



TESIS - SF185401

PEMBUATAN TEKSTIL ANTIJAMUR DENGAN *GREEN-SYNTHESIS* NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN *MIKANIA MICRANTHA*

MUHAMMAD NOER FAJAR

01111750012009

DOSEN PEMBIMBING

Endarko, M.Si, Ph.D.

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TESIS - SF185401

PEMBUATAN TEKSTIL ANTIJAMUR DENGAN *GREEN-SYNTHESIS* NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN *MIKANIA MICRANTHA*

MUHAMMAD NOER FAJAR
NRP. 01111750012009

DOSEN PEMBIMBING
Endarko, M.Si, Ph.D.

DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



THESIS - SF185401

FABRICATING OF ANTIFUGAL TEXTILE WITH GREEN-
SYNTHESIS SILVER NANOPARTICLES (AgNPs) USING
MICRANTHA MICANIA EXTRACT LEAVES

Muhammad Noer Fajar

01111750012009

SUPERVISOR

Endarko, M.Si, Ph.D.

PHYSICS DEPARTEMENT

FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis di susun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Sains (M. Si)

di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD NOER FAJAR

NRP. 01111750012009

Tanggal Ujian: Juli 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Endarko, M. Si, Ph. D
NIP: 1974.1117.199903.1.001

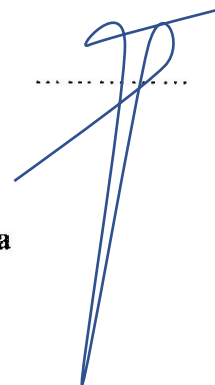


Penguji:

2. Prof. Dr. rer. nat. Agus Rubiyanto, M. Eng. Sc
NIP: 1965.0619.198903.1.001



3. Dr. Moch. Zainuri, M. Si
NIP: 1964.0130.199002.1.001



**Kepala Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data**



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMBUATAN TEKSTIL ANTIJAMUR DENGAN *GREEN-SYNTHESIS*
NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN
*MIKANIA MICRANTHA***

Nama : Muhammad Noer Fajar
NRP : 01111750012009
Pembimbing : Endarko, M.Si, Ph.D

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nanopartikel perak antijamur (AgNPs) pada tekstil yang disintesis menggunakan ekstrak *Mikania micrantha*. Beberapa sifat, seperti plasmonic, bentuk, ukuran, ikatan biomolekul, dan antijamur, diselidiki. Sifat plasmonic dari AgNPs yang disintesis dikarakterisasi dan dianalisis menggunakan spektroskopi Ultraviolet-Visible (UV-vis), sedangkan morfologi tekstil AgNPs dan keberadaannya diidentifikasi menggunakan mikroskop pemindaian emisi elektron (FESEM) dan spektroskopi sinar-X dispersif-energi. Spektroskopi Fourier-transform infrared (FT-IR) digunakan untuk menyelidiki kelompok-kelompok fungsional pada AgNPs yang diproduksi. Pengukuran zona penghambatan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan antijamur dari AgNPs tekstil. Studi ini menunjukkan bahwa AgNPs yang melekat pada berbagai jenis tekstil seperti pada katun, katun-poliester, sutra, dan fiber tanpa menggunakan pengikat atau senyawa kimia lainnya telah berhasil ditunjukkan dengan kemampuan antijamurnya.

Kata kunci: AgNPs, Antijamur, *Mikania Micrantha*, dan Tekstil

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**FABRICATING OF ANTIFUGAL TEXTILE WITH GREEN-SYNTHESIS
SILVER NANOPARTICLES (AgNPs) USING MICRANTHA MICANIA
EXTRACT LEAVES**

Nama : Muhammad Noer Fajar
NRP : 01111750012009
Pembimbing : Endarko, M.Si, Ph.D

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the antifungal silver nanoparticles (AgNPs) on textiles that were synthesized using the Mikania micrantha extract. Several properties, such as plasmonic, shape, size, biomolecule bonding, and antifungal, were investigated. The plasmonic properties of the synthesized AgNPs were characterized and analyzed using Ultraviolet-visible (UV-vis) spectroscopy, whereas the morphology of textiles AgNPs and their presence were identified using the field-emission scanning electron microscopy (FESEM) and energy-dispersive X-ray spectroscopy. Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy was used to investigate Functional groups on the produced AgNPs. Inhibition zone measurement was performed for evaluating the antifungal capability of textiles AgNPs. This study showed that the attached AgNPs to various types of textiles such as on cotton, cotton-polyester, silk, and fiber without using a binder or other chemical compounds had been successfully demonstrated with their antifungal capability.

Keyword: AgNPs, Antijamur, Mikania Micrantha, and Textiles

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul

“PEMBUATAN TEKSTIL ANTIJAMUR DENGAN *GREEN-SYNTHESIS* NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN *MIKANIA MICRANTHA*

Penulis menyadari bahwa selesainya penyusunan tesis ini tidak lepas dari pertolongan Allah kemudian dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis memuji Allah dan bersyukur kepada-Nya dan tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak di antaranya :

