur *Sacaromyces cerevisae* secara in vitro maupun in vivo. Hasil yang didapat pada penelitian Yousurf *et al*, (2010) menyatakan bahwa efek dari suatu senyawa yang terkandung pada bawang putih diallyldisulphide (DADS) memiliki efek antioksidan pada *Candida albicans*. Penilitan yang dilakukan oleh Avato *et al*, (2000) menyatakan bahwa campuran minyak suling umbi bawang putih yang megandung diallyl disulfide (DDS) dan diallyl trisulfide (DTS) optimal sebagai antijamur pada ragi *Candida albicans, Candida tropicalis dan Blastoschizomyces capitatus*. Menurut sumber penelitian yang dilakukan oleh Khodavandi *et al*, (2010) bahwa Allicin terbukti lebih efektif dalam penghambat pertumbuhan *Candida albicans* dan juga penekanan terhadap gen HWP1 Gen berkorelasi dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

perpanjangan sel dan filamen, dan ini menunjukkan peran potensial dalam morfogenesis *Candida albicans* dibandingkan dengan flukonazol obat antijamur. Allicin akan efektif dalam mengekspresikan Gen WHP1 apabila bawang putih dalam keadaan hancur dan memiliki luka. Penelitian yang dilakukan oleh Ledezma *et al*, (2006) menghasilkan pernyataan bahwa selain senyawa alicin, terdapat senyawa ajoene memiliki aktifitas farmakologi untuk antijamur. Sejalan dengan pernyataan diatas penilitian Shamim *et al*, (2004) yang menyatakan bahwa pertumbuhan jamur *Aspergilus Niger* dan *Candida albicans* dapat dihambat oleh senyawa ajoene pada konsentrasi < 20 µg/ml. Penelitian yang dilakukan oleh Shamim *et al*, (2004) yang menghasilkan pernyataan bahwa zona hambat yang dihasilkan paling tinggi pada ekstrak etanol umbi *Alium sativum* yang diuji terhadap dermatofita (jamur yang dapat menyerang jaringan keratin, seperi kuku dan rambut), *saprophytes*, dan jamur *Candida albicans* yang diisolasi dari pasien. Mekanisme singkat dari ekstrak bawang putih dapat menghambat sintesis lipid yang memiiki peran penting pada aktifitas antijamur (Mikaili *et al*, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.1 Molekul Struktur Utama pada Senyawa yang Terkandung *Allium Sativum*
Sumber : Khodavandi *et al*, 2010

Compound	Molecular structure	Description
Allicin		This compound does not occur in garlic until it is crushed or injured (Londhe *et al*, 2011) (28)
DDS		Active against yeasts (Avato *et al*, 2000) (26).
Ajoene		The most active antiviral compound present in garlic (Weber *et al*, 1992) (52)
DTS		Active against yeasts (Avato *et al*, 2000) (26)
SAC		The most abundant organosulfur compound found in aged garlic extract (Cruz *et al*, 2007) (77)

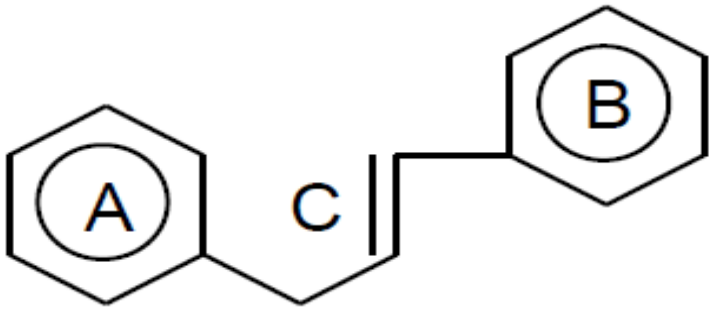
b. Kandungan Flavonoid

Mekanisme antijamur pada umbi bawang putih dengan senyawa flavonoid lebih efektif karena adanya inti fenol. Inti fenol memiliki mekanisme sama seperti fenol pada umumnya yang dapat mendenaturasi dan mengkoagulasi protein dari sel pada jamur *Candida albicans*. Mekanisme dari senyawa flavonoid dengan membentuk komplek protein membran sel jamur. Adanya pembentukan kompleks protein menyebabkan kebocoran sel, sehingga organel–organel sel secara tidak langsung akan keluar secara perlahan, terjadinya kebocoran sel dapat mengganggu mekanisme proses metabolisme menyebabkan kematian pada jamur. Selain itu, flavonoid menyebabkan protein–protein menjadi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terkoagulasi sehingga lisis dan menganggu permeabilitas membran (Simbara, 2008 dalam Diana, 2016).

Flavonoid memiliki gugus benzoil. Gugus flavonoid terdiri beberapa macam, seperti aglikon, bentuk glikosida (aglokon dan gula), ada yang berikatan dengan gugus sulfat (flavonoid sulfat), dan ada yang berikatan dengan gugus lain (bifavonoid) (Parwita, 2016). Senyawa flavonoid memiliki ciri fluoresensi kuning, orange dan hijau apabila dilihat dari UV dengan panjang gelombang 366 nm. Tergantung jenis flavonoid (Harbone 1996 dalam Diana, 2016).

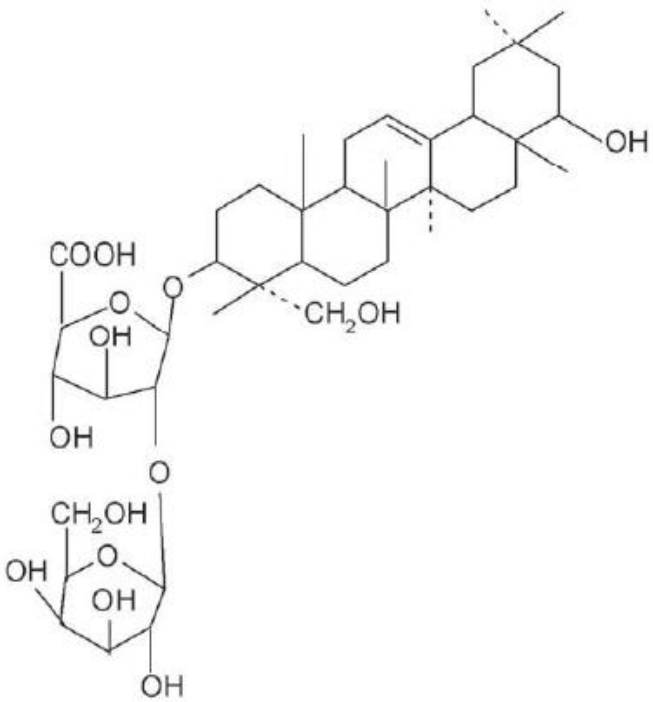


Gambar 2.1 Gugus Dasar Flavonoid
Sumber :Parwita, 2016

c. Senyawa Saponin

Saponin adalah senyawa yang bersifat polar sehingga dapat larut pada air. Deteksi senyawa saponin dapat dilihat dengan terbentuknya bercak berwarna biru, violet kebiruan, atau terjadang berwarna kekunigan setal dibeli semprotan pereaksi vanilin – asam sulvat. Salah satu uji yang dapat dilakukan untuk mendeteksi senyawa saponin umbi bawang putih dapat dilakukan dengan uji kromatografi lapis tipis. (Wagner, 1984 dalam Diana, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.2 Struktur Gugus Fungsi Saponin Jenis Triterpenoid
Sumber : Diana, 2016

2.2 *Black garlic* (Bawang Hitam)

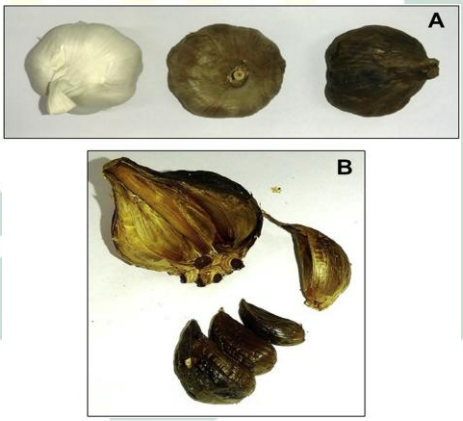
2.2.1 Pengertian dan Sejarah *Black garlic*

Bawang hitam / *Black garlic* yang disingkat dengan BG adalah bawang putih segar (*Allium sativum* L.) yang telah dipemanasan pada beberapa waktu dengan suhu tinggi dalam kadar kelembapan yang tinggi. Hasil dari pemanasan dengan kontrol waktu, suhu, dan kelembapan dengan morfologi warna hitam dengan rasa manis dan memberikan tekstur yang kenyal seperti jeli. Lama waktu pemanasan beragam tergantung dari tujuan dan budaya masing – masing (Kimura *et al*, 2016).

Apabila dibandingkan antara bawang putih segar dengan *black garlic*, pada *black garlic* tidak memiliki rasa yang kuat karena

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

senyawa dari allicin berkurang, senyawa aliicin dari bawang putih akan diubah menjadi S-alill sistein (SAC), bioaktif alkeloid, dan penuaan senyawa flavonoid selama proses pemanasan. Perubahan fisiokimia merupakan alasan utama peningkatan bioaktivitas dari *black garlic* dibandingkan bawang putih segar. Selain dimanfaatkan sebagai konsumsi sehari–hari, beberapa penelitian yang dahulu menyatakan bahwa ekstrak *black garlic* memiliki beberapa manfaat seperti antioksidan, antidiabetes, anti-inflamasi, dan efek antikarsinogenik. Pada tahun sekitar 1990, Program *Design* Makanan, salah satu daftar adalah bawang putih yang dapat diaplikasikan sebagai antikanker (Theisen, 2001 dalam Kimura *et al*, 2016).



Gambar 2.3 Perbandingan Morfologi Bawang Putih dsn Bawang Garlic
Keterangan : **A** dari bawang putih segar menuju ke *black garlic*, B morfologi *black garlic* Kimura *et al*, 2016
Sumber : Kimura *et al*, 2016

2.2.2 Pebandingan Kandungan Senyawa *Black garlic* dan bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Peningkatan aktivitas biologis *black garlic* bila dibandingkan dengan bawang putih segar terletak pada kandungan senyawa fitokimia selama proses pemanasan. Bawang putih segar mengandung

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sekitar 63% air, 28% dari karbohidrat berjenis fruktan, 2,3% senawa organosulfur, 2% protein (aliinase), 1,2 % asam amino bebas (arginine), dan 1,5 % serat (Santhosa *et al*, 2013 dalam Kimura *et al*, 2016). Beberapa kandungan senyawa yang telah disebutkan diatas dapat terhidrolisis dan teroksidasi untuk membentuk aliin yang terakumulasi secara alami dalam suhu dingin. Setelah mengalami proses seperti pemotongan, penghancuran, penguyahan, atau dehidrasi, allinase akan cepat melisiskan sitotoksik sulfoxides (aliin) untuk membentuk alkil sitotoksik dan bau alkane-tiosulfinate seperti alliciin. Alliciin memiliki peran sebagai wangi khas bawang putih. Allicin dan tiosulfinat akan segera terurai menjadi senyawa lain seperti diallyl sulfide, diallyl disulfide, dan diallyl trisulfida, dithiins, dan ajoene. Pada saat yang bersamaan, glutamylcysteines diubah menjadi S-alill sistein (SAC) melalui sistem katabolisme selain jalur allicin (Kimura *et al*, 2016).

Black garlic atau bawang hitam selama proses pemanasan beberapa sifat fitokimia dari bawang putih segar diubah menjadi Amodari (Senyawa heyns, senyawa utama dari Reaksi Maillard). Kualitas kandungan pada *black garlic* tergantung bagaimana proses pemanasan. Namum secara umum *black garlic* mengandung senyawa yang lebih fungsional seperti S-alill sistein (SAC) daripada bawang putih segar. Kandungan dari *black garlic* tergantung kondisi selama proses pemanasan. Beberapa penelitian menyatakan bahwa banyak senyawa yang memiliki kualitas yang bagus dalam aktfitas biologis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terutama polifenol, flavonoid, dan beberapa Reaksi Maillard. Beberapa penelitian *black garlic* menyatakan bahwa gula organik, asam amino, total polifenol, dan fenolik terkadang dapat meningkat atau menurun selama proses pemanasan. Proses pemanasan jumlah fruktan menurun secara bersamaan, karena fruktosa dan glukosa mengalami kenaikan dengan beberapa asam amino, adanya fruktosa, glukosa, dan asam amino memiliki peran penting dalam Reaksi Maillard dalam pengelolahan *black garlic* (Kimura *et al*, 2016)

Tabel 2.2 Perbandingan Kandungan *Black garlic* dan Bawang Putih Segar
Sumber : Kimura *et al*, 2016

	Components of black garlic compared with fresh garlic	Original concentration
Water-soluble sugar	Increased 1.88–7.91-fold [1]	450 mg/g
Polyphenol	Increased 4.19-fold [13]	13.91 mg GAE/g
Flavonoid	Increased 4.77-fold [13]	3.22 mg RE/g
Amadori & Heyns	Increased 40–100-fold [1]	10 μg/g
Fructan	Decreased 0.15–0.01-fold [1]	580 mg/g
Leucine	Increased 1.06-fold [13]	58.62 mg/100 g
Isoleucine	Increased 1.67-fold [13]	50.04 mg/100 g
Cysteine	Decreased 0.58-fold [13]	81.06 mg/100 g
Phenylalanine	Increased 2.43-fold [13]	55.64 mg/100 g
Tyrosine	Decreased 0.18-fold [13]	449.95 mg/100 g

GAE = gallic acid equivalents; RE = rutin equivalents.

a. Kandungan Mineral

Kandungan mineral pada bawang putih segar memiliki kualitas yang baik apabila kandungan kalium sebesar (6.049 mg/100 gram), diikuti kandungan sulfur (1.138 mg/100 gram), magnesium (276 ,47 mg/100 gram), natrium (246,63 mg/100 gram), dan kalsium (103,91mg/100 g). Pada kandungan *black garlic* mineral yang terkandung seperti seng, kalium, magnesium,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

besi, mangan, fosfor, dan lenium mengalami peningkatan. Kandungan mineral lain seperti tembaga, natrium, kalsium, dan kandungan sulfur awalnya meningkat, tetapi mengalami penurunan selama proses pemanasan. Peningkatan kalium, magnesium, dan kalsium penting dalam pencegahan dan pengobatan hipertensi, apabila dikonsumsi dengan rutin dapat mengurangi peyakit jantung koroner dan stroke. Kandungan beberapa logam transisi termasuk besi, seng, mangan, dan tembaga memiliki peran yang penting sebagai kofaktor katalik protein. Sementara seng memiliki peran pada anak – anak usia 3 bulan sampai 5 tahun untuk mengurangi frekuensi diare dan penyakit pencernaan (Kimura *et al*, 2016).

b. Kandungan Gula Bebas

Kandungan gula bebas pada bawang putih segar dalam kadar yang besar pada jenis fruktosa (11.708 mg/100 gram), sukrosa (1.338,11 mg/100 gram), glukosa (954,64 mg/100 g), arabinose (438,55) mg/ 100 g), dan maltose (197,3 mg/100 g). Kandungan gula bebas *black garlic* didominasi pada jenis sukrosa kemudian fruktosa dan jenis gula lainnya. Hasil penelitian tersebut sama dengan yang dilakukan oleh Atashi *et al*, 2011 dan Shin *et al*, 2008 dalam Kimura *et al*, 2016 yang menyatakan bahwa sukrosa memiliki kadar yang paling tinggi selanjutnya fruktosa dan glukosa. Kandungan gula bebas pada *black garlic* 16 kali lebih tingi dibanding dengan bawang putih.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Peningkatan gula bebas dapat terjadi karena degredasi polisakarida pada suhu tinggi diikuti dengan peningkatan kadar asam. Pada jaringan tumbuhan degradasi polisakarida menyebabkan dinding sel menjadi lembut, hal tersebut yang membuat tekstur *black garlic* lebih kenyal seperti jeli dari pada bawang putih segar. Rasa manis pada *black garlic* disebabkan karena suhu yang tinggi dan pH yang semakin asam menyebabkan sukrosa diubah menjadi fruktosa dan glukosa, sehingga kadar sukrosa yang menurun dan peningkatan kadar fruktosa dan glukosa (Kimura *et al*, 2016).

c. Kandungan Asam Amino

Kandungan asam amino pada *black garlic* didominasi pada triptofan dengan total (615,63 mg/100 gram), histidin (494,11 mg/100 g), valin (261.40 mg/100g), glisin (223,02 mg/100 g), arginin (183,81 mg/100g), dan asam aspartat (115,44 mg/100 g). Selanjutnya asam amino lainnya seperti seperti leusin, treonin, glutamin, asparagine, sistein, dan lisin dengan masing–masing total 96.24, 73.85, 69.34, 56.50, 41.91, dan 17,42 mg/100 g. Peningkatan asam amino termasuk asam piruvat, tronin, alginin, dan leusin lebih mudah meningkat dikarenakan degredasi protein dan peptida dari hasil hidrolisis enzimatik atau non-enzimatik diikuti dengan kadar keasaman yang semakin asam dari 5,27 menjadi 4,01 selama terjadi proses pemanasan pemansan dibandingkan dengan kadar pH 6,29 pada bawang putih segar.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kadar pH semakin asam pada *black garlic* dikarenakan proses lanjutan dari hidrolisis enzimatik pada protein. Adanya proses pemanasan dengan suhu panas diikuti dengan penurunan pada kadar L-triptofan karena L-triptofan akan menghasilkan carboline. Selama proses pemanasan L-triptofan akan bereaksi dengan aldehid (asam α-okso), seperti asam piruvat yang berasal dari reaksi Maillard atau metabolisme alliin untuk membentuk turunan tetrahydro turunan β-karboline (Kimura *et al*, 2016).

d. Kadar Tiosulfinat

Thiosulfinat merupakan salah satu senyawa prekrsor zat rasa dari bawang putih segar. Thiosulfinat mengalami penurunan selama proses pemanasan pemanasan. Sehingga aroma dari *black garlic* mulai menurun dengan menurunnya senyawa thiosulfinat. Rata – rata total kandungan thiosulfinat pada bawang putih segar sebanyak 10,47± 0,35 mmol/100g, sesuai dengan hasil dari penelitian Kinalski dan Norena, 2014 dalam Kimura *et al*, 2016 yang menyatakan bahwa kandungan thiosulfinat cepat menurun pada awal proses dari pemanasan, kandungan thiosulfinat menurun hingga 0,34 mmol/100g kurang lebih sekitar 30 kali menurun dibanding bawang putih segar. Menurunnya kadar thiosulfinat karena adanya reaksi Maillard yang melibatkanya senyawa fruktosa, fruktan, dan karbohidrat lain. Alliinase dilepas dari vakuola sel selama proses pemanasan sehingga dirubah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menjadi alkil alkana-tiosulfinat dan menurunkan kadar bau khas pada bawang putih (Kimura *et al*, 2016).

2.2.3 Proses pembuatan *Black garlic*

Jangka waktu sigkat dalam pemanasan *black garlic* dalam suhu yang tinggi merupakan proses dari pemanasan *black garlic*. Proses pemanasan *black garlic* dalam suhu 70 °C kecepatan pemanasan *black garlic* dua kali lipat lebih cepat dibanding dengan 60 °C. Pengamata secara kasap mata kualitas *black garlic* dengan warna hitam homogen pada suhu 70 °C dan 80 °C. meskipun biasanya *black garlic* diproduksi lebih cepat pada suhu 90 °C, akan menghasilkan *black garlic* yang tidak normal, seperti rasa pahit dan asam. Apabila pemanasan dengan suhu 60 °C warna bawang putih tidak selurhnya berwarna hitam, dengan demikian maka pemanasan dengan suhu 60 °C kurang optimal untuk proses pemanasan. *Black garlic* dengan kadar air mencapai 400–500 g/kg dapat dikonsumsi karena memiliki tekstur yang lembut dan kenyal. Apabila *black garlic* dengan kedar air sekitar 350–400 g/kg *black garlic* lebih kering dan sedikit lebih keras. Ketika kadar air dibawah 350 g/kg memiliki struktur yang keras sehingga susah untuk dimakan (Kimura *et al*, 2016).

Lama pemanasan pada *black garlic* memberikan efek pada kisaran 30– 40 hari memiliki efek yang signifikan dibandingkan dengan 10 dan 20 hari. Beberapa parameter yang dilihat yaitu , pada kadar air 10, 20, 30, dan 40 hari berturut-turut mengalami penurunan. Kandungan total asam 10, 20, 30, dan 40 hari memiliki peningkatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

khususnya pada 30 dan 40 hari memiliki kandungan total asam yang tinggi sama dengan kandungan antioksidan yang dihasilkan pada lama pemanasan 30 dan 40 hari memiliki nilai yang meningkat dibandingkan lama fermentai 10 dan 20 hari. Begitupula parameter secara organoleptik memiliki peningkatan rasa manis pada 30 dan 40 hari dan aroma yang tidak begitu menyengat pada 30 dan 40 hari. Kandungan air yang makin berkurang dikarenakan pada proses pemanasan mengalami penguapan. Kadar pH mengalami penuruan sehingga rasa cenderung lebih asam dikarenakan peningkatan kandungan asam tartarat, asam sitrat, asam asetat, asam laktat, asam yang dominan ditemukan pada bahan makanan. Peningkatan antioksidan dan antijamur karena senyawa prekursor dari senyawa fenolik mengalami peningkatan seiring proses pemanasan. Peningkatan total fenol dikarenakan adanya degradasi fenol, senyawa fenol diduga tidak mengalami reduksi sehingga tidak mengalami penurunan total senyawa fenol (Gasyiyah, 2018).

2.2.4 Mekanisme Reaksi maillard terhadap Pembentukan Black Garlic

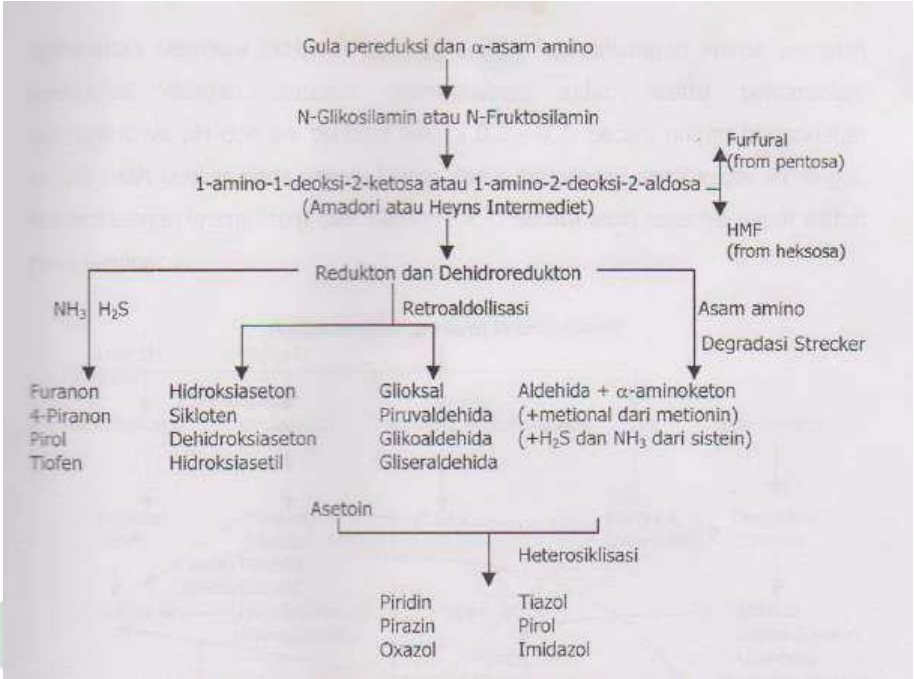
Terhadap 3 tahap dalam pembentukan back garlic dalam reaksi maillard, dibawah ini akan dijelaskan :

a. Tahap Awal dari reaksi Maillard

Tahap awal reaksi Maillard terdapar 2 proses reaksi. Reaksi pertama merupakan reaksi kondensasi gugus gula dan gugus amine. Reaksi kedua merupakan pembentukan kembali amodari. Pada tahap pertama warna umbi bawang putih masih belum berwarna coklat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sehinga apabila diuji dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 280 nm. berikut tahap awal dari kondensasi gula-amine terdapat pada gambar 2.4 beserta penjelasan dibawah ini.



Sumber : Ho, 1996 dalam Dedin dan rosidah, 2011.

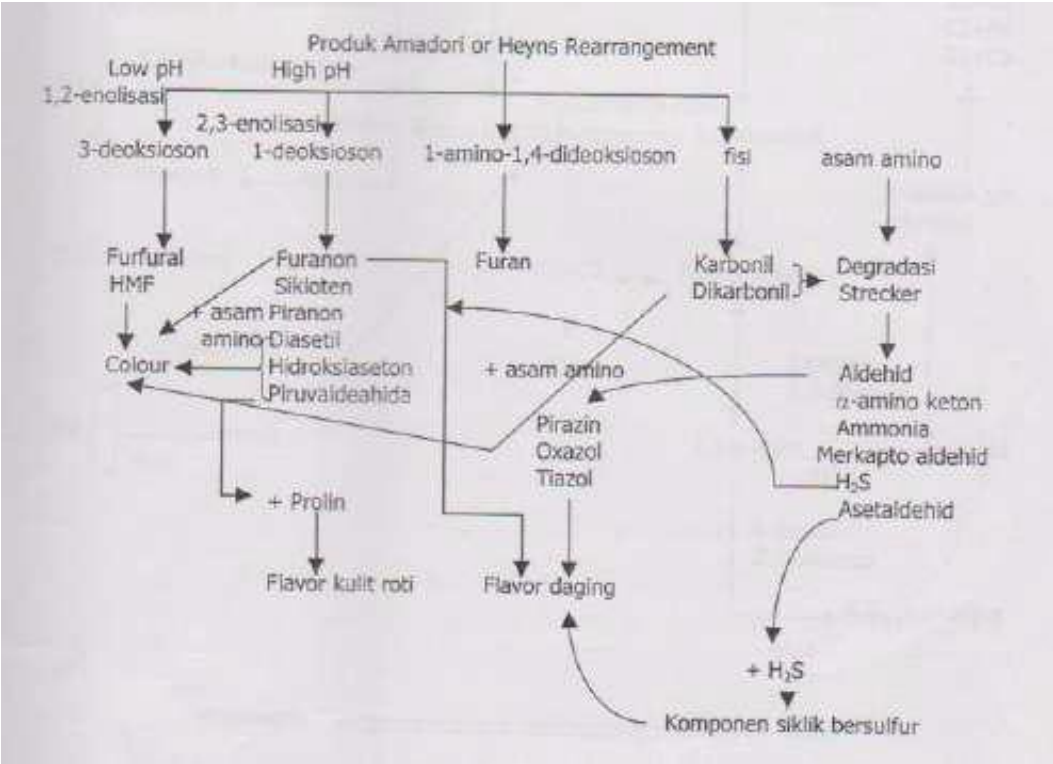
Gambar 2.4 merupakan mekanisme kondensasi gugus gula dengan gugus amine. reaksi kondensasi senyawa karbonil dengan senyawa asam amino menjadi glikosilamin N-Tersubsitusi melalui pembentukan Basa Schiff. Basa Schiff mengalami pembentukan ulang Rearrangement Basa Schiff yang selanjutnya menghasilkan senyawa intermediette rekatif. Intermediette Reatif merupakan senyawa 1-Deoksiglukosan dan 3-Deoksiglukosan dengan pengaturan ulang antara heyns atau amadori rearrangement dengan deoksiketosa atau amino-dioksialdosa. Salah satu diantara 1-Deoksiglukosan dan 3-Deoksiglukosan melalui proses reaksi retroaldol membentuk alfa-dikarbonil reaktif, contoh senyawa seperti : oirulvaldehida dan diasetil.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Komponen reaktif kemudian bereaksi dengan pirazin, furan, pirol, dan piridon yang menghasilkan Glikosilamin N-Tersubsitusi. Glikosilamin N-Tersubsitusi yang spesifik pada gula jenis aldosa mencapai kondisi optimal pada pH < 7, sehingga pada reaksi kondensasi menggunakan katalis asam. Glikosilamin mengalami rearrangement Amadori yang menghasilkan 1-amino-1-deoksi-2-ketosa yang lebih dikenal dengan sebutan Amadori rearrangement Product (ARP). Aldosilamin yang telah terbentuk memiliki spesifik senyawa yaitu amin sekunder. Amin sekunder direaksikan dengan senyawa aldosa sehingga membentuk diketosamin melalui penyusunan ulang. Diketosamin yang terbentuk mengambil senyawa ketosa yang direaksikan dengan senyawa amino membentuk 2-amino-2-dioksialdosa memalui proses Heyns Rearrangement Product (HRP). HRP memiliki sebutan lain yaitu ketosilamin N-Tersubsitusi. Reaksi dari HRP dapat menghasilkan senyawa kiral. Produk yang dihasilkan dari senyawa kiral tergantung dari asal senyawa amino. Apabila jenis amino dari ammonia atau amin primer direaksikan dengan D-Fruktosa akan menghasilkan senyawa 2-amino-2-deoksiglukosa dan 2-amino-2-deoksiglukosa. Berbeda dengan D-Fruktosa yang direaksikan dengan asam α amino menghasilkan campuran glukosa-amino, fruktosa-amino, dan munosa-amino yang masing-masing memiliki komposisi presentasi yang bervariasi.

Mekanisme kedua yaitu rearrangement atau pembentukan kembali amodari. Mekanisme dapat dilihat dari gambar 2.5 dibawah ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.5 Reaksi tahap 2 dengan proses rearrangement atau pembentukan kembali amodari.
Sumber : Mlotkeewiez, 1998 dalam Dedin dan Rosidah, 2011.

Gambar 2.5 meruapakan mekanisme proses kedua dari tahap awal berupa pembentukan ulang amodari. Reaksi maillard menurut Ho, 1996 yang selanjutnya disempurnakan oleh Mlotkeewiez, 1998 bahwa selain hasil pembentukan Heyns dan Amadori Rearrangement Product yang berasal dari kondensasi alam, hasil yang lain berupa produk fisi melalui radikal bebas tanpa melalui HRP dan ARP. Apabila fisi radikal bebas melalui proses ARP atau HRP dapat menghasilkan senyawa lain, seperti : 1) 3-deoksioson pada proses 1,2-enolisasi dan dalam kondisi asam; 2) 1-deoksioson dengahn proses 2,3-enolisasi dalam keadaan basa; dan 3) 1-amino-1,4-deoksioson.

ARP merupakan senyawa yang memiliki peran penting dalam bahan pangan karena memiliki peran penting pula dalam pembentukan flavor dan warna dikarenakan adanya proses pemanasan. Pengaruh pH

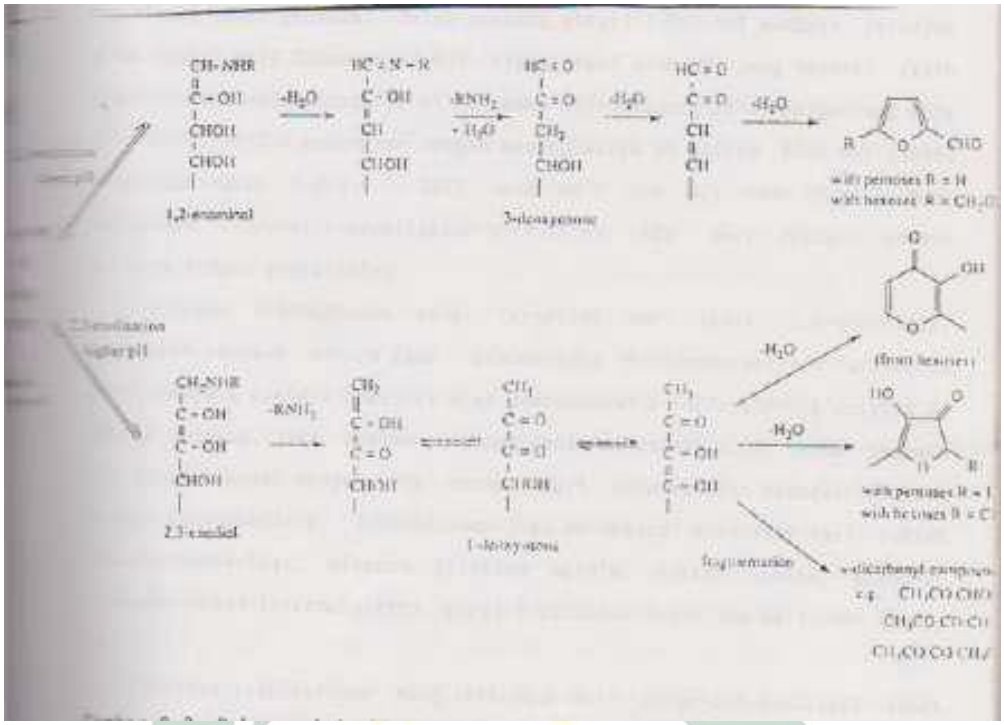
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada reaksi ini memiliki banyak pendapat. Pada penelitian Mlotkeewiez, 1998 mengatakan bahwa tahap awal reaksi Maillard optimal pada pH asam. Pendapat lain tahap awal lebih optimal seiring dengan meningkatnya pH. Menurut Namiki, 1998 pH netral dan basa merupakan salah satu faktor tambahan yang dapat mempercepat laju tahap awal Reaksi Maillard. Sebelum rekasi ARP, fragmen yang terbentuk adalah fragmen dua karbon setelah ARP fragmen yang terbentuk adalah 3 atom karbon. Setelah adanya perbedaan fragmen karbon maka diteliti lebih lanjut oleh Namiki dan Nurtsen, 1990 bahwa terdapat satu pathway tambahan untuk produk fisi glikosilamin N-Tersubsitusi berupa fragmen 2 atom karbon yang menghasilkan glikoaldehid dan glikosal dan fragmen 3 atom karbon yang menghasilkan gliseraldehid dan metilglioksal. Produk dari hasil fisi meningkat diikuti dengan meningkatnya pH sehingga dapat meningkatkan laju pembentukan browning pada bahan makanan. Hal ini dapat dikatakan fragmentasi gula memiliki peran penting dalam Reaksi Maillard.

b. Tahap Intermediet dari Reaksi Maillard

Tahap intermediet merupakan tahap dimana hasil produk dengan perubahan warna menjadi kuning kecoklatan sehingga absorbani visible mulai dapat terdeteksi. Mekanisme intermediet dapat dijelaskan dengan gambar 2.6 dibawah ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.6 Dekomposisi ARP melalui 1,2 dan 2,3 enolisasi
Sumber : Ledl dan Schleicher, 1990 dalam Dedin dan Rosidah, 2011.

Tahap intermediet dibagi dengan beberapa jenis jalur, 3 jalur berasal dari ARP secara langsung 1 jalur menggunakan jalur degredasi strecker atau jalur tidak langsung. Jalur pertama menghasilkan senyawa 3-deoksioson melalui jalur 1.2 enolisasi dalam keadaan asam. Jalur kedua menghasilkan senyawa 1-deoksiososn melalui jalur 2,3 enolisasi dalam keadaan basa. Jalur pertama dan jalur kedua telah ditemukan sudah dari lama, pada jalur ketiga terdapat pembaharuan. Dijalur ketiga dapat melibatkan senyawa 1-amino-1,4-dideosiosin sebagai senyawa intermediet sebagai pembaharuan, dengan adanya senyawa 1-amino-1,4-dideosiosin keberadaannya secara tidak langsung berkaitan dengan pembentukan kuinoksalin. Jalur terakhir, jalur keempat merupakan jalur reaksi antara asam amino dengan senyawa dikarbonil sehingga jalur ini disebut jalur degredasi Strecker. Jalur kelima yang melibatkan senyawa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang salah satunya telah dikenal sebagai pembentukan hasil campuran reaksi antara basa dengan gula (asam gluisosakarinat) dan hasil dari pembentukan 2-hidroksi asetilfuran, yaitu senyawa 4-deoksioson. Pembentukan 3-deoksiososn bersifat irreversible sedangkan pembentukan 1-deoksioson bersifat revesible. Dengan adanya pengaruh pH maka pembentukan ARP juga dipengaruhi oleh kadar pH, dalam artian pembentukan 1-deoksioson (1-d) dan 3-deoksioson (3-d) dipengaruhi oleh kadar pH, apabila keadaan pH meningkat di masing2 sekala kadar pH maka dapat meningkatkan proses dari pembentukan 1-d atau 3-d.

Senyawa 3-d merupakan yang terbentuk berasal dari proses 1,2-enolisasi. Senyawa 3-d sebagai senyawa intermediet , selain itu juga senyawa 3-d merupakan prekursor dari lakton asam metasakarinat, piranon, piridium betain, lakton, laktam, priol-2-karboksaldehid 1-tersubsitusi, pirol-1-karboksaldehid, dan maltosin. 3-d juga merupakan senyawa intermediet dalam pembentukan 5-hidroksimetil-2-furfuraldehid (HMF, senyawa berasal dari hekosa) atau pembentukan 2-furfuraaldehid melalui proses 3 dioksi pentosan apabila senyawa asal dari pentose. Selanjutnya, senyawa 1-d adalah senyawa yang terbentuk dari proses 2,3-enolisasi yang dapat mendekomposisi untuk membnetuk redukton dan produk-produk diasetil dan piruvaldehida. 1-d merupakan senyawa prekursor yang berperan dalam membentuk senyawa-senyawa flavor dari bahan pangan seperti turunan furonan dan piranon, prekursor pembentuk amino redukton, produk-produk fragmentasi gula, pirolin

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan piridin, dan heksosa redukton. Senyawa 1-d sebenarnya belum dapat diisolasi, akan tetapi senyawa tersebut menurut penelitian Beck *et al*, 1988 menyatakan bahwa campuran 1-deoksi-1-piperidino-D-Fruktosa dengan o-fenilendidiamin dalam larutan buffer fosfat dengan pH 7 selama 10 jam menggunakan refluks. Hasil refluks berupa senyawa 2-metil-3-(1,2,3-trihidroksipropil) kuinoksalin dengan konsentrasi yang tinggi sehingga dapat membentuk 1-d sebagai senyawa hasil antara.