1. Bapak dan Ibu tercinta. Terima kasih atas semangat dan do'a restu yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
2. Adik-adik tersayang: Shita, Dhani, Mitha, dan Ai untuk dukungan dan doanya selama ini.
3. Bapak Endarko, Ph. D atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen wali, dosen pembimbing dan kesediaan beliau untuk mengikut-sertakan penulis pada penelitian kerjasama internasional di UTM, Johor Bahru, Malaysia.
4. Bapak Achmad Syafiuddin, Ph. D atas bimbingan, pengalaman dan ilmu yang telah diberikan selama berada di Johor Bahru, Malaysia.
5. Prof. Agus Rubiyanto dan Dr. Moch. Zainuri selaku dosen penguji yang memberikan saran dan arahan
6. Dr. Agus Purwanto selaku ketua program studi Pascasarjana Departemen Fisika
7. Dr. Gatut Yudhoyono selaku Kepala Departemen Fisika
8. Isfina Uniatunada dan Annisa Ratnasari sebagai tim AgNPs Antijamur, Annisa Nurul Aini dan Dian Rosyidah.
9. Ketua Kerukunan Keluarga Sulawesi Selatan (KKSS) Kota Surabaya, M. Yusuf, S.T. yang sudah penulis anggap sebagai kakak di Surabaya

10. Segenap teman-teman KKSS Kota Surabaya yang telah menjadi keluarga selama berada di Surabaya
11. Segenap teman-teman IKAMI Sulsel Cabang Surabaya yang telah menjadi keluarga selama berada di Surabaya

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kesalahan. Mohon kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan tesis ini. Akhir kata semoga tesis ini bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Juni 2020

Muhammad Noer Fajar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	ii
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
3.3 Latar Belakang	1
3.4 Rumusan Masalah	2
3.5 Tujuan Penelitian	2
3.6 Manfaat	2
3.7 Batasan Masalah.....	3
3.8 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Silver Nanopartikel	5
2.2 Antijamur	5
2.3 Silver nanopartikel sebagai antijamur.....	6
2.4 Sintesis Silver Nanopartikel.....	6
2.4.1. Metode Poliol.....	6
2.4.2. Metode Irradiasi Microwave.....	6
2.4.3. Metode <i>Green Synthesis</i>	7
2.5 Mekanisme aktifitas AgNPs sebagai antijamur	8
2.6 <i>Mikania micrantha</i>	9
2.7 <i>Aspergillus Sp.</i>	10
BAB III	13
METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Jenis Penelitian dan Tempat Penelitian.....	13
3.2 Peralatan dan bahan.....	13
4.1. Ekstraksi daun <i>Mikania micrantha</i>	14
4.2. Persiapan agar.....	15

4.3. Sintesis dan deposisi AgNPs pada tekstil	15
BAB IV	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Karakteristik UV-vis	17
4.2. Stabilitas AgNPs	18
4.3. EDX dari Tekstil AgNPs	19
4.4. Morfologi AgNPs	20
4.5. Karakteristik FT-IR.....	24
4.6. Investigasi antijamur	25
BAB V	27
KESIMPULAN	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran	27
Daftar Pustaka	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembentukan ROS (<i>reactive oxygen species</i>)(Li <i>et al.</i> , 2008)	9
Gambar 2.2 Morfologi <i>Aspergillus</i> Sp.	10
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan tekstil antijamur	14
Gambar 3.2 Proses pembuatan ekstrak <i>Mikania M.</i>	15
Gambar 3.3 Proses persiapan agar.....	15
Gambar 3.4 Proses sintesis dan deposisi AgNPs pada tekstil	16
Gambar 4. 1 Inspeksi visual untuk (a) <i>M. Micrantha</i> dan (b) AgNP yang disintesis	17
Gambar 4. 2 Spektrum UV-vis AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak <i>M. Micrantha.</i>	17
Gambar 4. 3 Spektrum EDX dari tekstil AgNP.....	19

Gambar 4. 4 Pemetaan EDX dari (a) PAg (b)SAg (c)FAg (d)CAg.....	20
Gambar 4. 5 Distribusi ukuran AgNPs dalam (a) PAg (b) SAg (c) FAg, (d) CAg21	
Gambar 4. 6 FESEM (a) PAg (b) SAg (c) FAg, (d) CAg.....	23
Gambar 4. 7 Spektrum FT-IR dari AgNPs	24

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Stabilitas AgNPs	18
Tabel 4. 2 Analisis Elemen dari Tekstil AgNPs	19
Tabel 4. 3 Metode deposisi AgNPs pada tekstil	23
Tabel 4. 4 Zona Hambat Antijamur dari AgNPs	26

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

3.3 Latar Belakang

Memasuki era industri 4.0, teknologi berkembang dengan sangat pesat salah satunya adalah nanoteknologi. Nanoteknologi merupakan teknologi nanosains yang berfungsi untuk memanipulasi atau merekayasa suatu material dalam skala nano. Penelitian yang berkaitan tentang nanoteknologi sedang gencar dilakukan oleh para ilmuwan diseluruh dunia. Penelitian dalam skala nano telah menunjukkan terciptanya beberapa produk unggul dengan pencapaian kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan teknologi skala mikro. Menurut Dwandaru *et al.* (2016) berbagai aplikasi nanoteknologi pada berbagai produk telah diterapkan, di antaranya pada bidang elektronik, kosmetik, medis, farmasi, industri makanan, tekstil, keramik, dan lainnya. Salah satu pengembangan nanoteknologi di bidang medis adalah pembuatan antibakterial dan antifungi dari Silver nanopartikel (Bhimba, 2014).