Senyawa 1-amino-1,4-dideoksiosin produk dari jalur ketiga langsung dari ARP belum dapat diisolasi, tetapi peneliti selanjutnya menyelidiki keberadaan dari senyawa ini, setelah diteliti lebih lanjut bahwasannya senyawa 1-amino-1,4-dideoksiosin dapat membentuk beberapa produk Reaksi Maillard sebagai senyawa intermediet. Teori tersebut dapat dibuktikan dengan salah satu contoh sebagai berikut, pada saat proses pemanasan piperidinomaltulosa yang ditambahkan dengan O-Fenilendiamin dengan kadar pH antara 4 dan 7 sehingga dapat menghasilkan turunan kuinoksalin. Untuk membnetukm turunan kuinokaslin dibutuhkan senyawa 1-amino-1,4-dideoksiosin sebagai senyawa intermediet.

c. Tahap Akhir pada Reaksi Maillard

Tahap terakhir dari Reaksi Maiilard akan terbentuk senyawa, seperti : gula dengan berat molekul yang rendah, turunan enamiol, poduk karbonil rantai tak jenuh, dan proses perubahan polimerasi yang membnetuk polimer bewarna coklat yang disbut melanoidin sebagai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

produk akhir dari Reaksi Maillard. Untuk menghasilkan polimer berwarna coklat, ada beberapa proses yang akan dilewati seperti : kondensasi aldol, reaksi aldehida degan amin, dan pembentukan senyawa heteroiklik bernitrogen.

2.2.5 *Black garlic* sebagai Aktifitas Antijamur

Menurut penelitian Kulsum, 2014 kandungan thiosulfinate yang merupakan salah satu senyawa untuk bioaktif antijamur, ternyata pada *black garlic* dengan proses pemanasan dengan mengontrol suhu panas, kelembapan dalam beberapa retensi waktu menghasilkan thiosulfinat dengan jumlah 5 kali lebih banyak dibandingkan dengan bawang putih segar. Selain kandungan thiosulfinat, antara lain : SAC (S-allyl sistein), fenol, dan flavonoid, dengan kandungan thiosulfinat yang lebih tinggi dimungkinkan bahwasannya bioaktif antijamur lebih tinggi dibandingkan dengan bawang putih.

Penelitian yang sejalan yang dilakukan oleh Setyawati, 2014 yang menyatakan bahwa senyawa S-allyl sistein membantu dalam penyerapan senyawan alicin sehingga proses bioaktifator dalam penghambatan antimikroba lebih efektif. Menurut penelitian Lee, 2009 dalam Setyawati 2014 yang menyatakan bahwa bukan hanya pada antimikroba tetapi khasiat untuk antioksidan yang dihasilkan bawang putih sebanyak 13,3 μmol/g basah dan pada *black garlic* menghasilkan 59,2 μmol/g basah. *Black garlic* memiliki antioksidan lebih kuat dibandingkan dengan bawang putih sehingga dapat digunakan sebagai pencegahan aplikasi diabetes. Menurut pernyataan Bae, 2014 dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setyawati, 2014 yang menyatakan bahwa kandungan antijamur lebih kuat dan antioksidan 2 kali lebih kuat dibandingkan bawang putih karena adanya senyawa S-ally sistein. Semakin lama waktu pemanasan *black garlic* maka berbanding lurus dengan hasil yang terkandung pada senyawa S-allyl sistein. Mekanisme singkat dari penghambatan *Candida albicans* dengan ekstrak *black garlic* dengan menghancurkan kadar lemak pada membran dinding sel dan DNA. Selain itu, sifat toksik dari ektrak black garic dapat merusak pertahanan inang dari *Candida albicans*.

2.3 Metode Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemurnian suatu senyawa dari bahan yang menggunakan pelarut sehingga mencapai keseimbangan dari jenis senyawa didalam suatu pelarut. Tujuan dilakukan ekstraksi adalah untuk memurnikan suatu senyawa dan melihat kandungan senyawa bioaktif. Beberapa bahan yang dapat diekstrak adalah bagian dari organ tumbuhan (daun, akar, batang, dll). Jenis pelarut yang dapat digunakan yaitu pelarut polar (metanol), semipolar (etil asetat), dan non polar (n-heksan). Jenis-jenis metode ekstraksi adalah (Mukhriani, 2014)

2.3.1 Maserasi

Maserasi adalah metode yang paling umum digunakan. Cara metode ini sangat sederhana dan dapat dilakukan dengan volume banyak atau sedikit. Maserasi dilakukan dengan memasukkan serbuk dalam sebuah larutan yang sesuai dengan suhu ruang kemudian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

didiamkan. Setelah didiamkan di saring, hasil filtrasi (penyaringan) adalah ekstrak dari maserasi. Kelemahan dari maserasi membutuhkan waktu yang lama dan membutuhkan jumlah yang banyak untuk penggunaan pelarut (Mukhriani, 2014).

2.3.2 Ultrasound

Ultrasound adalah modifikasi dari metode maserasi dengan skala yang kecil dengan modifikasi penambahan gelombang ultrasonik dengan frekunsi 20 kHz. Metode ini menggunakan wadah kemudian air sebagai perantara gelombang ultrasonik, wadah eksrak tersebut dimasukkan kedalam air (Mukhriani, 2014).

2.3.3 Perkolasi

Metode ini dengan meletakkan serbuk yang terpisah dari wadah pelarut. Pelarut berada diatas kemudian serbuk berada dibawah dengan wadah silinder, pelarut akan menetes perlahan-lahan dan membasahi silinder serbuk. Kelebihan penggunaan metode perkolasi adalah serbuk yang ditetesi pelarut secara terus menerus. Kerugiannya membutuhkan volume yang besar untuk pelarut (Mukhriani, 2014).

2.3.4 Soxlet

Metode ini dengan meletakkan serbuk dan pelarut yang berbeda. Dimana serbuk dibungkus dengan kertas, biasanya menggunakan kertas saring kemudian pelarut diletakkan dibawah kondensor. Metode ini menggunakan kontrol suhu panas sesuai jenis pelarut. Wadah pelarut ditaruh di labu dan diletakkan diatas penangas. Kelebihan metode ini adalah bahan atau serbuk ditetesi secara terus menerus oleh

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pelarut sedangkan kelemahannya untuk bahan yang tidak bisa tahan panas maka senyawa akan banyak yang terdegredasi (Mukhriani, 2014).

2.3.5 Reflux

Pada metode ini pelarut dan bahan dipisahkan. Pelarut awalnya dididihkan dengan bantuan kondensor untuk menjadikan uap dan membasahi serbuk. Proses ini menggunakan uap untuk menghasilkan minyak esensial. Minyak esensial memiliki beberapa campuran jenis senyawa hasil penguapan. Kelemahan metode ini senyawa yang tidak tahan panas akan mngalami degradasi (Mukhriani, 2014).

2.4 *Candida albicans*

2.4.1 Taksonomi *Candida albicans*

Menurut sistem klasifikasi pada Pesty *et al*, 1999, memiliki urutan tingkat takson sebagai berikut :

Kingdom : Fungi

Filum : Deutromycota

Kelas : Blastomycetes

Ordo : Cryptococalles

Famili : Cryptococcaceae

Genus : *Candida*

Spesies : *Candida albicans* (Robin) Berkhout, 1923.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

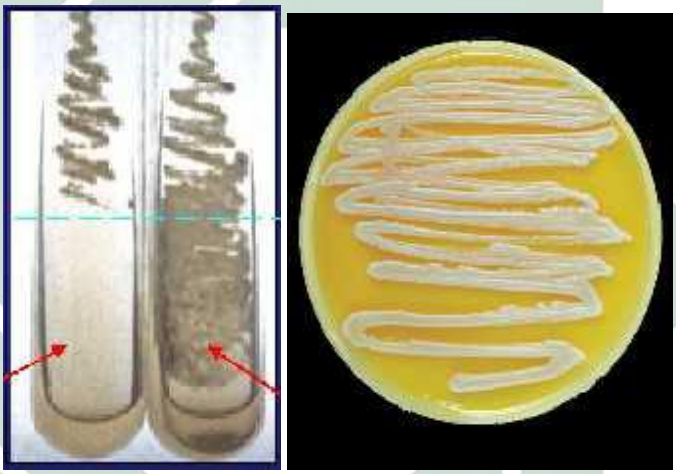
2.4.2 Morfologi *Candida albicans*

Jamur *Candida albicans* yang telah dipelajari dan sudah diketahui keberadaannya sejak abad 18, efek dari *Candida albicans* yaitu penyakit yang disebabkan dengan kesehatan yang kurang dijaga. *Candida* mulai di publish pada *Third International Microbiology Congress* di New York sekitar tahun 1938 dan diresmikan pada *Eight Botanical Congress* di Paris sekitar tahun 1954. *Candida albicans* adalah monomorphic yeast atau yeast yang dapat tumbuh sekitar suhu 25-30 ^{o}C dan 35–37 ^{o}C. Memiliki bentuk sel bulat sedikit oval dengan tunas sebagai cara bereproduksi, memiliki spora jamur yang disebut blastospora atau sel ragi. Ciri morfologi yaitu memilik *pseudohypha* dengan *cluster* di sekitar *blastokonodia* dengan bentuk bulat bersepta dengan ukuran sekitar 3-7 x 3-14 μm. Rangkaian blastospora yang memiliki percabangan, selain itu juga dapat membentuk hifa sejati yang disebut pembentukan hifa semu/ *pseudohipha*. Untuk mempermudah melihat bentuk dari *pseudihapha* dari *Candida albicans* dapat digunakan media pembentukan khusus. *Candida albicans* dapat mudah diketahui dengan mekanisme pembentukan *gram tubes* (tabung benih) didalam serum, selain itu terbentuknya *clamydospora* terbentukanya spora berukuran besar dan berdinding tebal. Awal dari *germ tubes* berasal diferensiasi baru dari *chlamidospora* pada suhu 30–37 ^{o}C (Mutiawati, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(a) (b)

Gambar 2.7 Mikroskopik *Candida albicans*
Sumber : Mutiawati, 2016
Keterangan : **(a)** morfologi *Candida albicans* **(b)** *pseudohifa Candida albicans* dengan pewarnaan KOH.



(a) (b)

Gambar 2.8 Biakan Murni *Candida albicans* pada Media Agar
Sumber : Mutiawati, 2016
Keterngan : **(a)** pertumbuhan *Candida albicans* dan *Candida dulbinensis* pada media SDB **(b**) Pertumbuhan *Candida albicans* pada media SDA.

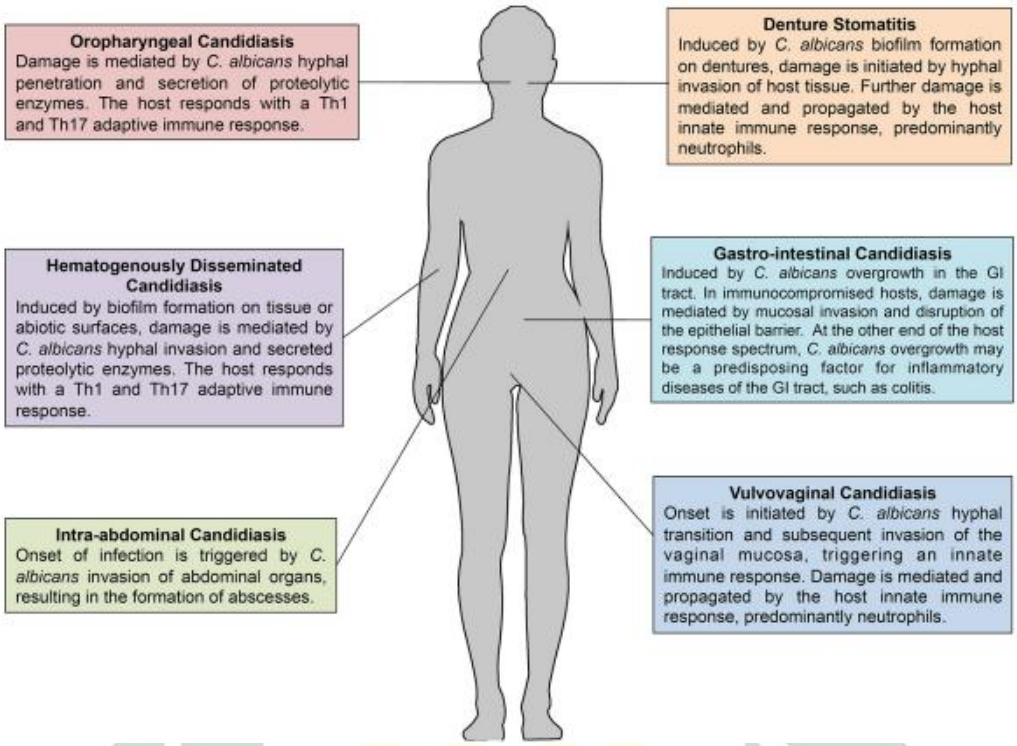
2.4.3 Kandidiasis

Manusia merupakan salah satu inang yang paling umum diinfeksi oleh *Candida albicans* dari penyakit mukosa ringan hingga infeksi siskemik yang sangat membahayakan nyawa. Secara keseluruhan *Candida albicans* menginfeksi pada saluran pencernaan, rongga mulut, dan saluran reproduksi. Berbagai literasi mengatakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

proliferasi *Candida albicans* dikarenakan sisitem imun inang dan resisitensi koloni. *Candida albicans* mengalami perubahan dan pertumbuhan dikarenakan adanya perubahan pada ekspresi gen, sintesis protein, metabolisme, dan morfologi. Mengikuti struktur dari inang mampu memperbanyak koloni *Candida albicans* yang dikaitkan dengan pembentukan biofilm pada jaringan inang. Biofilms merupakan koloni terstruktur dari mikroba dengan media dalam matriks polisakarida ekstraseluler yang dapat memberi perlindungan terhadap koloni mikroba, sehingga pada biofilm *Candida albicans* memberikan kondisi yang stabil dengan perlindungan sistem imun inang dan dapat menjadi resisten terhadap suatu antibiotik. Biasanya pada kasus masyarakat terciptanya biofilms akibat pemasangan kateter yang kurang tepat dan kurang menjaga kebersihan karteter dan organ. Kontaminasi *Candida albicans* pada pengunakaan dan kebutuhan alat–alat medis sebagai faktor resiko. Alasan mengapa terjadinya peningkatan infeksi *Candida albicans* dikarenakan penggunaan karteter vena ini, otomatis peredaran darah merupakan biofilms koloni *Candida albicans*. Sejumlah sifat dan virulesensi pada *Candida albicans* dikenal untuk potensi pembentukan biofilms. Transisi morfologi (ragi, pseudohifa, dan hifa) menentukan fase kolonisasi, pertumbuhan dan penyebaran (Lee and Chee, 2010).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.9 Pertahanan anatomis dan kerusakan inang terkait dengan berbagai manifestasi kandidiasis.
Sumber : Lee and Che, 2010

2.5 Aktifitas Antijamur

Suatu aktifitas dari adanya senyawa yang dapat mengganggu pertumbuhan dan metabolisme jamur. Adanya gangguan dari pertumbuhan dan metabolisme mikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan dari spesies jamur. Beberapa cara kerja dari antifungi (Pelczar dan Chan, 1988).

2.5.1 Kerusakan pada dinding sel

Kerusakan struktur dinding sel dengan menghambat atau merubah dari proses pembentukan dinding sel.

2.5.2 Perubahan permeabilitas sel

Bagian permeabilitas sel yang dapat dirusak adalah membran sitoplasma, dimana membran sitoplasma ini berperan sebagai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengaturan keluar masuknya substansi sel. Apabila membran plasma ini dirusak akan menghambat pertumbuhan bahkan dapat mematikan sel.

2.5.3 Perubahan molekul protein dan asam nukleat

Perubahan molekul protein dan asam nukleat dapat mendenaturasi protein dan asam nukleat. Kerusakan asam nukleat dan protein dapat merusak sel tanpa bisa diperbaiki lagi.

2.5.4 Penghambatan kerja enzim

Penghambatan kerja enzim otomatis mengganggu aktifitas biokimia. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggungnya metabolisme atau matinya sel.

2.6 Biosintesis Nanopartikel Perak $AgNO_3$

Nanopartikel perak memiliki dua mekanisme dalam pembentukan nanopartikel perak. Mekanisme pertama dengan mereduksi ion perak. Reduksi ion perak melalui reduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0. Pada saat ion Ag^+ terjadi tolak menolak karena muatan yang sejenis. Apabila Ag^0 maka muatan Ag menjadi netral sehinga memungkinkan ion Ag dapat berinteraksi dengan muatan yang lain dengan membentuk suatu cluster yang berukuran nano. Mekanisme yang kedua dengan mereduksi nitrat melalui proses enzimatik. Proses enzimatik tergantung pada pembentukan NADH pada enzim ekstraseluler semakin cepat pembentukan NADH semakin cepat kerja enzimatik untuk membuat nanopartikel perak (Tapa dkk, 2016). Pembentukan biosintesis nanopartikel selain dapat mempermudah ion Ag berikatan dengan muatan lain sehingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

membentuk cluster menjadi nanopartikel, selain itu bioaktifator dapat menjadi lebih stabil dengan prokursor ekstrak *black garlic*.

Penggunaan senyawa berbasis perak digunakan sebagai agen antimikroba anorganik terbukti pengaplikasian dalam skala industri seperti pengawet kayu, pemurni air rumah sakit, desinfektan luka. Ion perak memiliki toksisitas rendah terhadap sel-sel hewan tetapi memiliki toksik tinggi terhadap sel-sel mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur. Inovasi terbaru dalam bidang sintesis nanopartikel memiliki efek yang kuat pada ilmu saintifik, sifat unik dari nanopartikel telah banyak diaplikasikan pada pengobatan nano, industri elektronik, biomaterial, energi, dan makanan. Harga yang ditawarkan nanopartikel perak jauh lebih murah dibandingkan dengan nanopartikel emas, nanopartikel perak banyak diminati dibandingkan bahan nanopartikel yang lain. Nanopartikel perak saat ini digunakan sebagai katalis gen antibakteri dan antijamur. Metode sintesis ramah lingkungan menjadi semakain diminati. Untuk mereduksi nanopartikel biasanya menggunakan metode fisika dan fitokimia yang memiliki nilai toksisitas yang tinggi seperti natrium borohidra atau hidazin dan sinteis dengan suhu yang panas sehingga menimbulkan produk samping yang berbahaya. Sehingga diciptakan inovasi baru mengguakan metode kimia yang dapat meminimalisir timbulnya limbah dan tidak menimbulkan senyawa toksik. Metode kimia memiliki tiga konsep utama untuk preparasi nanopartikel. Pilihan pelarut yang cenderung bersifat organik, agen pereduksi yang memiliki sifat ramah lingkugan, dan bahan pereduksi yang tidak memiliki sifat toksik. Untuk meminimalisisr energi maka proses sintesis nanopartikel dengan suhu dan tekanan pada lingkungan ruang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan pH netral. Saat menggunakan sintesis dengan metode kimia maka sifat biologis akan meningkat (Rauwel *et al*, 2014).

2.6.1 *Green Synthesis* Menggunakan Tumbuhan dan Ekstrak Tumbuhan Sebagai Media

Salah satu awal penggunaaan tumbuhan sebagai sumber untuk sintesis nanopartikel logam adalah kecambah alfalfa (Torresdey *et al*, 2003 dalam Rauwel *et al*, 2014). Akar tumbuhan ini memiliki kemapuan menyerap Ag dari media agar dan memiliki sifat yang stabil. Dalam tunas, atom Ag digunakan untuk membentuk partikel nano. Dibandingkan dengan bakteri dan jamur, *green synthesis* menggunakan tumbuhan tampaknya lebih cepat. Ditemukan hasil penelitian bahwa daun geranium membutuhkan waktu sekitar 9 jam dibandingkan 24 hingga 124 jam. Oleh karena itu *green synthesis* menggunakan tanaman telah banyak yang mulai diteliti. Secara umum untuk reduksi nanopartikel dengan ektrak tanaman biasanya menggunakan suhu ruang. Setiap jenis tumbuhan memiliki proses metabolisme masing-masing. Setelah pemilihan jenis ekstraksi, selanjutnya yang perlu diperhatikan adalah konsentrasi ekstrak, suhu, dan waktu. Keuntungan menggunakan ekstrak tanaman adalah tanaman mudah tersedia dan aman unuk penggunaan reduksi ion perak. Bukan hanya itu, kandungan zat aktif yang terkandung dari organ tanaman dapat mereduksi dan menstabilkan nanopartikel perak. Senyawa utama yang yang mempengaruhi sintesis nanopartikel adalah biomolekul, seperti kandungan metabolit sekunder (fenolik, terpenoid,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

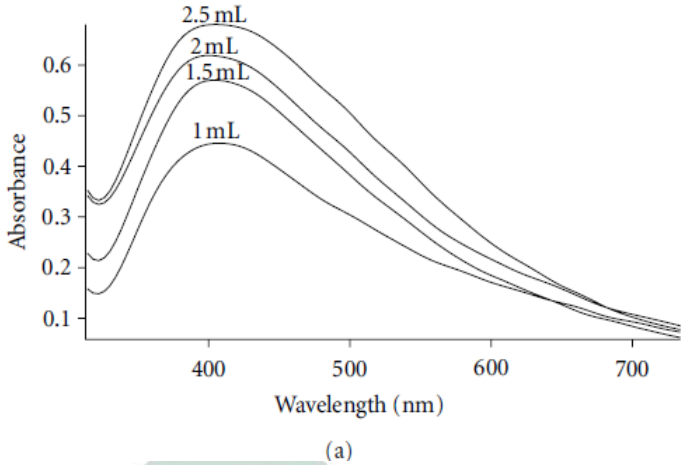
polisakarida, flavon, alkaloid, protein, enzim, asam amino, dan senyawa alkohol). Selain itu, terdapat beberapa senyawa lain yang dapat mempengaruhi adalah kuinol, klorofil, linalool, metil chavicol, eugenol, kafein, teofilin, asam askorbat, dan vitamin. Flavonoid memiliki sifat yang tidak beracun. Fenol memiliki sifat memilki gugus hidroksil dan gugus karboksil yang mampu mengiat logam. Nanopartikel yang memiliki agen reduksi dengan ekstrak tumbuhan digunakan sebagai antibakteri dan antijamur (Rauwel *et al*, 2014).

2.6.2 Karakterisasi Nanopartikel AgNO3

a. Uv-Vis

Spektroskopi serapan ini menggunakan radiasi elektromagnetik antara 190 nm–800 nm. Dibagi menjadi dua daerah ultraviolet, yaitu UV dengan panjang gelombang antara 190-400 nm dan Vis dengan panjang gelombang (400-800 nm). Penyerapan ultraviolet atau radiasi yang terlihat oleh suatu molekul mempengaruhi transisi diantara tingkat energi elektron dari molekul yang dimiliki oleh suatu senyawa, yang disebut dengan spektroskopi elektron. Spektrum UV biasanya menggunakan sampel yang memiliki larutan dan pemilihan larutan yang digunakan. Untuk menggunakan instrumen ini dibutuhkan setidaknya 3mL sehinga dapat melihat sprektum 1 cm sel. Kurva diletkkan pada sumber cahaya (Kumar, 2016). Penelitian yang dilakukan White *et al*, 2012 yang mengatakan bahwa kurva tertinggi dihasilkan pada 404 nm.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



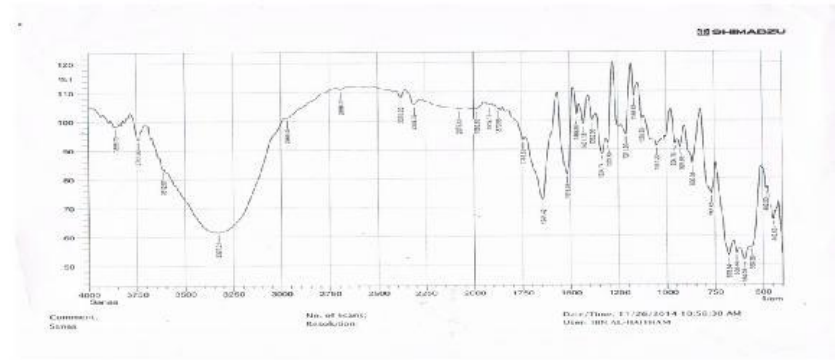
Gambar 2.10 Hasil UV Vis Biosntesis Nanopartikel $AgNO_3$ dengan Berbagai Varian Konsentrasi
Sumber : White *et al*, 2012

b. FTIR (Fourier Transform InfraRed)

FTIR merupakan instrumen absorbansi sampel senyawa organik yang memiliki radiasi sehingga energi radiasi dapat diubah menjadi energi getaran molekul. Getaran pada molekul terjadi ketika dua atom saling berikatan, saat senyawa berikatan seperti dua bola pegas yang disatukan atau saling bertubrukan. Pada saat dua bola pegas disatukan atau saling bertubrukan adanya peregangan, pembengkokan secara vertikal atau horizontal kemudian melepas gaya dan menghasilkan getaran. Getaran yang terjadi tergantung pada kekuatan dari energi yang dihasilkan oleh kedua bola (atom). Getaran yang terjadi pada suhu ruang memiliki molekul organik dalam kondisi getaran konstan, masing masing ikatan memiliki frekuensi peregangan dan tekukan. Radiasi infrared antara 4.000 – 400 cm.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Analisis FTIR pada biosintesis nanopartikel bawang putih $AgNO_3$, terdapat beberapa puncak yang berbeda yaitu 3327.21 = N-H stretch, 1641.42 = C = C, 1211.30 = C = O, 3440 = OH dan 2968 = C – H Aldehid, 1629 = amide, 1051 = C – N, 1743 = C = C, 866 = C = CH2, 678 = CH, 638 = etilen –CH = CH. Puncak maksimal pada 1641 dan 1382 cm^{-1} (Alkhalifawi, 2015).



Gambar 2.11 Hasil Analisis FTIR Biosintesis Nanopartikel AgNO3 Ekstrak Bawang Putih
Sumber : Alkhalifawi, 2015

c. PSA (Particle Size Analysis)

PSA adalah sebuah instrumen yang digunakan untuk mengetahui distribusi volume dari suatu partikel, khususnya pada partikel yang telah berukuran nano. PSA menggunakan prinsip metode *Dynamic Light Scattering* (DLS) (Rawle, 2012). DLS merupakan pengukuran berdasarkan jari-jari atau diameter dari partikel yang berbentuk seperti bola yang melakukan difusi kecepatan saat pengukuran pada instrumen. Pengukuran PSA berdasarkan teori Gerak Brown pada prinsip DLS yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

selanjutnya dideteksi menggunakan suatu PC dan *software* (Sabrina, 2011).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu menggunakan dasar pendekatan angka. Pendekatan kuantitatif mempunyai beberapa manfaat. Pertama, angka mempermudah penginterpretasian hasil secara objektif. Kedua, hasil analisisnya berupa angka memiliki standar, sehingga mempermudah perbandingan. Ketiga, temuan dalam bentuk angka mempermudah generalisasi atau kesimpulan.

Rancangan Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini melihat pengaruh antara ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* terhadap zona hambat, daya hambat, dan daya bunuh *Candida albicans*.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Dilakukan pada bulan Juni sampai bulan Agustus 2019. Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dasar B dan Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Terintegrasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Tabel 3.1 Retensi Waktu dari Persiapan Penelitian sampai Analisis Data Penelitian.

NO	KEGIATAN	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Persiapan Penelitin						
2.	Ekstraksi						
3.	Uji aktifitas antifungi						
4.	Pembuatan biosintesis nanopartikel AgNO3						
5.	Uji aktifitas antifungi						
6.	Pengumpulan data penelitian						
7.	Analisis data penelitian						

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Bahan dan Alat Penelitian

3.3.1 Bahan

Bahan–bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *black garlic*, biakan murni jamur *Candida albicans*, media PDA (Potato Dextrose Agar), media PDB (Potato Dextrose Broth), aquades, steril, metanol 96%, spirtus, alkohol 70%, ketaconazol, $AgNO_3$, dan aquades.

3.3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat–alat untuk ekstraksi maserasi: timbangan analitik, beaker glass, rotatory evaporator, kertas saring, corong Buchner, kaca arloji, spatula, erlenmayer 500 ml, corong gelas, pengaduk kaca, kertas label, dan plastic wrap.

Alat–alat untuk uji antijamur: autoklaf, inkobator, bunsesn, erlenmayer 250 ml, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, papper disk, beaker glass, gelas ukur, mikropipet, pinset, jangka sorong, coloni counter, jarum ose, stirer, kertas label, kertas cakram, kapas, spektrofotometer UV-Vis, laminar air flow, hot plate, lemari es, plastic wrap, dan alumunium foil.

Alat–alat yang digunakan untuk sintesis nanopartikel : Beaker glass, gelas ukur, tabung reaksi, magnetic stirer, Spektrofotometer UV-Vis, PSA, XRD, dan FTIR

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4 Variabel Penelitian

Variabel – variabel dalam penelitian ini meliputi :

3.4.1 Varibel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini menggunakan ekstrak *black garlic* dengan lama pemanasan 35 hari (dengan konsentrasi 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL aquades), biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ (dengan konsentrasi larutan $AgNO_3$ 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL aqudes) ekstrak *black garlic*, kontrol positif yaitu ketoconazole (dengan konsentrasi 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL metanol) dan kontrol negatif larutan $AgNO_3$ (Konsentrasi larutan $AgNO_3$ 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL aqudes).

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah terbentuknya zona hambat, daya hambat, dan daya bunuh *Candida albicans*.

3.4.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dari penelitian ini pemanasan *black garlic* menggunakan suhu 65 ^{0}C dengan lama pemanasan 35 hari. Perlakuan *Candida albicans* pada keadaan aseptis dan diinkubasi dengan inkubator dengan suhu 37 ^{0}C.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Proses Ekstraksi

a. Pemanasan *Black garlic*

Bawang putih dioven dengan lama pemanasan 35 hari dengan suhu 65 ^{0}C. Setelah itu dihaluskan dengan blender dan diayak untuk dijadikan sebagai serbuk untuk poses selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Ekstraksi

Metode ekstraksi menggunakan metode maserasi. Sebanyak 100 gram serbuk *black garlic* dimasukkan kedalam erlenmayer 500 ml, ditambahkan pelarut metanol p.a sebanyak 250 ml diinkubasi selama 3 hari di suhu ruang untuk proses maserasi. Setelah proses maserasi dengan inkubasi selama 3 hari, dilangsungkan proses filtrasi dengan kertas saring yang diletakkan diatas corong, filtrat digunakan kembali dalam proses remaserasi. Proses remaserasi dilakukan dengan hasil filtrat diletakkan didalam beker glass kemudian ditambahkan metanol p.a sebanyak 250 ml kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Dilakukan filtrasi kembali, hasil filtrasi adalah hasil ekstraksi murni.

c. Rotatory Evaporation

Rotatory evaporation merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk memekatkan konsentrasi suatu ekstrak. Cara penggunaan rotatory evaporation dengan mengaktifkan pendingin dan vakum, ditunggu beberapa saat hingga suhu standar mencapai 25 ^{o}C. Kemudian diatur suhu 50 ^{o}C dengan kecapatan 100 rpm selanjutnya menyalakan pompa vakum. Ditunggu hingga volume pelarut berkurang, dan konsentrasi ekstrak meningkat.

i. Periapan Uji Antijamur *Candida albicans*

a. Pembutan Media *Candida albican*

Pembuatan media jamur *Candida albicans* digunakan beberapa macam media untuk mengisolasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1) Sterilisasi alat

Untuk proses sterilisasi alat dengan autoklaf. Semua peralatan dibungkus dengan kertas dan dimasukkan pada plastik anti panas. Dimasukkan pada autoklaf dengan suhu 121 ^{o}C dengan tekanan 2 atm selama 15 menit (Warsinah et al, 2011).

2) Pembatan Media PDB (Potato Dextrose Broth)

Ditimbang 24 gram media PDB kemudain dilarutkan dalam 1 liter aquades, kemudian dipanaskan diatas hot plate untuk menghomogenkan media. Media disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 ^{o}C, tekanan 2 atm, dan selama 15 menit (Warsinah et al, 2011).

3) Pembuatan Media PDA (Potato Dextrose Agar)

Ditimbang 39 gram Media PDA kemudian dilarutkan dalam 1 liter aquades, kemudian dipanaskan diatas hot plate untuk menghomogenkan media. Media disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 ^{o}C, tekanan 2 atm, dan selama 15 menit (Warsinah et al, 2011).

b. Peremajaan *Candida albicans*

Disiapkan media PDA dalam keadaan cair, dipindahlan pada 3 tabung reaksi untuk dijadikan media miring dan ditunggu hingga memadat. Setelah memadat, di streak 1 ose dari biakan murni. Diinkubasi selama 24 jam dalam suhu 37 ^{o}C (Mutammima, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Inokulasi *Candida albicans*

Setelah melewati proses peremajaan, dilakukan peremajaan dengan mensuspensikan 1 ose dalam 25 mL media PDB. Diinkubasi dalam waktu 24 jam dengan suhu 37 ^{o}C. Setelah diinkubasi, diukur absorbansi hingga 0,39 atau setara dengan $1{,}25.10^{7}$ CFU (Mutammima, 2017).

d. Pengujian Aktifitas Antijmur *Candida albicans*

1) Uji Daya Hambat

Uji daya hambat jamur *Candida albicans* menggunakan metode difusi padat dengan media PDA, yang digunakan kertas cakram dengan ukuran 6 mm. Jamur yang telah diinokulum diambil sebanayak 100 µL dimasukkan pada media PDA 10 mL yang masih cair setelah itu dicampur dengan membentuk angka 8 dan ditunggu memadat. Direndam kertas cakram dengan ekstrak *black garlic* dengan konsentrasi 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL selama 1 jam. Kontrol positif dengan ketoconazol 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL, kontrol negatif dengan Larutan $AgNO_3$ 0,1 mM dengan konsentrasi larutan 100%, 90%, dan 80% dalam 100 mL selama 1 jam. Setelah kertas cakram direndam selama 1 jam, kemudian diletakkan diatas media PDA. Diinkubasi selama 24 jam dan diamati zona bening yang terbentuk. Zona jernih yang terbentuk menandakan adanya aktifitas antijamur (Mutammima, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Zona Hambat = Diameter zona hambat – Diameter paper disc.

2) Uji KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dan KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum)

Uji KHM dengan metode dilusi cair dengan pada tabung reaksi. Disiapkan tabung reaksi, 1 tabung untuk 1 mL PDB ditambah 1 mL suspensi jamur *Candida albicans.* 1 tabung dengan 1 mL PDB ditambahkan 1 ml ekstrak, untuk pembanding. Untuk uji daya hambat p1 (8 mL PDB + 1 mL ekstrak + 1 mL suspensi jamur), p2 (9 mL PDB + 1 ml p1), p3 (9 mL PDB + 1 mL p2), p4 (9 mL PDB + 1 mL p3), dan p5 (9 mL PDB + 1 mL p4). Kontrol positif dengan 8 mL PDB + 1 mL suspensi jamur + 1 mL ketoconazole. Untuk kontrol negatif 8 mL PDB + 1 mL + 1 mL larutan $AgNO_3$. Untuk uji aktifitas antijamur disiapkan ekstrak *black garlic* dengan nilai zona hambat yang paling tinggi dan konsentrasi terendah dengan 3 kali pengulangan. Setelah itu di homogenkan. Diambil 3 mL masing–masing tabung secara aseptis dengan dinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37 ^{o}C, kemudian di vortex dan diukur nilai absorbansi. Nilai KHM dihitung dengan cara (Mutammima, 2017) :

KHM = OD seteah diinkubasi – OD sebelum

Dari hasil mengukur OD di nilai KHM melihat nilai OD yang paling menghambat dan dengan konsentrasi yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terendah dengan ciri tidak adanya kekeruhan dan OD mendekati 0. Dilanjutkan untuk uji KBM dengan menumbuhkan pada hasil KHM pada *pour plate* dengan media PDA. Diambil 1mL dari hasil poditif KHM dan biakan dari kontrol positif ketokonazole dengan menambah 10 mL SDA kemudian diinkubasi dengan suhu 37 ^{o}C selama 24 jam. KBM dapat ditunjukkan dengan tidak tumbuhnya jamur pada media PDB (Mutammima, 2017).

e. Biosintesis Nanopartikel AgNO3

1) Preparasi ekstrak

Ditimbang 20 mg ekstrak kemudian dilarutkan dengan methanol 96% teknis sebanyak 10 ml.

2) Preparasi larutan $AgNO_3$ 1mM

Ditimbang serbuk $AgNO_3$ sebanyak 0,017 g yang dilarutkan hingga 100 ml aquades dengan labu ukur.

3) Sintesis nanopartikel $AgNO_3$

10 ml larutan ekstrak ditambahkan dengan 100 ml larutan $AgNO_3$ selanjutnya di hot stirer selama 2 x 24 jam dengan suhu hot plate 50° C. Diamati perubahan warna dari warna putih menjadi kuning hingga menjadi coklat kemerahan.

f. Karakteristik Nanopartikel AgNO3

1) Analisis Spektrofotometer UV-Vis

Untuk analisis $AgNO_3$ dengan UV Vis panjang gelombang 350–750 nm. Maksimal absorbansi dari nanopartikel $AgNO_3$ pada 455 nm (Alkhalifawi, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2) Analisis PSA

Sebelum diujikan menggunakan PSA maka nanopartikel diujikan terlebih dahulu menggunakan UV-Vis untuk melihat absorbansi

3) Analisis dengan spektrometer FTIR

Sebelum diujikan FTIR dilakukan sentrifug untuk menghilangkan protein atau debris lainnya. Diperkirakan dalam retensi panjang antara 4.000 cm^{-1} sampai 400 cm^{-1} (Alkhalifawi, 2015).

g. Analisis Data

Uji statistika yang digunakan adalah Uji Anova One Way dengan syarat telah terpenuhi uji homogenitas dan uji normalitas. Apabila salah satu syarat tidak terpenuhi menggunakan Uji Kruskal Wallis.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pemanasan pada Bawang Putih

Black garlic merupakan hasil pemanasan dari bawang putih yang dapat meningkatkan kandungkan organosulfur sehingga efek biologis bekerja lebih optimal terhadap sel target. Bawang putih sendiri telah disebutkan dalam alquran pada Surat Al-Baqoroh Ayat 61, yang ditafsirkan oleh Ahmad Mustofa Al- Maragi yang menjelaskan bahwa pada zaman Nabi Musa AS telah diturunkan kejahatan yang dilakukan oleh nenek moyang berupa kekufuran terhadap Allah dan sifat ingkar terhadap nikmat yang telah diberikan Allah. Nenek moyang merasa tidak cukup hanya memakan satu jenis makanan saja. Nenek moyang terdahulu berkata pada Nabi Musa agar Nabi Musa berdoa kepada Allah untuk merubah makanan yang tidak pernah berganti menu berupa *manna* dan *salwa*. *Manna* merupakan makanan yang memiliki rasa manis dan *salwa* termasuk burung yang paling enak dagingnya. Sifat angkuh dan sombong para nenek moyang meminta Nabi Musa untuk berdoa kepada Allah untuk meminta berbagai jenis tumbuhan yang beraneka ragam, seperti : berbagai macam sayur mayur (kol dan lobak), biji-bijian (Gandung), bawang putih dan bawang merah.