Silver nanopartikel (AgNPs) dapat disintesis menggunakan metode yang berbeda-beda, diantaranya yaitu metode kimia dan biologi. Metode yang cukup populer untuk mensintesis silver nanopartikel adalah metode kimia. Namun, metode ini tidak jarang memakai bahan kimia berbahaya dan beracun dalam proses sintesisnya. Untuk mengatasi hal tersebut, beberapa peneliti seperti Syafiuddin *et al.* (2017) dan Shankar *et al.* (2004) melakukan kajian tentang metode biologi untuk mensintesis silver nanopartikel. Metode biologi menawarkan alternatif proses sintesis yang murah dan tidak rumit serta dapat digunakan dalam skala yang besar.

Beberapa penelitian yang telah berhasil dilakukan dalam rangka aplikasi nanoteknologi untuk menghasilkan produk antimikroba diantaranya dilakukan melalui rekayasa partikel logam dan oksida logam seperti perak (Ag). Nanopartikel perak (AgNPs) telah banyak diteliti sebagai agen antibakteri dan antifungi pada tekstil oleh (Wahyudi *et al.*, 2011; Syafiuddin *et al.*, 2018). Hal ini dikarenakan silver nanopartikel memiliki kemampuan memberikan perlawanan yang tinggi pada mikroorganisme atau bakteri (Vigneshwaran *et al.*, 2007). Oleh karena itu, dalam penelitian ini AgNPs disintesis sekaligus dideposisikan menggunakan metode

green yang sederhana pada tekstil dan diaplikasikan sebagai antijamur.

3.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan terkait silver nanopartikel, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut;

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi AgNO₃ terhadap karakteristik plasmonik AgNPs yang dihasilkan?
2. Bagaimana stabilitas AgNPs yang dihasilkan?
3. Bagaimana metode sintesis sekaligus deposisi AgNPs yang sederhana pada tekstil?
4. Bagaimana morfologi AgNPs pada tekstil setelah proses sintesis dan deposisi?
5. Bagaimana sifat antijamur dari AgNPs?

3.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan permasalahan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi AgNO₃ terhadap karakteristik plasmonik AgNPs yang dihasilkan
2. Mengetahui stabilitas AgNPs yang dihasilkan
3. Mengetahui metode sintesis sekaligus deposisi AgNPs yang sederhana pada tekstil
4. Mengetahui morfologi AgNPs pada tekstil setelah proses sintesis dan deposisi
5. Mengetahui pengaruh sifat antijamur dari AgNPs.

3.6 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang metode sintesis sekaligus deposisi AgNPs yang sederhana pada tekstil.
2. Memberikan informasi tentang aplikasi silver nanopartikel sebagai antijamur.

3.7 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam dari Tugas Akhir yaitu;

1. Ekstrak tanaman yang digunakan sebagai pereduktor ion Ag adalah *Mikania micrantha*
2. Jamur yang digunakan untuk kultur uji adalah *Aspergillus* sp.

3.8 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab Pendahuluan ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka berisi tentang teori dan konsep dasar penunjang penelitian mengenai teknologi *electrospinning*.

BAB III : Metodologi Penelitian

Bab Metodologi berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Bab Pembahasan ini berisi inti dari penulisan laporan tugas akhir tentang rancang bangun dan prinsip kerja *electrospinning*.

BAB V : Penutup

Bab Penutup ini berisi kesimpulan umum dari hasil analisa dan disertai saran yang berlaku bagi penelitian selanjutnya.

LAMPIRAN : Lampiran berisi beberapa gambar penunjang penelitian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Silver Nanopartikel

Perkembangan teknologi yang pesat memunculkan berbagai macam inovasi dalam banyak bidang. Salah satu teknologi yang telah dikembangkan adalah teknologi nanosains. Sesuai dengan namanya, nanosains adalah ilmu dimana manusia berusaha untuk mempelajari berbagai gejala-gejala alam yang berukuran nanometer (Dwandaru, 2012). Dikarenakan ukurannya yang kecil ini, kecenderungan riset dan studi nanoteknologi saat ini berkembang secara positif, yang antara lain memberikan kontribusi terhadap pengembangan berbagai material yang bersifat antimikroba. Beberapa penelitian yang telah berhasil dilakukan dalam rangka aplikasi nanoteknologi untuk menghasilkan produk antimikroba diantaranya dilakukan melalui rekayasa partikel logam dan oksida logam seperti perak (Ag), tembaga (Cu), TiO₂, ZnO, dan MgO berukuran dalam skala nanometer untuk kemudian diaplikasikan pada proses berbagai produk lain yang bersifat antimikroba seperti tekstil, pulp, keramik dan sebagainya (Wahyudi *et al.*, 2011). Salah satu oksida logam yaitu perak (Ag) telah banyak diteliti sebagai antijamur.

2.2 Antijamur

Salah satu mikroorganisme yang berhubungan dengan bahan pangan dan manusia adalah jamur. Jamur terdapat sangat luas di lingkungan seperti di hewan, tumbuh-tumbuhan, dan manusia. Jamur dapat disingkirkan, dihambat, atau dibunuh dengan sarana atau proses fisik dan bahan kimia. Zat yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan jamur disebut dengan bahan antijamur.

Menurut penelitian (Cushnie dan Lamb, 2005), beberapa senyawa *flavonoid*, seperti jenis *flavon*, *flavonol*, dan *flavanonon* menunjukkan aktivitas antijamur. Sedangkan menurut Pelczar dan Chan (2006) bahan antijamur dapat diperoleh dari proses kimia menggunakan beberapa bahan dengan substansi (padat, cair, atau gas) yang dicirikan oleh komposisi molekular yang pasti dan menyebabkan terjadinya

reaksi, misalnya senyawa-senyawa fenolik, alkohol, klor, iodium, dan etilen oksida. Beberapa bahan kimia yang telah disebutkan merupakan bahan yang berbahaya, diantaranya adalah klor yang dapat merusak kulit dan fenolik yang mampu mencemari perairan sehingga membuat bau tidak sedap, serta pada nilai konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan kematian organisme di perairan tersebut (Irma dan Nelly Wahyuni, 2015)

2.3 Nanopartikel perak sebagai antijamur

Peneliti Syafiuddin *et al.* (2017) telah berhasil melakukan penelitian tentang aplikasi antibakteri yang mampu melawan bakteri langka di Sungai Melana dan Sungai Sekudai. Anti bakteri yang dibuat berasal dari AgNO₃ yang direaksikan dengan ekstrak rerumputan untuk menghilangkan ion Ag⁺ dan menghasilkan silver nanopartikel. Hal ini menyebabkan material nanopartikel perak berpotensi sebagai antijamur (Vazquez-Muñoz *et al.*, 2014). Untuk mempelajari aplikasinya, penelitian tentang kemampuan antibakteri dan antijamur nanopartikel perak (AgNPs) untuk melawan beberapa bakteri dan jamur telah banyak dilakukan. Beberapa seperti yang telah direview oleh Le Ouay dan Stellacci (2015), juga Syafiuddin *et al.* (2017).

2.4 Sintesis Silver Nanopartikel

2.4.1. Metode Poliol

Beberapa metode yang dilakukan untuk mensintesis AgNPs telah berhasil dilakukan oleh Kim *et al.* (2006). Beliau beserta rekan-rekannya menerapkan metode poliol dengan agen pereduksi ethylene glycol (EG) dan agen stabilisator berupa polyvinylpyrrolidone (PVP). Sedangkan Handaya *et al.* (2011) melakukan sintesis nano-koloid Ag dengan AgNO₃ sebagai bahan awal yang kemudian dilarutkan dalam berbagai jenis reduktor. Reduktor yang biasa digunakan diantaranya yaitu asam askorbat, natrium borohidrida dan trisodium sitratkemudian ditambahkan zat stabilisator polyvinylalcohol (PVA).

2.4.2. Metode Irradiasi Microwave

Penelitian yang dilakukan oleh Purnamasari (2015) membuktikan bahwa sintesis AgNPs dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang lainnya. Metode yang beliau gunakan adalah metode irradiasi menggunakan microwave. Ion perak dihasilkan dengan cara direduksi dalam ukuran nano menggunakan bioreduktor ekstrak tanaman. Dalam penelitiannya, ekstraksi tanaman diperoleh dari daun sirih dengan konsentrasi ethanol 25% menggunakan sintesis irradiasi microwave. Terbentuknya nanopartikel perak ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi kuning kecoklatan.

2.4.3. Metode *Green Synthesis*

Semenjak berbagai bahan kimia diklaim mampu menghasilkan AgNPs namun juga dapat membahayakan lingkungan, akhir-akhir ini banyak dikembangkan sintesis menggunakan bahan alam atau lebih dikenal dengan green synthesis. Beberapa bahan alam yang digunakan seperti ekstrak tumbuhan dibuat dari beberapa jenis akar, biji, buah dan dedaunan. Penggunaan akar dan biji-bijian lebih susah dibandingkan dengan penggunaan buah dan dedaunan. Selain itu, buah dan dedaunan masih dapat dimanfaatkan sebagai sumber vitamin dan sayuran yang banyak di jumpai di negara berkembang seperti Indonesia dan Malaysia. Di negara tersebut, berbagai macam rumput liar juga tumbuh dengan pesat sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai agen pereduksi yang alami. Salah satu jenis rumput liar yang sering dianggap gulma pada lahan pertanian adalah *Ageratum conyzoides L.* Menurut Isda *et al.* (2013), *Ageratum conyzoides L.* atau lebih dikenal sebagai gulma babadotan termasuk dalam gulma golongan rerumputan yang dapat ditemui di lokasi pertanian. Di Amerika tropis bandotan merupakan salah satu tumbuhan pengganggu yang terkenal. Tumbuhan ini dapat ditemukan di ladang, semak belukar, halaman kebun, tepi jalan, tanggul, tepi air, berada di ketinggian 1–2.100 m di atas permukaan air laut Untuk mengatasi gulma pertanian yang berlimpah tersebut, maka dibutuhkan solusi alternatif agar dapat dimanfaatkan. Salah satu cara yang digunakan yaitu dengan mengaplikasikan tanaman gulma tersebut sebagai antijamur. Selain sebagai antijamur, penggunaan rerumputan liar juga dapat meningkatkan kualitas lingkungan karena dapat menangani gulma yang dapat merugikan lahan pertanian.