Bawang putih sendiri bukan hanya sebagai bahan makanan pada masa Nabi Musa, tetapi dapat pula sebagai bahan obat-obatan. Bahan obat-obatan yang berasal dari bawang putih terdapat dalam surat Asy-Syuara ayat 7-9 yang ditafsirkan menurut tafsir Al-Mishbah bahwasannya Allah sendiri telah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menciptakan tumbuhan dengan berbagai macam jenis tumbuhan dengan subur dan bermanfaat. Sehingga pada ayat ini memperlihatkan kekuasaaan penciptaan Allah. Sehingga kedua tafsir surat Al-Baqoroh dan Asy-Syu'ara menggambarkan kekuasaan Allah melalui penciptaan tumbuhan, dengan salah satu jenis tumbuhan yaitu bawang putih. Bukan hanya sebagai bahan dasar makanan yang memiliki rasa khas tetapi manfaat bawang putih sebagai bahan obat alami antijamur. Sehingga mulai dari peradaban Nabi Musa AS hingga sampai sekarang bawang putih banyak digunakan dan terus menerus dilakukan inovasi. Salah satu bentuk inovasi bawang putih dengan pemanasan suhu dalam lama kurun waktu tertentu hingga menjadi produk berupa *black garlic*.

Penelitian ini menggunakan bawang putih yang dipanaskan menghasilkan produk black garlic dengan morfologi berupa warna coklat kehitaman secara merata, memiliki struktur umbi *black garlic* secara dominan keras, dan berkurangnya bau khas dari bawang putih. Faktor yang mempengaruhi proses pemanasan adalah suhu fermentasi menggunakan 65 ^{o}C dan lama fermentasi selama 35 hari, sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Zhang *et al* (2015) yang menyatakan bahwa pada suhu optimal untuk melakukan pemanasan *black garlic* berkisar pada 60-70 ºC dengan lama fermentasi 35 hari dapat meningkatkan kandungan gula reduksi. Apabila menggunakan suhu pemanasan diatas 70 ºC memang mengalami peningkatan kandungan gula reduksi pada hari ke 12, tetapi setelah lama pemanasan ke 12 mengalami penurunan secara drastis sehingga lama pemanasan dengan suhu diatas 70 ºC

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dapat merusak komponen struktur senyawa dari gula reduksi yang terdapat pada *black garlic*.

Peningkatan gula reduksi dapat mempengaruhi prosess pencoklatan pada *black garlic*. Proses pencoklatan yang dialami oleh *black garlic* disebabkan adanya proses non-enzimatik yaitu reaksi Maillard. Mekanisme dari reaksi Maillard terdapat 3 tahap, tahap awal merupakan kondensasi antara gula reduksi dan amine dan pembentukan kembali amadori pada tahap ini kondisi umbi masih berwarna putih. Tahap tengah meliputi proses dehidrasi gula, fragmentasi gula, dan degradasi asam amino, tahap ini umbi mulai bewarna coklat muda. Tahap akhir meliputi kondensai aldehid-amin dan pembentukan senyawa HMF (-Hydroxymethyl-2-furfuraldehyde) senyawa yang berperan dalam proses pencoklatam pada makanan.

Pigmen coklat pada proses pemanasan bawang putih diprekursori oleh senyawa HMF dari Reaksi Maillard. Pada penelitian ini warna coklat kehitaman secara merata dengan suhu 65 ºC sehingga proses rekasi Maillard bekerja secara optimal. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Zhang *et al* (2015) bahwasannya proses pemanasan dengan suhu antara 60-70 ºC dengan lama fermentasi 35 hari menghasilkan warna coklat kehitaman yang merata dan tidak merusak kandungan senyawa dari *black garlic*. Apabila menggunakan suhu dibawah 60 ºC memang dapat menjaga kestabilan tetapi proses reaksi Maillard dibutuhkan waktu yang lama, sehingga dengan proses pemanasan dengan suhu dibawah 60 ºC dirasa kurang optimal. Apabila proses pemanasan dengan suhu diatas 70 ºC maka reaksi Maillard berjalan dengan sangat cepat sehingga warna coklat kehitaman

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berada pada permukaan luar umbi sedangkan pada bagian dalam umbi warna coklat kehitaman belum merata.

4.2 Metode Ekstraksi

Tahap yang dilakukan setelah fermentasi *black garlic* adalah proses ekstraksi. Sebelum dilakukan ekstraksi maka *black garlic* akan dihaluskan menjadi serbuk umtuk memperbesar luas permukaan dan memecah dinding sel tumbuhan sehingga senyawa aktif dalam tumbuhan dapat larut dalam proses pemurnian senyawa. Proses maserasi ekstrak *black garlic* menggunakan pelarut polar jenis metanol. Penggunaan pelarut metanol dalam ekstrak *black garlic* bertujuan untuk memurnikan senyawa yang diduga banyak mengandung kandungan metabolit sekunder jenis senyawa polar. Senyawa prekursor yang terkandung dalam *black garlic* menurut Hernawan dan Setyawan tahun 2003 yang menyatakan bahwa kandungan metabolit sekunder pada *black garlic* didominasi oleh adanya senyawa S-Ally Cystein, yang didukung oleh kandungan metabolit sekunder lain jenis flavonoid, saponin, dan tanin. Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada *black garlic* jenis senyawa polar karena dominan gugus OH pada kandungan metabolit sekunder dari *black garlic*.

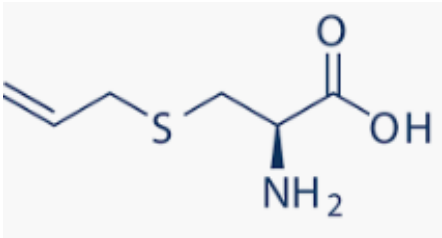
Hasil ekstrak *black garlic* menggunakan metode maserasi dan pelarut metanol bewarna coklat kehitaman yang sangat pekat. Rendemen ekstrak *black garlic* menghasilkan rendemen sebanyak 5%. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sayuti pada tahun 2017 bahwsannya rendemen ekstrak paling banyak terdapat pada metode maserasi dan pelarut yang digunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

metanol dengan 7,7 %. Banyak sedikitnya rendemen ekstrak tergantung pada metabolit sekunder yang terlarut dalam pelarut. Proses dekstrksus atau penghancuran partikel pada *black garlic* dapat merusak dinding sel *black garlic* sehingga kandungan metabolit sekunder akan berdifusi menuju pelarut.

4.3 Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic*

Pembentukan larutan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ merupakan campuran antara ekstrak *black garlic* 100% konsentrasi 2000 ppm dicampur dengan Larutan $AgNO_3$ 0,1 mM. Pada penelitian ini menggunakan metode "*green synthesis*". *Green synthesis* yang dimaksud adalah metode yang ramah lingkungan untuk proses sintesis nanopartikel sehingga pemilihan prekursor dan penstabil harus berbasis ramah lingkungan. Metode *green synthesis* menggunakan prekursor ekstrak *black garlic*.. Salah satu kandungan khas yang ada pada *black garlic* merupakan senyawa S-Allyl Cystein (SAC). Senyawa S-Allyl Cystein memiliki struktur gugus fungsi OH yang dapat mereduksi ion Ag^+. Berikut ni merupakan sruktur SAC pada gambar 4.1 dan penjelasan reduksi $AgNO_3$ terhadap gugus fungsi OH pada tabel 4.1 yang ada pada senyawa SAC.



Gambar 4.1 Struktur senyawa S-Allyl Sistein (SAC)
Sumber : Hernawan dan Setyawan, 2014.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.1 Tahap Proses Reduki AgNO3 terhadap Gugus Fungsi OH pada Senyawa SAC
Sumber : Yusnita dkk, 2014.

Tahap ke-n	Proses Reduksi
Tahap 1	R-O-H• + R-O-H ➔ R-O• + H^2
Tahap 2	R-O• + Ag^+ ➔ RO•Ag^+
Tahap 3	RO•Ag^+ + RO•Ag^+ + $2e^-$ ➔ R-O-O-R + $2Ag^0$

Penjelasan mengenai Gambar 4.1 dan proses reduksi pada tabel 4.1 menjelaskan bahwa ion Ag^+ berperan sebagai katalis yang bereaksi dengan gugus OH akan mengalami reduksi. Tahap awal dimulai dengan reduksi gugus OH dalam larutan koloid nenopartikel membentuk senyawa radikal (senyawa dengan elektron bebas) dengan gugus fungsi ROH• membentuk RO•. Tahap selanjutnya senyawa SAC yang berebentuk radikal akan mengabsorbsi Ag^+ yang membentuk gugus RO•Ag^+. Proses selanjutnya dari RO•Ag^+ dengan gugus yang sama akan beraksi dan menghasilkan produk berupa R-O-O-R dan senyawa Ag yang stabil. Ion Ag^+ terabsorbsi dan mengalami pemutusan rantai SAC maka terjadi delokalisasi energi sehingga membentuk Ag^0 (Yusnita dkk, 2014).

4.3.1 Karakteristik Nanopartikel menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Karakter untuk melihat koloid bisointesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* yang telah terbentuk dapat dilihat dengan perubahan warna dan serapan spektrofotometer UV-Vis. Instrumen Spektrofotometer UV-Vis juga sebagai penunjang data sebelum melakukan uji (FTIR atau *Fourier Transform Infra Red* dan PSA atau *Particle Size Analyzer*) biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ eksrak *black garlic*. Pada saat mengukur absorbansi nanopartikel menggunakan blanko aquades, range yang digunakan untuk mengukur nilai absorbansi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

nanopartikel antara 400-450 nm. Hasil absorbansi dari 0 jam sintesis – 12 hari sintesis nanopartikel dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Analis Spektra Serapan UV-Vis Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic* antara Waktu Sintesis, Panjang Gelombang (nm), dan Perubahan Warna Koloid
Sumber : Data Pribadi

Waktu Sintesis	**Panjang Gelombang (nm)**	**Warna Larutan Koloid**
0 jam	-	Kuning bening
1 hari	-	Putih bening
2 hari	-	Putih bening
3 hari	410 nm	Coklat kemerahan
4 hari	410 nm	Coklat kemerahan
5 hari	415 nm	Coklat kemerahan
6 hari	425 nm	Coklat kemerahan
7 hari	425 nm	Coklat kemerahan
8 hari	415 nm	Coklat kemerahan
9 hari	415 nm	Coklat kemerahan
10 hari	425 nm	Coklat kemerahan
11 hari	425 nm	Coklat kemerahan
12 hari	425 nm	Coklat kemerahan

Dari tabel 4.2 menjelaskan bahwa hasil serapan spektra UV Vis biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* yang setiap hariya dikontrol untuk melihat serapan yang terbentuk dari koloid nanopartikel. Pada 0 jam warna koloid nanopartikel masih sama seperti warna larutan ekstrak *black garlic* yaitu bening kekuningan. Setelat 2 x 24 jam distirer dan dipanaskan dengan suhu mencapai 50 ºC larutan masih berwarna putih bening, yang menandakan larutan koloid belum terbentuk. Setelah 3 hari dilakukan inkubasi pada oven dalam suhu 50 ºC warna larutan menjadi *reddish brown* (coklat kemerahan) dan diukur serapan absorbansi berada pada panjang gelombang 415 nm. setiap hari mengalami peningkatan panjang gelombang dan warna *reddish brown* semakin pekat. Pada hari ke 6 inkubasi sudah berada pada serapan stabil dengan panjang gelombang 425 nm, tetapi pada hari ke 8 dan 9

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

inkubasi diletakkan pada suhu ruang sehingga mengalami penurunan absorbansi menjadi 415 nm. Diduga suhu 50 ºC selama proses sintesis nanopartikel mencegah adanya agregrasi partikel-partikel pada nanopartikel ekstrak *black garlic*. Partikel-partikel pada zat cair biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* melakukan pergerakan. Ketika koloid nanopartikel diletakkan pada suhu ruang, partikel-partikel mengalami agregrasi. Agregrasi diakibatkan karena efek Gerak Brown dan Gaya Van der Waals dalam larutan. Adanya agregrasi menyebabkan partikel-nano memiliki ukuran/partikel yang berbeda-beda. Selain itu agregrasi nanopartikel menyebabkan pergeseran energi *surface plasmon resonance* atau SPR (getaran permukaan plasmon). Pergeseran energi SPR menyebabkan terjadinya pergeseran energi yang lebih rendah sehingga merubah perubahan sifat absorbansi pada instrumen UV-Vis. Bergesrnya absorbansi menuju energi yang lebih rendah dapat merubah reaktifitas nanopartikel serta dapat mengubah interaksi antara nanopartikel dan sel target. Agregrasi nanopartikel memilik 2 mekanisme untuk merubah sifat fisik maupun kimia nanopartikel yang berdampak pada menurunnya rasio luas permukaan nanopartikel. Agregasi pada tahap pertama yaitu partikel-partikel saling berdekatan sehingga mengalami tubrukan partikel-nano (*transpotr step*). Tahap kedua yaitu partikel yang mengalami tubrukan akan saling melekat dan mengalami pengendapan (Yalkhin dkk, 2015). Setelah diletakkan pada oven dengan kontrol suhu 50 ºC maka panjang gelombang sudah stabil pada 425 nm.

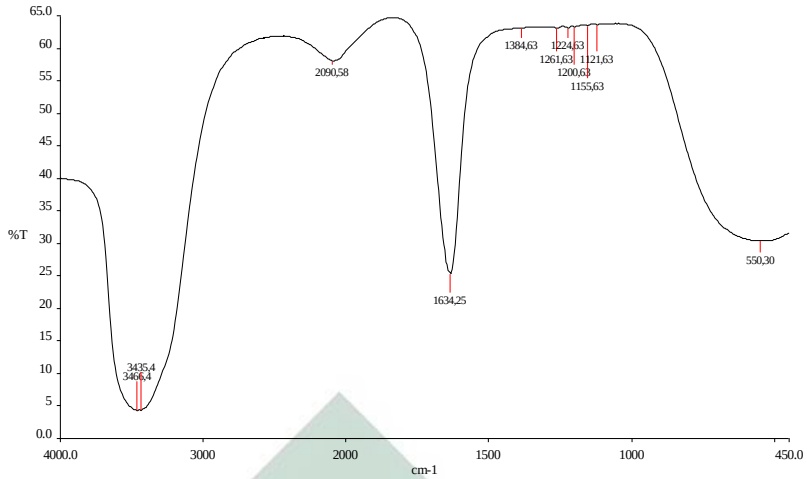
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sintesis nanopartikel $AgNO_3$ dapat diamati pertumbuhan pembentukan ion partikel perak dengan absorbansi Uv-Vis. Secara umum UV-Vis digunakan dalam menentukan pita serapa SPR. SPR merupakan *Surface Plasmon Resonance* yang artinya kumpulan oskilasi konduksi elektron. *Surface* adalah polarisasi muatan permukaan yang dihasilkan dari kumpulan oskilasi (pergerakan) elektron, plasmon adalah kumpulan oskilasi elektron. Apabila suatu material dipancarkan cahaya (gelombang elektromagnetik) maka pada permuakaan muatan tersebut akan mengalami pergerakan (oskilasi). Untuk melihat pengamatan SPR dari pembentukan nanopartikel perak dapat dilakukan menggunakan instrumen UV-Vis (Irwan dkk, 2016). Dalam penelitian ini hasil dari hari 3 sampai hari ke 6 mengalami peningkatan serapan absorbansi karena adanya peningkatan jumlah partikel dalam biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ (Umadevi *et al*, 2013).

4.3.2. Karakteristik Nanopartikel menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Karakteristik selanjutnya menggunakan instrumen FTIR yang digunakan untuk melihat kemungkinan gugus fungsi dalam senyawa metabolit sekunder pada *black garlic* yang berikatan dengan $AgNO_3$. Berikut pada gambar 4.2 hasil spektra FTIR pada biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* dan tabel 4.3 tentang perbedan gugus fungsi biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* dan ekstrak *black garlic*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Hasil Spekta FTIR pada biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*.
Sumber : data pribadi

Tabel 4.3 Perbedan Gugus Fungsi Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic* dan Ekstrak *Black garlic*.
Sumber : Data Pribadi

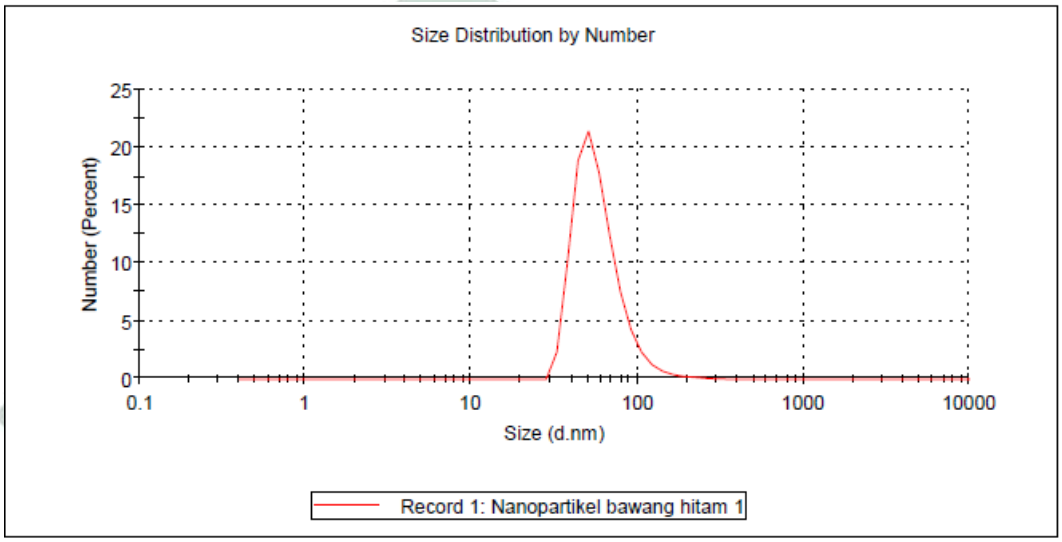
Ekstrak *Black garlic*			Nanopartikel *Black garlic*		
Frekuensi	Gugus Fungsi	Senyawa	Frekuensi	Gugus Fungsi	Senyawa
3..440	O-H	Hidroksil	3446,40	(O-H)	Hidroksil
3.367	O-H	Hidroksil	3435,40	(O-H)	Hidroksil
3.270	N-H	Amida	2090,58	(C=O)	Ester
3.260	N-H	Amida	1634,25	(C=C)	Alkena
2.960	C-H	Alkana	1384,63	(C-H)	Alkana
2.935	C-H	Alkana	1261,63	(C-N)	Amina
2.878	C-H	Alkana	1224,63	(C-N)	Amina
1.636	C=C	Alkena	1220	(C-N)	Amina
1.481	C-H	Alkana	1155	(C-O)	Alkohol
1.332	C-H	Alkana	1121	(C-O)	Alkohol
1.270	C-N	Amida	**550**	**Nanopartikel *Black garlic***	
938	O-H	Hidroksil			
818	C-H	Hidroksi			
600	N-H	Amida			

Dari tabel 4.3 menjelaskan bahwasannya perbedaan gugus fungsi antara *ekstrak black garlic* dengan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*. Dominan gugus fungi dari ekstrak *black garlic* dapat disintesis pada nanopartikel, dapat dilihat dari kesamaan gugus fungsi antara ekstrak *black garlic* dengan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garli*, yang tidak tersintesis pada gugus fungsi N-H. Pada frekuensi 550 cm^{-1} merupakan serapan dari $AgNO_3$. Serapan $AgNO_3$ memiliki frekuensi antara 500-650 cm^{-1} (Ayu, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.3 Karakteristik Nanopartikel menggunakan PSA (Particel Size Analyzer).