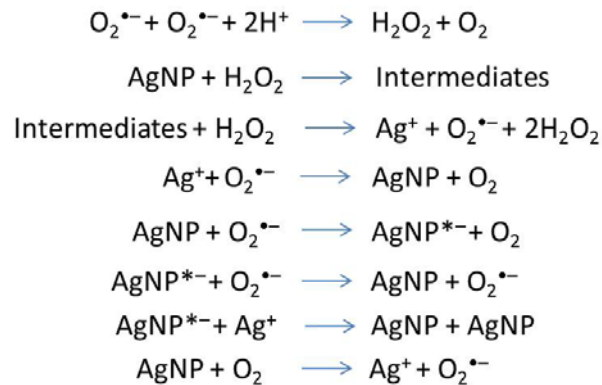
2.5 Mekanisme aktifitas AgNPs sebagai antijamur

Beberapa mekanisme yang menjelaskan sifat antijamur pada AgNPs diantaranya yaitu proses melekatnya AgNPs pada permukaan jamur sehingga dapat meningkatkan permeabilitas pada dinding sel. Lara *et al.* (2015) telah berhasil mengkaji interaksi AgNPs dengan dinding sel jamur dengan menggunakan jamur *candida albicans*.

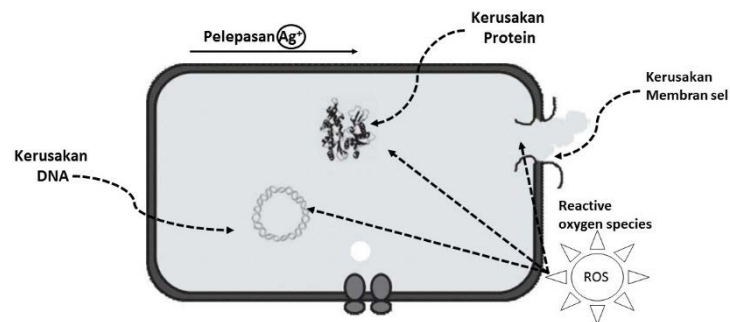
Silver nanopartikel memiliki peran untuk merusak molekul pada dinding sel jamur. AgNPs akan merusak dinding sel bakteri sehingga membentuk celah pada dinding sel. Hal itu terjadi ketika silver nanopartikel berkumpul dan menumpuk pada dinding sel, sehingga secara signifikan dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel. Permeabilitas dinding sel yang meningkat menyebabkan AgNPs dengan mudahnya menembus dinding sel bakteri (Lara *et al.*, 2015).

Mekanisme yang kedua adalah ketika AgNPs mampu menembus ke dalam sel, sehingga dapat merusak DNA. Menurut Feng *et al.* (2000), sel bakteri dapat berlangsung hidup ketika DNA didalamnya mampu melakukan replikasi (penggandaan rantai ganda DNA). Namun ketika ion AgNPs menembus hingga ke dalam sel, molekul DNA akan berubah menjadi kental sehingga kehilangan kemampuan replikasinya dan menyebabkan sel bakteri menjadi sel mati.

Mekanisme ketiga adalah pembentukan ROS (*reactive oxygen species*). ROS merupakan atom atau molekul radikal bebas berupa oksigen yang memiliki elektron tak berpasangan. Radikal bebas tersebut mampu menyebabkan kerusakan oksidatif terhadap protein, DNA dan membran pada sel. Pembentukan ROS terjadi saat AgNPs berubah menjadi Ag^+ . Mulanya, pembentukan ROS disebabkan oleh sel jamur yang mengalami kerusakan. Rusaknya sel jamur menghasilkan beberapa produk yakni *superoxide* ($O_2^{\cdot-}$), *hydroxyl radicals*, *hydrogen peroxide* dan *singlet* oksigen (O_2). Berikut diberikan persamaan reaksi hingga dapat melepas Ag^+ dari AgNPs (Li *et al.*, 2008):



Dalam persamaan reaksi tersebut terlihat bahwa terbentuknya Ag^+ disebabkan oleh oksidasi AgNPs dengan oksigen. Terbentuknya Ag^+ dapat menyebabkan rusaknya DNA, protein dan membran sel. Untuk lebih jelasnya, berikut ini diberikan ilustrasi rusaknya sel bakteri akibat pembentukan ROS.



Gambar 2.1 Pembentukan ROS (*reactive oxygen species*)(Li *et al.*, 2008)

Mekanisme yang keempat yaitu saat Ag^+ berinteraksi dengan *thiol group* pada salah satu enzim penting pada sel. Interaksi tersebut menjadikan perubahan metabolisme sel dan membuat sel jamur mati (Prabhu dan Poulouse, 2012).

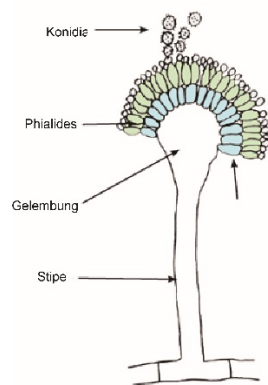
2.6 *Mikania micrantha*

Mikania micrantha merupakan salah satu rerumputan yang memiliki masa pertumbuhan yang cepat dan dapat menimbulkan masalah pada pertumbuhan pohon coklat, karet dan palem di Malaysia (Ismail and Chong, 2002). Beberapa kandungan yang terdapat pada *Mikania micrantha* adalah *fenolik*, *flavonoid*, *alkaloid* dan *terpenoid* (Chen *et al.*, 2007). Menurut Cushnie dan Lamb (2005), flavonoids dapat mengganggu beberapa bagian bakteri, seperti enzim, toxin, dan penerima sinyal.

Sehingga *Mikania micrantha* memiliki potensi yang baik sebagai reduktor dalam sintesis AgNPs serta mampu menjadi bahan antibakteri.

2.7 *Aspergillus* Sp.

Aspergillus Sp. adalah genus jamur yang umumnya ditemukan di tanah dan vegetasi yang membusuk. Istilah 'aspergillosis' digunakan untuk menggambarkan penyakit yang disebabkan oleh *Aspergillus*, tetapi yang paling umum merujuk pada yang disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus*. Spesies lain yang dapat menyebabkan penyakit manusia termasuk *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus* dan *Aspergillus niger* (Marr *et al.*, 2002).



Gambar 2.2 Morfologi *Aspergillus* Sp. (Marr *et al.*, 2002)

Sebagai bagian dari siklus hidupnya, *Aspergillus* melepaskan konidia (spora aseksual) dalam jumlah besar ke udara dan, karenanya, dapat ditemukan di lingkungan luar dan dalam ruangan. Menghirup conidia dari *Aspergillus* umumnya merupakan kejadian sehari-hari, tetapi hanya sebagian kecil orang yang menderita penyakit klinis dan berisiko lebih tinggi terkena aspergillosis (kecuali orang dengan sistem kekebalan yang melemah dan / atau paru-paru yang rusak). Aspergillosis tidak menular dan *Aspergillus* tidak dapat ditularkan dari orang ke orang (Cavling Arendrup *et al.*, 2006).

Aspergillus dapat menghasilkan makanan mereka sendiri, mereka bergantung pada bahan lain di sekitar mereka untuk nutrisi. Di sini, perlu dicatat bahwa Aspergilli tidak mampu menyerap bahan organik di sekitarnya. Untuk alasan ini,

mereka melepaskan berbagai jenis enzim seperti amilase yang mampu memecah bahan-bahan sekitarnya menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dapat diserap melalui hifa vegetatif. Pelepasan sejumlah besar enzim ini menghasilkan peluruhan yang meningkat dari semua bahan organik di lingkungan terdekatnya dan akibatnya ketersediaan lebih banyak sumber makanan yang diperlukan untuk reproduksi dan pertumbuhan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian dan Tempat Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian Laboratorium dan dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biosains dan Medical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia dan Laboratorium Fisika Medis dan Biofisika, Departemen Fisika, FSAD-ITS

3.2 Peralatan dan bahan

3.2.1 Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca digital, gelas ukur, *magnetic stirrer*, kertas saring, *hot-plate*, pipet tetes, *petri dish*, *glass suction filter kit*, *Autoclav* (Hiclave HVE-50 HIRAYAMA), lemari laminar, pita parafilm dan penggaris.

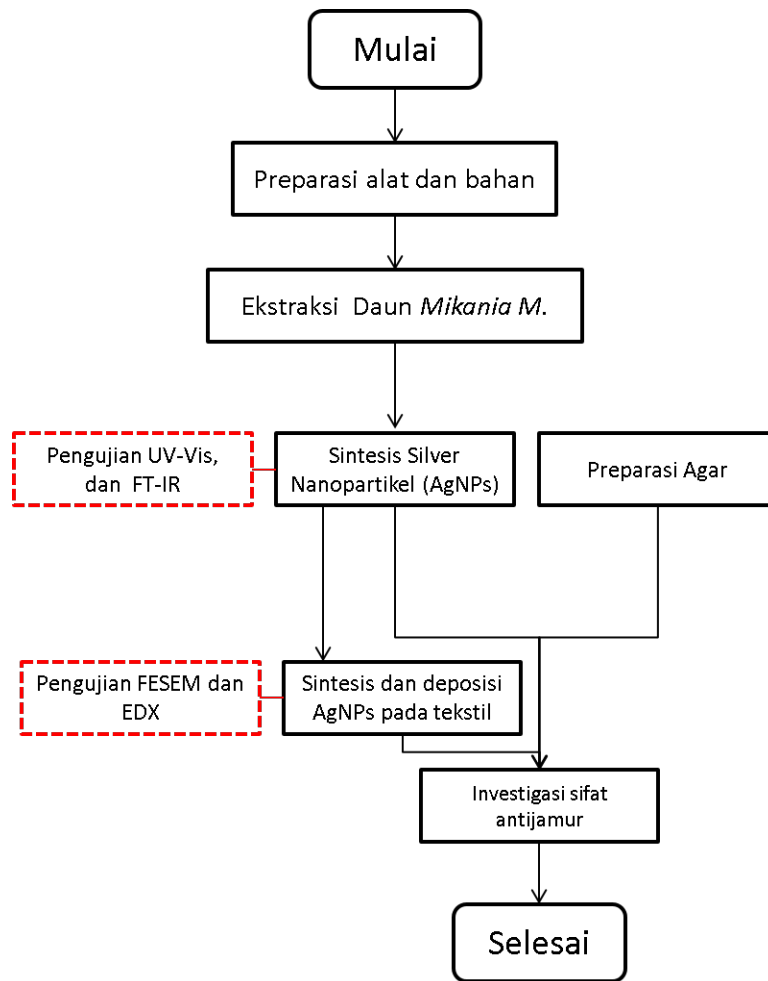
Dalam proses karakterisasi sample menggunakan alat uji berupa *Ultraviolet Violet Visible Spectrometer* (Uv-Vis Spectrometer), *Energy Dispersive X-ray spectroscopy* (EDX), *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FT-IR) dan *Field-emission scanning electron microscopy* (FESEM).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *M. micrantha* diperoleh dari daerah di sekitar Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Johor, Malaysia. Silver Nitrat (AgNO_3) dan agar ekstrak malt dipasok oleh Sigma-Aldrich. Jamur, *Aspergillus* sp disediakan oleh fakultas biosains dan medical engineering UTM, tekstil yang digunakan adalah katun, katun-poliester, sutra, dan fiber yang dibeli dari toko tekstil di daerah Johor bahru.