PSA merupakan sebuah instrumen yang digunakan untuk melihat distribusi ukuran dan diameter ukuran pada biosinteis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*. Berikut hasil PSA terdapat pada gambar 4.3 dan penjelasan ditribusi dan ukuran partikel-nano pada tabel 4.4



Gambar 4.3 Hasil pengukuran PSA biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*
Sumber : Dokumen pribadi

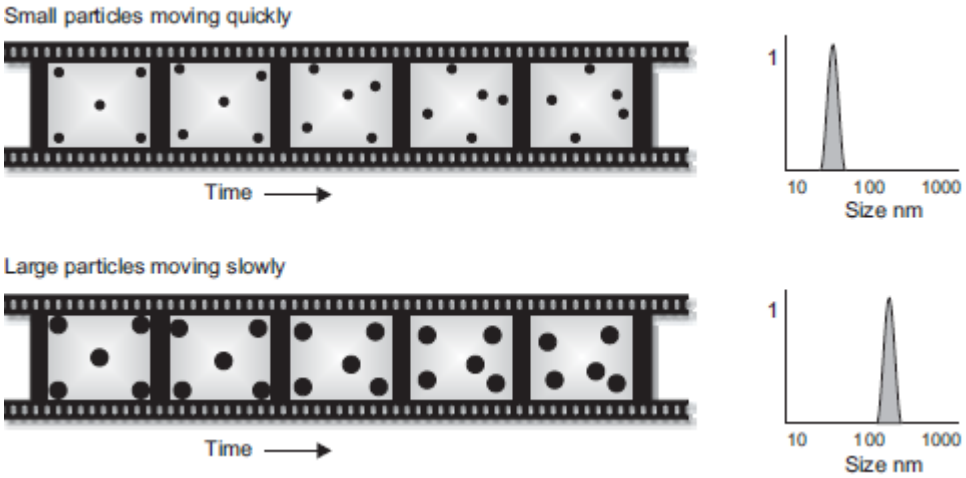
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran PSA pada Biosintesis Nanopartikel $AgNO_3$ Ektrak *Black garlic*
Sumber : Data Pribadi

Nomor Peak	Distribusi Ukuran	Diameter partikel (nm)
Peak 1	59,47	111,4 nm
Peak 2	138,3	110,6 nm
Peak 3	138,3	110,6 nm
Peak 4	131,5	114,6 nm
Peak 5	134,6	110,6 nm

Pada tabel 4.4 dan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* memiliki distribusi ukuran antara 59,47 nm dan 131-138 nm. Distribusi ukuran berhubungan dengan kecepatan partikel dalam melakukan pergerakan. Dapat dilihat pada keterangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

gambar 4.4 tentang distribusi dan pergerakkan partikel.



Gambar 4.4 hubungan antara distribusi partikel terhadap kecepatan partikel dalam melakukan pergerakkan.
Sumber : Malvent, 2014

Penjelasan mengenai hubungan antara distribusi ukuran partikel dan kecepatan partikel dalam melakukan pergerakkan dapat dilihat pada gambar 4.6 dimana pada penelitian ini distribusi ukuran diatas 100 nm sehingga distribusi biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* termasuk partikel besar dengan kecepatan pergerakkan yang lamban, sehingga mempengaruhi kecepatan partikel menuju sel target. Semakin besar distribusi ukuran partikel maka semakin lamban pergerakkan sehingga mempengaruhi pengaplikasian nanopartikel menuju sel target (Malvent, 2014).

Penelitian ini memiliki ukuran partikel antara 110 – 111 nm. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Thach and Thuy (2019) bahwa sintesis nanopartikel dengan berbagai macam konsentrasi pembanding antara ekstrak *black garlic* dengan agen penstabil PVA (Polyvinil Alcohol) menghasilkan perbandingan 1:1 ekstrak dengan PVA dapat menghasilkan 165 nm. Perbandingan 2:1 ekstrak dengan PVA

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menghasilkan 109 nm ukuran nanopartikel. Selanjutnya 3:1 ekstrak dengan PVA dapat membentuk 137 nm ukuran nanopartikel. 1:2 ekstrak dengan PVA dapat membentuk 178 nm ukuran nanopartikel dan 1:3 ekstrak dengan PVA menghasilkan 144 nm ukuran nanopatikel. Sehingga yang paling optimal menggunakan skala perbandingan 2:1 ekstrak *black garlic* dengan agen penstabil PVA menghasilkan 109 nm. Sehingga pada penelitian ini dengan sintesis $AgNO_3$ dengan agen pereduksi ekstrak *black garlic* tanpa adanya agen penstabil dapat menghasilkan ukuran 110-111 nm ukuran partikel-nano, kemungkinan sintesis nanopartikel dengan suhu 50 ^oC dapat memperkecil ukuran nanopartikel. Meningkatnya suhu reaksi dapat mempercepat kecepatan reaksi sintesis sehingga ion-ion Ag^+ sebagaian besar telah terbentuk menjadi Ag^0 (ion perak) sehingga ukuran partikel menjadi semakin kecil (Yong and Beom, 2009).

4.4 Aktifitas Antijamur terhadap *Candida albicans*

Uji aktifitas antijamur dengan jenis spesies jamur *Candida albicans* dengan ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanpartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic*. Ekstrak *black garlic* menggunakan metode maserasi dengan jenis pelarut methanol 96% menggunakan beberapa varian konsentrasi 100%, 90%, dan 80%. Biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* dilakukan beberapa varian konsentrasi 100% biosintesis nanopartikel 90% dan 80% biosintesis nanopartikel. Kontrol positif menggunakan Ketoconazol tablet dengan varian konsentrasi 100%, 90%, dan 80%. Kontrol negatif

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menggunakan Larutan $AgNO_3$ 0,1 mM dengan varian konsentrasi 100%, 90%, dan 80% dan methanol 96%. Jamur menggunakan biakan murni *Candida albicans* yang didapat dari dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya. Uji aktifiyas antijamur mengunakan beberapa tingkat pengujian, yang dimulai dari uji zona hambat, uji KHM (Konsentrasi Hambat Minimum), dan uji KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum).

4.4.1 Uji Zona Hambat

Uji zona hambat merupakan uji yang digunakn untuk mngetahui konstrensi minumum untuk menghambat aktifitas Candida albicans dengan melihat pembentukan zona jernih disekeliling kertas cakram. Uji ini menggunakan metode difusi karena senyawa yang ada dalam ekstrak *black garlic* akan berdifusi menuju media padat. Dibawah ini hasil uji zona hambat terhadap aktifitas Candida albicans akan dijelaskan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Zona Hambat terhadap *Candida albicans*
Sumber : Data Pribadi

Rata-rata Hasil Zona Hambat	Ekstrak *Black garlic*	Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic*	Ketoconazole	Larutan $AgNO_3$ 1 mM	Methanol 96%
100%	3,15 mm	3,49 mm	25,31 mm	-	-
90%	2,31 mm	2,42 mm	20,95 mm	-	-
80%	2,3 mm	2,11	19,20 mm	-	-

Hasil uji zona hambat pada penelitian ini dapat dilihat dari tabel 4.5 bahwasannya konsentrasi yang paling optimal dalam uji zona hambat adalah 100% pada keseluruhan agen antijamur. Pada ekstrak *black garlic* menghasilkan 3,13 mm, biosintesis nanopartikel $AgNO_3$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ekstrak *black garlic* 3,49 mm, ketoconazole 25,31 mm, dan kontrol negatif menggunakan larutan AgNO3 0,1 mM dan metanol 96% tidak membentuk hasil uji zona jernih. Untuk mengukur zona hambat dapat digunakan rumus selisih antara terbentuknya zona hambat dikurangi dengan ukuran kertas cakram (6 mm), berikut beberapa klasifikasi ukuran zona jernih pada uji zona hambat 1-5 mm : sangat lemah; 6-10 mm : lemah; 11-20 mm : aktif, dan 21-30 mm : sangat aktif (Maharani, Fitriya, dan Farida, 2017). Penggunaan aktifitas antijamur mengunakan ekstrak *black garlic* masih dibilang sangat lemah, setalah diujikan dengan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* masih dibilang sangat lemah juga. Selanjutnya dibandingkan dengan kontrol positif berupa ketoconazole menghasilkan uji zona hambat yang sangat kuat. Sedangkan dibandingkan dengan kedua kotrol negatif tidak terbentuk zona hambat sehingga daya hambat *Candida albicans* memang berasal dari kandungan senyawa yang terdapat pada ekstrak *black garlic*.

Hasil perbandingan antara ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* tidak memiliki pengaruh yang signifikan dibuktikan dengan dilakukan uji statistika menggunakan uji kruskal wallis. Uji kruskal wallis menghasilkan nilai p sebesar 0,461 lebih dari 0,05. Pemaparan data hasil penelitian uji zona hambat terhadap *Candida albicans* dengan berbagai penggunaan agen antijamur memiliki hasil yang berbeda-beda. Adanya perbedaan daya hambat dari masing-masing zat agen antijamur karena memiliki struktur dan sel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang berbeda. Selain itu, perbedaan daya hambat dipengaruhi oleh senyawa aktif yang terkandung dari masing-masing agen antijamur. Senyawa aktif yang terkandung dalam masing-masing agen antijamur dapat berdifusi dari kertas cakram menuju kedalam media agar semakin lama diinkubasi pada media agar semakin terlihat pembentukan zona jernih. Zona jernih menandakan tidak adanya pertumbuhan koloni dari *Candida albicans* disekitar kertas cakram. Terbentuknya zona jernih mengindikasikan tidak adanya pertumbuhan aktifitas *Candida albicans* sehingga suatu senyawa yang terkandung dalam agen antijamur dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans* dengan demikian zona jernih adalah salah satu ciri dari uji zona hambat. Uji zona hambat merupakan uji dengan metode difusi (Bagul and Sivakumar, 2016).

4.4.2 Uji KHM (Konsentrasi Hambat Minimum)

Uji KHM dapat dilakukan apabila setelah melakukan uji zona hambat dengan melihat konsesntrasi terendah dengan hasil zona jernih paling luas. Pada metode ini dilakukan 5 kali pengenceran untuk melihat dalam 1 konsentrasi yang optimal untuk diambil 1 pengenceran yang selanjutnya akan digunakan untuk melakukan uji KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum). Uji KHM ini merupakan uji dengan metode dilusi cair dengan melakukan pengenceran. Metode pengenceran dirasa paling tepat dikarenakan dapat memperkirakan konsentrasi agen antimikroba dalam media cair secara kuantitatif dalam mengukur aktifitas animikroba (Blauri, Sadiki, and Ibnsouda, 2016). Proses melakukan uji KHM dengan melakukan pengukuran OD

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Optical Density) sebelum dan setelah inkubasi. Pengukuran OD dapat dilakukan menggunakan UV-Vis dengan panjang gelombang 600 nm dengan blanko aquades. Uji KHM akan dijelaskan dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil UJI KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) terhadap Candida albicans
Sumber : Data Pribadi

Rata-rata Hasil KHM	Ekstrak *Black garlic* 100%	Nanopartikel AgNo3 Ekstrak *Black garlic* 100%	Ketoconazole 100%	Larutan AgNO3 1mM 100%	Methanol 96% 100%
P0	0,756	0,550	0	0,857	0,965
P1	0,977	0,861	0,382	0,743	0,951
P2	0,815	0,829	0,445	0,693	0,895
P3	0,676	0,652	0,129	0,574	0,829
P4	0,565	0,652	0,078	0,525	0,402
P5	0,460	0,360	0,072	0,487	0,328

Hasil dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil uji KHM yang memiliki nilai yang optimal terdapat pada pengenceran ke5 dari keselurhan agen antijamur. Ekstrak *black garlic* menghasilkan 0,460; biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* menghasilkan 0,360; konrol positif dengan ketoconazole menghasilkan 0,072; larutan $AgNO_3$ 0,1 mM menghasilkan 0,487 dan metanol 96% 0,128. Dari semua agen antijamur yang memiliki zona hambat paling besar pada 3 varian konsentrasi yaitu pada konsentrasi 100% dikarenakan sesuai pada pernyataan Pelczar dan Chan (1988) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak kandungan senyawa pada agen antimikroba sehingga kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba semakin tinggi pula. Jadi untuk melakukan uji KHM menggunakan konsenrasi 100%. Untuk melihat hasil KHM dapat dilihat dari tabel 4.6 dimana ada 2 cara untuk melihat dan mempertimbangkan hasil uji KHM, yang pertama hasil selisih OD setelah inkubasi dan sebelum inkubasi, apabila hasil mendekati 0 maka

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kemampuan hambat ekstrak *black garlic* semakin kuat dan yang kedua dapat dilihat dari hasil absorbansi antara sebelum dan sesudah inkubasi, apabila hasil sebelum inkubasi mendekati hasil OD setelah inkubasi maka kemampuan hambat yang dimiliki semakin meningkat.

Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak *black garlic* belum dapat menghambat pertumbuhan aktfitas dari *Candida albicans* secara optimal. Dapat dilihat dari nilai OD pada pengenceran ke-0 selisih antara setelah inkubasi dan sebelum inkubasi sangat menjauhi angka 0 secara otomatis maka perbandingan antara setelah inkubasi dan sebelum inkubasi menglami peningkatan nilai OD, pada pengenceran ke-1 mengalami peningkatan selanjutnya dari pengenceran ke-2 sampai pada pengenceran ke-5 mengalami penurunan. Dengan adanya pembuatan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* dapat menghambat lebih optimal dibandingkan dengan ekstrak *black garlic*, walaupun perbedaannya tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan dapat ditunjang dengan dilakukannya uji statistika dengan uji kruskall wallis menghasilkan 0,473 lebih dari nilai signifikan (0,05). Selajutnya dibandingkan dengan kontrol positif menggunakan obat antijamur jenis ketoconazole dapat menghambat pertumbuuhan koloni *Candida albicans* dengan nilai OD pada pengenceran ke-0 adalah 0, sehingga perbandingan antara sebelum dan setelah inkubasi adalah nilai yang konstant sehingga selama proses inkubasi selama 24 jam koloni Candida albicans tidak dapat tumbuh. Tetapi pada pengenceran ke-1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengalami penaikan, pada pengenceran ke-2 hingga pengenceran ke-5 mengalami penurunan hingga nilai OD mendekati 0.

Biointesis nanopartikel $AgNO_3$ dengan prekursor ekstrak *black garlic* masih belum dapat secara optimal menghambat pertumbuhan dari aktifitas *Candida albicans*, dibuktikan dengan pembanding obat antijamur dengan jenis ketoconazole. Larutan $AgNO_3$ 1 mM dan Methanol 96% tidak dapat menghambat petumbuhan dari *Candida albicans*, dapat dilihat dari pengenceran ke-0 dengan nilai OD sangat menjauhi angka 0, secara tidak langung laju pertumbuhan *Candida albicans* setelah inkubasi mengalami laju pertumbuhan paling cepat diantara penggunaan ekstrak *black garlic*, biosinstesis nanopartikel $AgNO_3$ ektrak *black garlic* dan ketoconazole. Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa semakin kebawah seri pengenceran, maka nilai OD semakin turun seri pengencerannya semakin turun mendekati 0, walaupun setelah inkubasi masih mengalami penaikan. Penururnan nilai OD yang mendekti angka 0 khususnya pada pengenceran seri ke-5 rata-rata mendekati angka 0 dikarenakan kemungkinan terjadinya kematian sel pada koloni antijamur.

Uji agen antijamur (ekstrak *black garlic*, biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ektrak *black garlic*, dan ketoconazole) pada pengenceran seri ke-1 mengalami peningkatan OD dikarenakan pada pengenceran 1 senyawa yang proses inkubasi koloni dari *Candida albicans* masih dapat tumbuh sehingga ekstrak *black garlic* belum dapat menghambat secara optimal. Selanjutnya dilihat dari Biosintesis nanopartikel $AgNO_3$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ekstrak *black garlic* lebih optimal yang dapat menghambat pertumbuhan dari *Candida albicans* dapat dilihat dari pengenceran ke-0 dengan nilai OD 0,550 lebih terkandung dalam agen antijamur lebih sedikit yang dibandingkan dengan resistensi pada koloni *Candida albicans* (Agustutiningsih, Setyani, dan Hindratna, 2014). Tetapi kenaikan nilai absorbansi tidak sepenuhnya karena pertumbuhan dari koloni *Candida albicans* melainkan dipengaruhi oleh konsentrai yang pekat pada tabung uji KHM, sehingga dapat mempengaruhi penyerapan cahaya sehingga tidak dapat membedakan antara sel hidup dan sel mati (Warokka, Wurisan, dan Juliantri, 2016).

Metode dilusi banyak dilakukan untuk menguji daya antimikroba terhadap kandungan suatu senyawa pada bahan tertentu. Pada penelitian ini membahas bagaimana kandungan senyawa dari *black garlic* terhadap uji antijamur *Candida albicans*. Metode dilusi cair digunakan pada penelitian ini dikarenakan metode dilusi cair memiliki sensitivitas lebih tinggi dibandingkan dengan teknik difusi (uji zona hambat). Pada uji KHM ini diamati tidak ada sifat fungsida karena hanya dapat menghambat aktifitas *Candida albicans*.

Uji KHM dapat dilakukan tanpa penggunaan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur nilai OD. UJI KHM dapat juga dilihat dengan visual untuk melihat pertumbuhan bakteri dengan tingkat kekeruhan sebelum dan setelah inkubasi, tetapi apabila hanya melihat dari tingkat kekeruhan maka peniliaian akan bersifat subjektif. Penilaian masing-masing individu berbeda-beda sehingga meningkatkan nilai galat,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ditambah lagi dengan larutan media dan rata-rata warna ekstrak berwarna coklat gelap yang mempersulit pengamatan untuk menganalisa tingkat kekeruhan.

Pengamatan dengan cara visiual dengan melihat tingkat kekeruhan dapat mempengaruhi analisis secara subjektif. Sehingga digunakan perhitungan dan analisis data KHM dengan nilai absorbansi sebelum dan seduah inkubasi beserta selisi setelah dan sebelum inkubasi untuk mengetahui tumbuh atau tidaknya suatu mikroba. Panjang gelombang yang digunkan untuk mengukur OD (Optical Density) menggunakan 600 nm (panjang gelombnag untuk mengukur jumlah koloni mikroba), pada panjang gelombang 600 nm digunakan karena sel-sel dapat diserap. Menggubakan suhu 37^0C selama proses inkubasi dikarenakan suhu optimal seperti pada tubuh manusia. Menggunakan waktu 24 jam dikarenakan pada *Candida albicans* apabila masa inkubasi untuk pengujian antijamur berada dalam fase menuju kematian, dikhawatirkan bakteri mati bukan karena kandungan senyawa, tetapi sudah memasuki fase kematian (Agustutiningsih, Setyani, dan Hindratna, 2014).