3.3 Tahapan penelitian

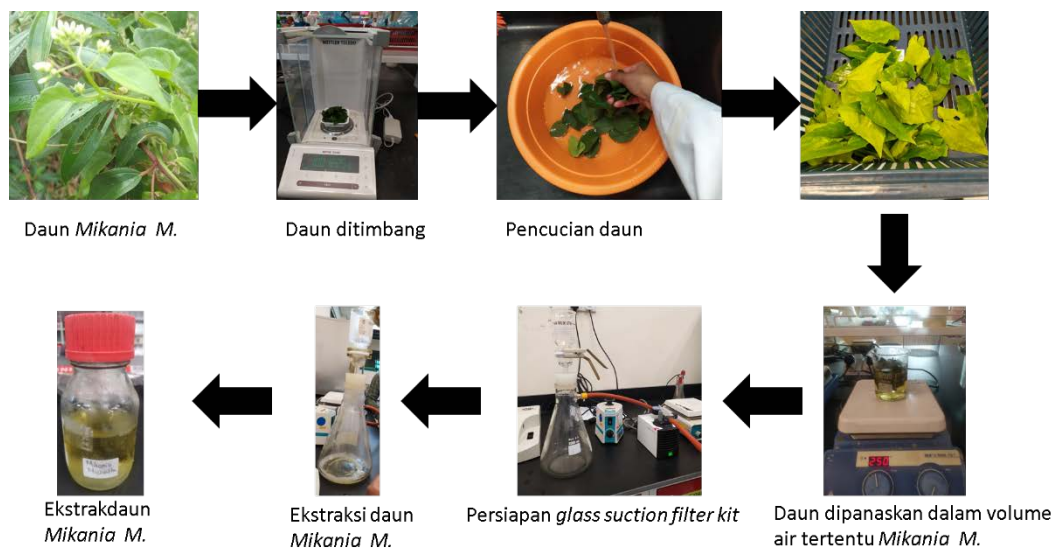
Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa bagian yang dirangkum pada gambar 3.1. Penjelasan secara spesifik mengenai tahapan dijelaskan pada subbab selanjutnya.



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan tekstil antijamur

3.3 Ekstraksi daun *Mikania micrantha*

Disiapkan 10 gr daun *Mikania micrantha* lalu dicuci dalam gelas gelas 500 mL menggunakan air keran tiga kali dan kemudian dengan air *ultrapure* tiga kali. Selanjutnya, 200 mL air *ultrapure* dituangkan ke dalam gelas kimia yang berisi daun yang telah dicuci dan kemudian direbus di atas *hotplate* pada 250°C selama 30 menit kemudian didinginkan sampai suhu kamar dan disaring menggunakan 47mm filter nilon (Whatman TM) dalam suction filter kit. Ekstrak daun yang diperoleh disimpan pada suhu 7°C untuk penggunaan lebih lanjut.



Gambar 3.2 Proses pembuatan ekstrak *Mikania M.*

3.4 Persiapan agar



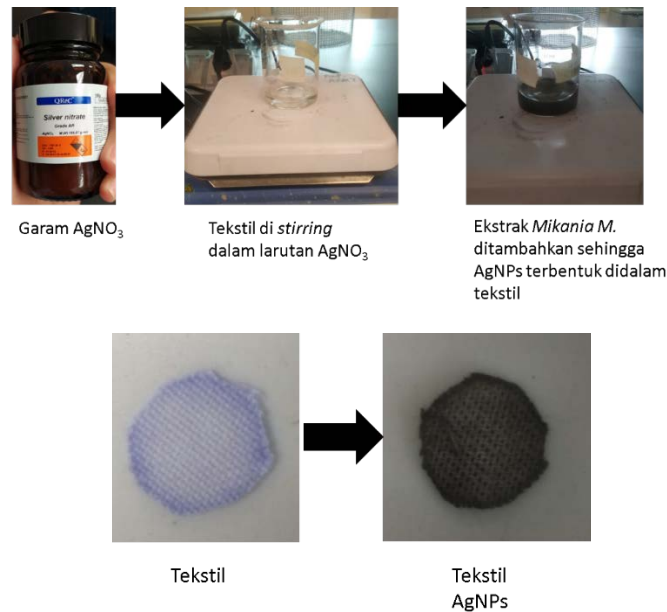
Gambar 3.3 Proses persiapan agar

27.6 gr Malt extract agar (Merck) dilarutkan menggunakan 575 mL air *ultrapure* dalam 1000 mL botol kaca. Selanjutnya, botol kaca yang mengandung larutan agar Malt dipanaskan dan juga disterilkan menggunakan Autoclav (Hiclave HVE-50 HIRAYAMA) dengan suhu maksimal 121°C selama 1 jam kemudian dituangkan ke dalam 22 cawan petri di dalam kabinet *laminar flow*. Selanjutnya cawan petri yang berisi larutan agar malt didinginkan sampai suhu kamar dan disegel dengan pita parafilm. Cawan petri berisi agar disimpan pada suhu 7°C untuk penggunaan lebih lanjut.