4.4.3 Uji KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum)

Uji Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dilakukan setelah mengetahui hasil nilai OD akhir dengan rumus perhitungan selisih antara nilai OD setelah inkubasi dengan nilai OD sebelum inkubasi. Nilai OD akhir yang dibutuhkan pada seri pengenceran terbesar dengan nilai OD akhir mendekati 0. Pada penelitian saat ini dengan uji KHM dengan agen antijamur (ekstrak *black garlic* 100% dan biosintesis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* 100%), kontrol positif (Ketoconazole 100%), dan kontrol negatif (Larutan $AgNO_3$ 0,1 mM 100% dan Methanol 96% konsentrasi 100%) menggunakan pengenceran seri ke-5 dikarenakan nilai OD akhir mendekati 0. Setelah menentukan seri peengenceran ke-5 diinkubasi dalam media padat selama 24 jam dengan suhu 37^0 C. Setelah diinkubasi dapat diamati secara visual dalam media padat. Untuk melihat hasil uji KBM dapat dilihat dari tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil KBM (Konentrasi Bunuh Minimum) terhadap aktifitas *Candida albicans.*
Sumber : Data Pribadi

Rata-rata Hasil KBM	Ekstrak *Black garlic 100%*	Nanopartikel $AgNO_3$ Ekstrak *Black garlic 100%*	Ketoconazole 100%	Larutan $AgNO_3$ 1mM 100%	Methanol 96% 100%
Pengenceran ke-n	5	5	5	5	5
Ulangan 1	++	++	+	++	++
Ulangan 2	++	++	+	++	++
Ulangan 3	++	++	+	++	++

Keterangan tabel : ++ (tumbuh koloni banyak); +(tumbuh koloni sedikit); dan – (tidak tumbuh koloni). Tidak ada perbedaan antara ektrak *black garlic* dan nanopartikel black garlic.

Dari tabel 4.7 menunjukkan hasil uji KBM dimana seluruh agen antijamur dalam cawan petri terdapat koloni jamur yang rapat dan banyak kecuali pada ketoconazole, koloni yang tumbuh pada ketoconazole renggang dan sedikit. Uji KBM merupakan uji dengan metode dilusi padat. Uji dilusi padat dapat dilakukan setelah melakukan uji dilusi cair. Dari tabel 4.7 mendapatkan hasil bahwa semua agen antijamur tidak memiliki aktifitas fungsida (kandungan agen antijamur yang dapat membunuh jamur). Dapat dibuktikan dengan tumbuhnya coloni *Candida albicans* pada media padat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.5 Pengaruh Aktifitas Agen Antijamur terhadap *Candida albicans*

Dari pemaparan 3 uji yang telah dilakukan, bahwasannya ekstrak *black garlic* tidak memiliki sifat fungsida, dibuktikan dengan tumbuhnya coloni Candida albicans pada uji KBM. Tetapi ekstrak *black garlic* dapat menghambat pertumbuhan coloni *Candida albicans* yang dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak, kandungan senyawa ekstrak, daya difusi ekstrak, dan jenis mikroba yang dihambat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrai ekstrak maka semakin besar daya hambat sehingga semakin kecil pertumbuhan coloni *Candida albicans*. Kandungan konsentrasi yang tinggi maka kandungan senyawa metabolit sekunder pada suatu ekstrak semakin banyak (Manik, Khotimah, dan Fitrianingrum, 2014). Senyawa aktif yang dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans* adalah senyawa Allisin dan senyawa prekursor SAC (S-Allyl Cystein) (Farhana, 2018). Selain itu kandungan saponin, fenol, tanin, dan kandungan thiosulfinat merupkan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan antijamur (Kulsum, 2014).

Aktifitas antijamur dari *black garlic* adalah S-Allyl Cystein dari kelompok tiosulfinat. Sifat dari senyawa S-Allil Cystein dapat merusak jaringan dari suatu mikroba, khusunya bakteri dan jamur, kerusakan pada mikroba tersebut dikarenakan reaksi yang dikatalis oleh enzim aliinase. Senyawa tiosulfinat selain terdapat pada *Allium sativum*, juga terdapat pada *Petiveria sp*. Allicin dan SAC merupakan senyawa yang berbeda dengan antibiotik konvensional karena memiliki sifat yang mudah menguap dan dapat memiliki sifat bakteriostatik bahkan bakteriosida dan sifat fungsida pada jamur melalui fase

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

gas pada senyawa dari allisin dan SAC, menariknya juga bakteri patogen paru-paru manusia rentan terhadap ssenyawa allisin dan SAC. Tiosulfinat merupakan senyawa yang berasal dari disulfida –S-monoxida dan hasil produk kondensai dua asam sulfinat. Reaktifitas tiosulfinat terhadap gugus tiol merupakan komponen penting dari aktifitas antimikroba. Dengan adanya elekton dari atom O dapat menghasilkan elektrofilik dari senyawa sulfur yang sangat mudah bereaksi dengan gugus tiol (lebih khusus pada ion tiolat) (Gao et al, 2013).

Kandungan senyawa dari *black garlic* salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai aktifitas antijamur pada *Candida albicans*. Mekanisme dari senyawa yang terkandung dalam *black garlic* dapat mengurangi pertumbuhan jamur, menyebabkan kerusakan pada membran, dan dapat menghambat sintesis lipid, protein dan asam nukleat (Cowen et l, 2015) Kandungan dari *black garlic* sendiri terdapat Diallildiulfida atau ajoene terdapat pula pada ekstrak maserasi *black garlic* mengunakan pelarut methanol. Diallildiulfida atau ajoene merupakan senyawa yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur dibandingkan senyawa lain seperti : allisin, allil metil tiosulfinat dan metil alil tiosulfinat. Kandungan dari senyawa *black garlic* dapat memproduksi enzim yang dapat menonaktifkan fitokonstituen kandungan metabolit sekunder dari *black garlic*. Ajoene dapat menghambat sintesis lipid dan menghasilkan RNA dengan bentuk yang lain. Akibat senyawa ajoene pada *black garlic* dapat merusak permeabilitas dinding sel dengan memutus rantai gugus SH (sulfuhidril dan disulfida) pada saat sintesis asam amino. Dengan putusnya gugus SH memiliki dampak tidak terjadi sintesis enzim protease yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dapat merusak komponen membran sitoplasma dan tidak terjadi proliferasi pada *Candida albicans* (Maulia dkk, 2018).

Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada black garlick seperti saponin, tanin, flavonoid, dan minyak atsiri. Saponin dapat merusak membran sitoplasma. Kemampuan saponin memiliki persamaan yang sama dengan golongan polifenol dalam merusak permeabilitas sel jamur. Sifat dari senyawa saponin adalah ampifatik. Ampifatik merupakan kandungan dari hidrofilik dan hidrofobik yang dapat larut dalam protein membran. Mekansime kerja saponin pada bagian hidrofobik adalah dengan mengikat ligan protein membran hidrofobik sehingga protein membran dapat merubah posisi dari unsur lipid yang memberi dampak sel jamur menjadi rusak.

Tanin memiliki kemampuan dalam menghambat reverse transkiptase yang mengakibatkan koloni sel jamur *Candida albicans* tidak terbentuk. Kemampuan senyawa ini berhubungan dengan kemampuan meningkatkan adesi dan tidak mengaktifkan kerja enzim. Selain itu dapat mengganggu sintesis protein pada lapisan sel. Mekanisme kerja tanin juga dapat mengganggu polipeptida dinding sel, sehingga pembentukan dinding sel menjadi kurang sempurna, akibatnya dinding sel menjadi lisis. Lisisnya dinding sel dikarenakan tekanan osmotik dari sel jamur akan mati. Adanya tekanan osmotik berkaitan pada ion besi pada sel yang berikatan dengan senyawa tanin. Candida merupakan jamur yang tumbuh dengan kondisi aerob. Zat besi merupkan salah satu unsur yang digunakan dalam berbagai mekanisme sel, salah satunya sebagai reduksi dari prekursor ribonukleotida DNA.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Mekanisme selanjutnya dipengaruhi oleh kandungan senyawa flavonoid. Flavonoid dapat membentuk kompleks dari protein terlarut, ekstraseluler, dan dinding sel. Selain itu flavonoid dapat mengganggu membran *Candida albicans*. Mekanisme diatas dapat mengganggu pembentukan sistem imun pada sel koloni. Saat sistem imun mengalami gangguan maka flavonoid lebih mudah untuk mengganggu dan merusak kompartemen sel yang lain, dengan demikian sel koloni *Candida albicans* dapat mati. Kandungan yang paling menonjol pada *black garlic* adalah kandungan minyak atsiri. Minyak atsiri dapat mengganggu proses sintesis protein dengan cara mendenaturasi protein dan dinding sel. Protein ekstraseluler didenaturasi dan merusak proses pembentukan dinding sel. Dengan merusak membran sel sehingga mengganggu sintesis lipid. Dengan begitu dapat terjadi gangguan transport nutrisi pada sel jamur melalui membran sel. Dengan kurangnya nutrisi maka sel jamur mengakibatkan kekurangan nutrisi yang diperlukan dalam proses pembentukan koloni baru Candida albicans (Manik dkk, 2014).

Hasil yang didapat pada penelitian perbandingan antara *ekstrak black garlic* dengan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* terhadap aktifitas antijamur *Candida albicans* menghasilkan perbedaan yang tidak signifikan tetapi penggunaan biointesis nanopartikel lebih optimal dibandingkan dengan ekstrak *black garlic*, diketahui hasil dispersi ukuran nanopartikel berada pada kissaran 110-120 nm, beberapa penjelasan mengenai nanopartikel terhadap antijamur. Nanopartikel yang disintesis oleh tumbuhan memiliki banyak manfaat untuk diaplikasikan. Apabila nanopartikel disintesis dengan fisik dan kimia menggunakan berbagai agen pereduksi (bahan kimia)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan agen penstabil (surfaktan) yang menghasilkan limbah yang tidak ramah lingkungan, tetapi apabila menggunakan senyawa pada tumbuhan sebagai agen pereduksi maka tidak menggunakan jenis agen pereduksi/surfaktan yang berbahaya.

Penggunaan bahan kimia sebagai pereduksi dirasa tidak memiliki sifat ramah lingkungan. Sehingga metode penelitian ini menggunakan metode "*Green shynthesis*" (pereduksi $AgNO_3$ menggunakan tanaman). Secara alami tanaman mengandung berbagai macam fito-biomolekul yang bertindak sebagai agen pereduksi dan agen penstabil yang secara karakteristik dapat meningkatkan manfaat aplikasi khususnya dibidang medis, salah satunya sebagai agen antijamur. Nanopartikel menggunakan bahan alam lebih unggul dengan mengacu pada biomedis secara in vivo berbeda dengan dengan yang disentesis secara kimia, karena komponen pertumbuhan sel yang dibuthkan untuk pertumbuhan dan proliferasi sel dapat diaglomerasikan secara ireversible karena adanya persamaan struktur biomolekul yang berada pada tumbuhan seperti : asam amino, protein, garam, alkaloid, flavonoid, dll. Selain itu penggunan nanopartikel yang disintesis menggunakan tumbuhan lebih superlatif, kompatible, dan ramah lingkungan karena stabilitas berada pada unsur biologis (Anjum et al, 2016).

Penggunaan $AgNO_3$ mengalami peningkatan yang pesat dikarenakan strain jamur opertunistik yang sudah resisten terhadap agent antijamur konvensional. $AgNO_3$ memiliki sifat antijamur yang berpotensi. Infeksi jamur terjadi karena kekebalan tubuh terganggu karena mengalami imunodefisiensi. Berbagai jamur yang dapat dihambat oleh $AgNO_3$ seperti Candida, Aspergillus, dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Saccharomyces. Sebagai fungsida, $AgNO_3$ dapat menghambat 44 strain dan 6 spesies jamur (*Candida albicans, Candida krusei, Candida glabrata, Candida parapsilosis, Candida tropicalis, dan Trychophyton mentagrophytes*). Penggunaan $AgNO_3$ sendiri memiliki banyak aktifitas biologis khususnya dalam aktifitas antijamur. $AgNO_3$ sebagai agen antijamur yang efektif secara klinis. Penggunaan agen perak mulai muncul dan banyak digunakan karena munculnya banyak kasus resisten jamur terhadap antibiotik yang berlebihan. Dengan pengembangan nanotekeknologi $AgNO_{3,}$ ion perak terbukti dapat menghambat pertumbuhan jamur.

Analisis TEM menunjukkan bahwa setelah beberapa menit melakukan reaksi dengan $AgNO_{3,}$ membran jamur dapat lisis karena karakter $AgNO_3$ memiliki luas penyerapan yang luas. Kemampuan daya hambat juga dipengaruhi konsentrasi $AgNO_3$ yang digunakan. Parameter yang berbeda mempengaruhi pembentukan daya hambat pada antijamur, seperti : ukuran konsentrasi perak, dan jenis senyawa yang tergantung dalam jenis tumbuhan yang digunakan.

Penggunaan $AgNO_3$ dapat menghambat daya antijamur dengan memperceat reaksi untuk melisiskan membran sel jamur. Meskipun banyak penelitian menyarankan antijamur jenis yang berbeda, mekanisme dasar $AgNO_3$ adalah pengehambatan pertumbuhan, gangguan membran, dan kematian sel bakteri tetapi mekanime aksi yang tepat belum sepenuhnya dipahami. Secara singkat terdapat 3 mekanime antijamur yang paling umum dijelaskan: Jamur dapat mengambil ion perak bebas sehingga dapat mengganggu sintesis ATP dan replikasi DNA; Pembuatan ROS (reactive

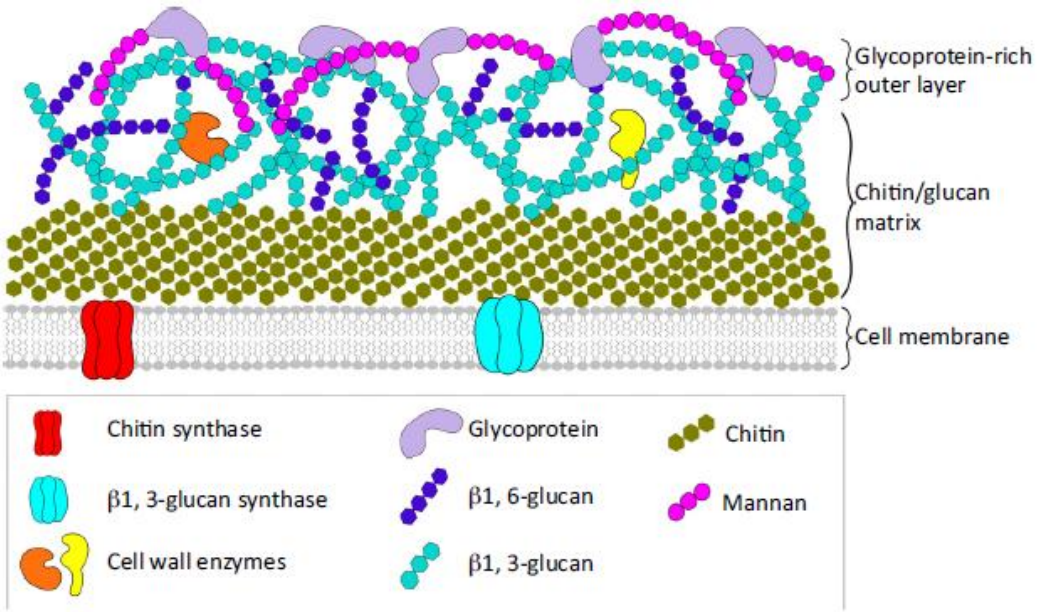
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

oxygen species) senyawa organik yang memiliki gugus fungsional dengan atom oksigen yang bermuatan lebih banyak elektron pada ion perak; dan $AgNO_3$ dapat mengarahkan pada kerusakan membran. Menurut penelitian yang diungkapkan oleh Chaloupka et al (2010) dalam Anjum et al (2016) yang menjelaskan bahwa banyak perbedaan dalam masing-masing penelitian tentang mekanisme $AgNO_3$ yang paling sesuai terhadap efek antijamur, tetapi sekarang para peneliti mulai memahami efek kolektif di masing-masing mekanisme berkontribusi untuk mekanisme dalam spektrum luas antijamur.

Beberapa faktor yang mempengaruhi lemahnya daya hambat *black garlic* terhadap *Candida albicans* dikarenakan kandungan organosulfur yang terdapat pada *black garlic* mengalami penguapan pada saat pemanasan dikarenakan saat pemanasan bawang putih tidak ditutup oleh alumunium foil. Selain itu seyawa dasar dari Alicin pada sel target mengalami penempelan terhadap reaksi protein dan asam lemak sebelum mengenai sel target. Selain itu juga ada biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ sendiri memiliki distribusi ukuran yang lambat sehingga kemampuan pergerakkan menuju sel targetpun lambat pula akibatnya pergerakkan untuk aktifitas menghambatpun masih jauh kurang optimal. Sehingga kecepatan tumbuh koloni lebih kuat dan lebih cepat dibandingkan degan pergerakkan nanopartikel menuju sel target.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Struktur dinding sel dari *Candida albicans* sangat kuat, dapat dilihat dari gambar 4.5 mengenai struktur dinding sel dari *Candida albicans* dibawah ini.



Gambar 4.5 Struktur dinding sel *Candida albicans*
Sumber : Geoghean et al, 2017.

Dinding sel merupakan penghalang utama dari sel jamur terhadap lingkungan eksternal, memainkan peran sentral dalam mempertahankan komponen intraseluler. Selain itu dinding sel merupakan awal respond antara inang dan koloni jamur. Dinding sel merupakan awal mula interaksi antara respond imun dengan reseptor imun. Untuk mempertahankan komponen intraseluler sel jamur terhadap tekanan lingkungan, dinding sel harus mudah beradaptasi dengan lingkungan eksternal yang dapat merubah respond intraseluler sel atau merubah atau memicu respong imun jamur. *Candida albican*s merupakan salah satu jenis jamur patogen. Jamur patogen memiliki struktur umum dinding sel yang memiliki lapisan dari kitin dan β-glutamin. Tetapi komponen lapisan luar polisakarida untuk mencegah imunitas sel jamur berbeda-beda tergantung jenis jamur. Pada Candida albicans lapisan terluar dari glikoprotein yang bermanosilasi yang terhubung degan GPI (Gugus

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

glycosylphosphatidylinositol) yang telah dimodikfikasi dan 1,6 β-glukan yang terhubung dengan inti β-glukan dan kitin. Sel hifa dari Candida albicans memiliki fibril mana yang lebih pendek dan tidak rapat dibanding sel hifa lain (Hopke et al, 2018).

Proses pembuatan *black garlic* pada penelitian ini menggunakan proses pemanasan saja, tanpa kontrol unsur kelembapan. Sedangkan senyawa yang paling dominan pada bawang putih dan *black garlic* merupakan senyawa jenis organosulfur, sehingga apabila pembuatan *black garlic* hanya dengan kontrol suhu dapat menyebabkan reaksi pembentukan senyawa allil-sulfur dapat terhenti dalam kurun waktu yang lama dalam oven selain itu adanya pemanasan tanpa adanya kontrol kelembapan juga dapat mendegredasi dan mengurai organosulfur (Hermawan dan Setyawan, 2013). Selain itu pelarut yang digunakan sudah mengalami penguapan saat melakukan ekstraksi sehingga komponen senyawa dari *black garlic* tidak diikat secara maksimal. Hasil aktifitas antijamur yang sangat lemah dalam penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kulsum pada tahun 2014 yang menyatakan bahwa ekstrak *black garlic* tidak menghasilkan zona hambat diduga karena proses pemanasan menyebabkan hilangnya kandungan organosulfur.

Kandungan organosulfur yang telah rusak dan menguap saat proes pemanasan dapat mempengaruhi sintesis nanopartikel, sehingga reduksi ion perak yang terbentuk semakin sedikit sehingga distribusi ukuran nanopartikel pula semakin besar sehingga kecepatan laju menuju sel target semakin lama. Pengaruh ukuran nano yang memiliki ukuran besar tidak dapat menembus ruang-ruang antar sel yang hanya ditembus pada ukuran kecil partikel-nano.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain itu ukuran dan distribusi ukuran partikel mengalami agregasi dan ukuran partikel yang tidak merata sehingga mempengaruhi kondisi stabilitas nanopartikel sendiri. Kemungkinan lain karena saat proses penghantaran nanopartikel menuju sel target bereaksi pada target yang tidak sesuai dengan target awal, seperti ketidaksesuain antar ligan, ligan dengan protein, atau protein dengan protein. Selain kandungan dari protein maka pengaruh lain yang sesuai dengan penelitian ini diduga karena kandungan gula reduksi yang sudah terdegrasi. Gula reduksi merupakan komponen membran seluler, sehingga dengan kandungan gula reduksi banyak yang sudah hilang maka komponen nanopartikel sulit untuk mengikat membran dari *Candida albicans* sendiri (Martien dkk, 2012). Dengan berbagai macam kemungkinan maka banyak faktor yang mempengaruhi aktifitas antijamur *Candida albicans.*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Perbedaan aktifitas antijamur dapat dilihat dari parameter uji zona hambat, konsentrasi hambat minimal (KHM), dan konsentrasi bunuh minimal (KBM). Uji zona hambat memiliki nilai zona jernih terbesar dengan konentrasi 100% pada ekstrak *black garlic* sebanyak 3,15 mm dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* sebanyak 3,49 nm. Uji KHM menggunakan 5 kali pengenceran, dengan nilai OD terendah pada pengenceran ke-5, pada ekstrak *black garlic* menghasilkan OD 0,460 dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* menghasilkan OD 0,360. Dan uji KBM dari ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* masih terdapat koloni *Candida albicans* yang tumbuh, sehingga ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* tidak bersifat fungsida. Dari serangkaian uji aktifitas antijamur tidak ada perbedaan yang signifikan antara ekstrak *black garlic* dan biosintesis nanopartikel $AgNO_3$ ekstrak *black garlic* terhadap pertumbuhan *Candida albicans*.

5.2 Saran

a. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa penelitian ini perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai spesifik senyawa dan penjelasan lebih lanjut megenai reduksi ion perak dengan enyawa organoulfur pada black garlic

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa hasil penelitian ini perlu adanya penjelasan lebih mengenai sintesis nanoparikel selain logam Ag dan perbandingan karakter antara logam Ag dengan logam jenis lain.
c. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa hasil penelitian ini perlu adanya penelitian lebih mengenai pengaplikasian nanopatikel ekstak *black garlic* dibidang indutri, kesehatan, dan bidang-bidang lain.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Alkhalifawi,I.,Al-Obodi,E.,and,Al-Saadi,T.2015.Biosynthesis of Silver Nanoparticles by Using Garlic Plant Iraqi Extract and Study Antibacterial Activity.3,1-9.

Anggraeni,N,D.2014.Analisis SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite.SEMNAS Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS.7,50-56.

Anjum,S.,Abbasi,B,H.,and,Shinwari,Z,K.2016.Plant-Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles for Biomedical Application : Challenges and Opportunities.*Pak.J.Bot*.48,04.

Ankri,S.,and,Mirelman,D.Antimicrobial Properties of Allicin from garlic .*Microbes Infect*.1991.02,125-129.

Atashi,M,H,E et al, 2011.Prevalance of Malocclosion in 13-15 years-old adolscents in Tabriz.*Journal of Dental Research*.1,1-5.

Atutiningsih,C.,Setyani,W.,dan,Hindratna,H.2014.Uji Daya Antibakteri dan Identifikasi Isolat Senyawa Katekin dari Daun Teh (*Camellia sinensi* L. var Assamica).*Jurnal Farmasi Sains dan Komunikasi*.11,02.

Avato,P.,Tursil,E.,and,Vitali,C,et al.2000.Allylsulfinate Constituent of Garlic Volatile Oil as Antimicrobial Agents.*Phytomedicine*.7,239-243.

Ayu,H.*Kinetik Sitesis Nanopartikel Perak dari Larutan $AgNO_3$ dengan Menggunkan Ekstrak Bungkil Biji Jarak pagar (Jatropa curcas. L) Sebagai Reduktor*.Sekolah Pasca Sarjana.Institut Pertanian Bogor,Bogor.

Bae,Sang Eun, Seung Yong Cho,and Yong Duk Wok, et al.2014.Changes in Allyl Cystein Contends and Phsicochemical Properties of Black garlic During Heat treatment.*LWT Food Sciences and Technology*.55,397-402.

Bagul,U,S.,and,Sivakumar,S,M.2016.Antibiotic Ssceptibility Testing: A Review on Current Practices.*International Journal of Pharmacy*.6,(03).

Balauri,M.,Sadiki,M.,andIbnsouda,S,K.2016Methods for In Vitro Evaluating Antimicrobial Activity:A Review.*Journal of Pharmaceutical Analysis*.

Bradley,C.2009.New Black Magic: Black garlic is New Food Sensation.*Herald Times Retrieved*.01-03.

Catrien.,Surya,Y,S.,dan,Ertanto,T.2008.*Reaksi Maillard pada Produk Pangan*.Program Kreatifitas Mahasiswa.Institut Pertanian Bogor,Bogor.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Choi Sook,Cha Han San,andYoung Soon Leee.2014.Physiochemical and Antioxidant Properties of Black garlic.*Molecules*.19,16811-16823.

Cowen,L,E.,Sanglard,D.,Howard,S,J.,Rogers,D,P.,and,Perlin,D,S.2015.Mechanis m of Antifungal Drug Resistance.*Cold Spring Harbour Perspective in Medicine*.5.

Dedin F, Rosida (2011) Reaksi Maillard : mekanisme dan peran dalam pangan dan kesehatan. Yayasan Humaniora, Yogyakarta.

Dermawan,K,H.,Martien,R.,and,Erlangga,D,N,et al.Pemanfaatan Nano Estrak Etanolik Kombinasi Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) dan Bawang Putih (*Allium sativum* L.) sebagai Immunomodulator Alami dalam Pengembangan Nanoherbal, Studi In Silico dan In Vitro.*Journal of Phamaceutical and Clinical Research*.02,110-119.

Diana,K.2016.Uji Aktifitas Antijamur Infusa Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap *Candida albicans* serta Profil Kromatografinya.*Journal of Pharmacy*.2,49-58.

Efendi,Y,N.,dan,Hertiani,T.2013.Potensi Antimikroba Ekstrak Etanol Sarang Semut (*Myrmecodiatuberosa* Jack.) *terhadap Candida albicans, Eschericia coli*, dan *Staphylococcus aureu.*Traditional Medicine Journal.18,(01).

Farhana,H.2018.Pengaruh Suhu dan Waktu Fermentasi Ekstrak Etanol Black Garlic (Allium sativum) terhadap Aktifitas Antibakteri Staphylococcus aureus dan Eschericia coli.*Skripsi*.Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Jendral Achmad Yani,Cimahi.

Gao,C.,Jiang,X.,Wang,H.,Zhao,.,and,Wang,w.2013.Drug Metabolism and Pharmacokinetics of Organosulfur Compounds from Galic.*Journal of Drugs Metabolism and Toxicology*.4,(05).

Gasiyah,N,W.2018.*Pengaruhn Lama Fermentasi terhadap Komponen Mutu Solo Black Garlic dari Bawang Putih (Allium sativum L.) Varietas Lumbu Hijau*.Artikel Ilmiah Universitas Mataram,mataram.

Gasyiya,N,W.2008.Pengaruh lama Fermentasi terhadap Beberapa Kmponen Mutu Solo Black garlic dari Bawang Putih (Allium sativum, L.) Varietas Lumbu Hijau.Artikel Ilmiah.Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri. Universitas Mataram, Mataram.

Geoghan,I.,Steinberg,G.,dan,Gurr,S.2017.The Role of The Fungal Cell Wall in The Infection of Plants.*Trands in Microbiology*.XX,yy.

Greenwood,D.,Slack,R.,danPeturer,J,et al.2007.*Medical Microbiology*. Elsevier, China.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hare,R.1993.*Mikrobiologi dan Imunologi Diterjemahkan oleh Praseno*.Penerbit Yayasan Esentia Medica,Yogyakarta.

Harmita.2006.*Analisis Kuantitatif Bahan Baku dan Sediaan Farmasi*.Program Studi Farmasi.Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.Universitas Indonesia,Depok.

Hassan,M,I.2012.*Modifikasi Nanopartikel Perak dengan Polivinil Alkohol untuk Meningkatkan Selektivitas dan Stabilitas Indikator Logam Tembaga (Cu) : Uji Coba pada Makroalga Merah (Kappaphycus alvarezii)*.Skripsi.Program Studi Farmasi.Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.Universitas Indonesia,Depok.

Hernawan,U,K.,dan,Setyawan,A,D.2003.Review: Senyawa Organosulfur Bawang Putih (*Allium sativum* L.) dan Aktifitas Biologinya.*Biofarmasi*.1,02,1693-2242.

Jawad,R,S.2014.Synthesis of Silver Nanoparticles.ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.9,04,586-592.

Khodavandi,A.,Alizadeh,and,F.,Aala,F.,et al.2010. In Vitri Investigation of Antifungal Activity of Allicin alone and in Combination with Azoles againts *Candida* species.*Mycopathologia*.169,287-295.

Kimura,S.,Tung,Y,C.,and,Pan,M,H, et al.2016.Balck garlic: A Critical Review of its Production, Bioactivity, and Application.30,1-9.

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,Surakarta.

Kumar,S.2016.Spectroscopy of Organic Compounds.Organic Chemistry,United Kingdom.

Ledezma,E.,and,Apitz-castro,R.2006.Ajoene The Main Active Compound of Garlic (*Allium sativum*): a New Antifungal Agent.Rev Iberoam Micol.23,75-80.

Lee,J,A.,and,Chee,H,Y.2010.In Vitro Antifungal Activity of Equol againts Candida albicans.Mycobiology.38,04,328-330.

Lee,Y,M.,Gweon,O,C.,and,Seo,Y,J, et al.2009.Antioxidant Effect of Garlic and Aged Black Garlic in Animal Model of Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutr Res Pract*.03,61-156.

Maharani.,Fitriya.,danFarida,S.2017.Uji Aktifitas Antibakteri Ekstrak Etanol Tanaman Obat Suku Musi di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan.*Jurnal Kefarmasian Indonesia*. 7,02.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Malvent Instrument.2004.*Zetasizer Nano Series User Manual*.England.

Manik,W,G.,Khotimah,S.,dan,Fitrianingrum,I.2014.Uji Aktifitas Antibakteri Ekstrak Kasar Biji Buah Langsat (Lansium dometicum Corr.) terhadap Bakteri Staphylococcus aureus.Jurnal Mahasiswa Fakultas Kedokteran Untan.1,(01).

Massake,Y.,Sulfikar.,dan,Rasyid,M.2014.Biosintesis Partikel-Nano Perak Menggunakan Ekstrak Methanol Daun Manggis Grafik (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Sains dan Matematika*.4,(01).

Mikaili,P.,Maadirad,S.,Moloudizargari,M.,et al.2013.Therapeutic Uses and Pharmacological Properties of Garlic Shallot and their Biologically Activity Compounds.*Iranian Journal of Basic Medical Sciences*.16,1031-1048.

Moore,A.,and,Goettmann,F.2006.The Plasmon Band in Noble Metal Nanoparticles : An Introduction to Theory and Application.*New Journal of Chemitry*.30.

Mouli,M,N,M.,Syarief,R.,Irani,E,V.,Kusumaningrum,H,D.,dan,Suyatma,N,E.201 8.Antimikroba Ekstrak Bawang Putih.*Pangan*.27,01.

Mukhriani.2014.Ekstraksi,Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa.*Jurnal Kesehatan*.7,02,361-367.

Mutammima,N.2017.Uji Aktifitas Antijamur Penetuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimun (KBM) serta KLT Bioautografi Ekstrak Etanol Daun Plethekan (*Ruellia tuberosa* L.) Terhadap *Candida albicans*.*Skripsi*.Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi,UIN Maulana Malik Ibrahim,Malang.

Mutiawati,V,K.2016.Pemeriksaan Mikrobiologi pada Candida albicans.Jurnal Kedokteran Sylah Kuala.16,53-63.

Orwan,R.,Zakir,M.,dan,Budi,P.2016.Pengaruh Konsentrasi $AgNO_3$ dan Suhu Sintesis terhadap *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Nanopartikel Perak.*Ind.J.Chem.Res*.4,(01).

Pelczar,M,J.,dan,Chan,E,C,S.1998.*Dasar-Dasar Mirobiologi Diterjemahkan oleh Ratna Tri Hadietomo.*Universitas Indonesia Press,Jakarta.

Pelczar,M,J.,danChan.1988.Dasar-dasar Mikrobiologi Terjemah :Hadioetomo. Universitas Indonesia Pers,Jakarta.

Rahalison,L.Hamburger,M.,and,Hostettman.,et al.1991.Bioauthographic Agar Overlay Metghod for Detection of Antifungal Compound from Higher Plants.*Phytochemical Analysis.*2.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Rahmayani,Y.,Zulhadjri.,dan,Arief,S.2019.Sintesis dan Karakteristik Perak-Tricalcium Phospate (TCP) dengan Bantuan Ekstrak daun Alpukat (*Percea americana*).*Jurnal Kimia Valensi*.5,(01).

Robinson,T.1991.*Kandungan Organik tumbuhan Tumbuhan Tinggi Edisi VI Diterjemahkan oleh Kokasih Padwaminata*.ITB Bandung,Bandung.

Roy,S.2013.Biosynthesis, Characterisation, and Antifungal Activity of Silver Nanoparticle Synthesized by the Fungus *Aspergillus.Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*.08.197-215.

Salamon,D.,S, et al.2007.Synthesis and Study of Silver Nanoparticles.*Journal of Chemical Education.*84,02.

Santoso,et al.2013.*Bawang Putih Edisi ke 12*.PenerbitKanisisus, Yogyakarta.

Setyawati,P.2014.*Aktifitas Antibakteri Ekstrak Umbi Bawang Putih dengan Lama Fermentasi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aureus*.Naskah Publikasi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta,1-11.

Shamim,S.,Ahmed,S,W.,and,Azhar,I.2004.Antifungal Activity of *Allium, Aloe*, and *Solanum* Species.*Pharm Biol*.42,491-498.

Shin,H,L, et al.2008.Bone Tissue Formation in Extraction Socket from sites with advanced Periodental Disease: A Hosmorphometic Study in Humans. *Institus Journal Oral Maxillovac Implants*.23,1133-1138.

Simabara,A.2008.*Bahan Kuliah Kimia Medisional*.Fakukultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan,Yogyakarta.

Sonker,A,S.,Richa.,and,Pathak Jainendra,et al.2017.Characterization and In Vitro Antitumor, Antibacterial, and Antifungal Activity of Green Synthesized Silver Nanoparticle Using Cell Extract of *Nostoc sp*. Strain HKAR-2.*Canadian Journal of Biotechnology*.1,26-37.

Stavelikova,H.2008.*Morphological Characteristics of Garlic (Allium sativum* L.*) Genetic Resources Collection – Information*.Crop Research Institus,Prague.

Stearn,W,T.1992.*How Many Species of Allium known?*. Kew magazine.9,180-182.

Tapa,F,L.,Suryanto,E.,dan,Momuat,L,I.2016.Biointesis nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Aktifitas Antioksidannya.*Chem Prog*.9,01.

Tapa,F,L.,Suryanto,E.,dan,Momuat,L,I.2016.Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur batang Sagu Baruk (Arenga microcarpha) danAktifitas Antioksidan.Chem Prog.9,9-15.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Thach,N.A.,danThuy,N,M.2019.Study of Synthesis and Characteristics of Total Polyphenols, Total Flavonoids and S-Allyl Cysteine-Loaded Alginate Nanoparticles with Various Black Garlic Extracts and Alginate Ratios.*International Journal of Engineering Sciences and Research Technology*.8,06.

Tjitrosoepomo,G.1985.*Morfologi Tumbuhan Cetakan ke 15*.Universitas Gadjah Mada Press,Yogyakarta.

Umadevi,M.,Bindhu,M,R,dan,Sathe,V.2013.A novel Synthesis of Malic Acid Capped Silver Nanoparticle using *Solanum lycopersicums* Fruit Extract.*J.Mater.Sci.Technol*.29,(04).

Wagner,H.,and,Bladt,S.1984.*Plant Drug Analysis*. Springer-Verlag Berlin Heideberg.Germany.

Warokka,K,E.,Wuisan,J.,dan,Juliatri.Uji Konsentrasi Hambat Minium (KHM) Ekstrak Daun Binahong (Anredera cordifolia Steenis) sebagai Antibakteri terhadap Pertumbuhan *Streptoccus mutans.Jurnal e-Gigi*,4(02).

Warsinah.,Kusumawati,E.,dan,Sunarto.2011.Identifikasi Senyawa Antifungi dari Kulit Batang Kecapi (*Sandoricum koetjapi*) dan Aktifitasnya Terhadap *Candida albicans.Majalah Obat Tradisional*.16,03,170-178.

White,V,W.,Kerscher,P.,and,Brown,M,R,et al.2012.Green Synthesis of Robust, Biocopatible Silver Nanoparticules Using Garlic Extract.*Research Article*,01-12.

Yusnita,E.,Lembang.,Mamin.,dan,Zakir,M.2012.Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Termanalia catappa*).*Jurusan Kimia.FMIPA.Universitas Hasanuddin Kampus Tamalanrea*,Makasar.

Yuvakkumar,R.,Suresh,J,and,Joseph,N,A, et al.2013.Novel Green Synthesis Strategy Prepare ZnO Nanocrystalls Using Rambutan (Nephelium lappaceum L.) Peel Extract and its.*Mateial Sciences and Angineering C*.41,17-27.

Zhang,X et al.2015.*Effect of Temperature on The Quality of Black Garlic*.Journal Science Food Agricultural,96.

Zhang,X et al.2015.*Effect of Temperature on The Quality of Black Garlic*.Journal Science Food Agricultural,96.

Ziadi,S,A.,Al-Kalidy,T,M.,and,Mueen,A.2015.*Antifungal Activity of Silver Nanoparticles Synthesized bt Tricodherma harizanum*.Collage of Science University of Qodisiyah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id