3.5 Sintesis dan deposisi AgNPs pada tekstil

Dengan rasio antara jumlah tekstil: volume 0,1 M AgNO₃: ekstrak daun masing-

masing adalah 1: 5mL: 5mL, tekstil dicelupkan ke dalam larutan AgNO_3 0,1 M dan distrer dalam 100 rpm selama 30 menit. Ekstrak daun dicampur ke dalam larutan AgNO_3 secara perlahan. Kemudian, distrer lagi dalam 100 rpm pada 50°C selama 30 menit sebelum dikeringkan pada 40°C selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk setiap jenis tekstil.



Gambar 3.4 Proses sintesis dan deposisi AgNPs pada tekstil

3.6 Investigasi Antijamur

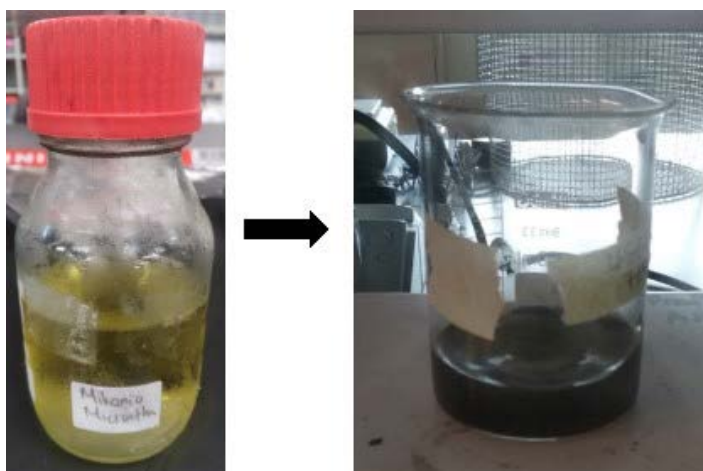
Tiga potong kapas berlapis AgNPs (dengan diameter 8 mm) ditempatkan di atas agar dengan posisi segitiga. Selanjutnya, sebagian kecil dari *Aspergillus* sp. ditempatkan ke tengah permukaan pelat berisi agar yang mengandung tiga potong kapas berlapis AgNPs dan kemudian disegel dengan pita parafilm sebagai sampel perlakuan. Piring agar yang mengandung tiga potong kapas (tanpa kandungan AgNPs) dengan sebagian kecil *Aspergillus* sp. digunakan sebagai sampel kontrol. Prosedur yang sama diterapkan pada semua tekstil berlapis AgNPs.

BAB IV

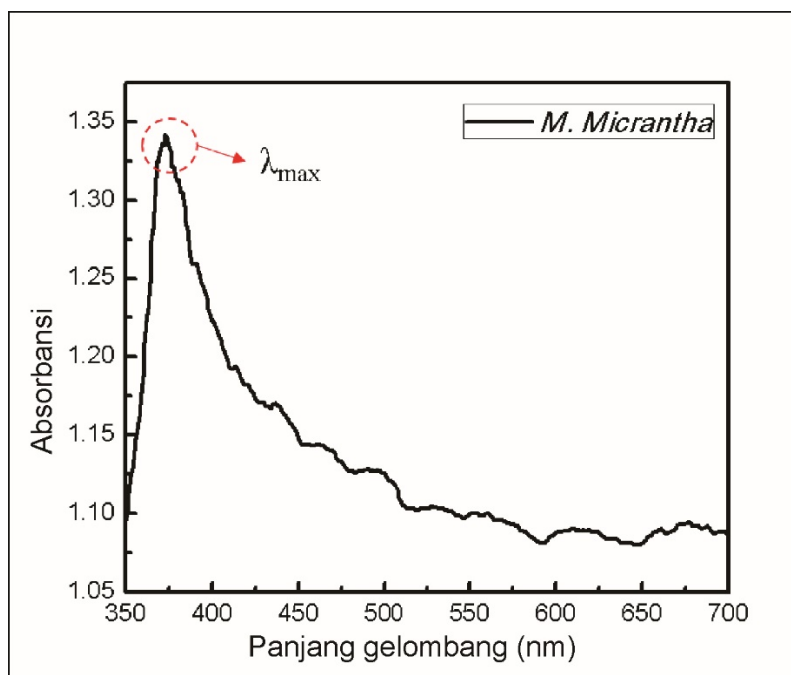
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik UV-vis

Dalam penelitian ini, ekstrak *M. micrantha* dicampur dengan AgNO_3 menunjukkan perubahan warna dari hijau muda ke abu-abu gelap (Gambar 4.1) karena terjadinya eksitasi dari resonansi plasmon permukaan (SPR) (Ponarulselvam *et al.*, 2012).



Gambar 4. 1 Inspeksi visual untuk (a) *M. Micrantha* dan (b) AgNP yang disintesis



Gambar 4. 2 Spektrum UV-vis AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak *M. Micrantha*.

Gambar 4.2 menunjukkan spektra UV-vis dari AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak *M. micrantha*. Dapat dianalisis bahwa AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak daun *M. micrantha* memiliki puncak absorbansi pada ~ 374 nm. Sifat plasmonic dari AgNPs biasanya dipengaruhi oleh ukuran partikel dan media di sekitarnya. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini mirip dengan penelitian sebelumnya yang juga menyelidiki UV-vis spektra AgNPs di kisaran 350-400 nm (Hu *et al.*, 2019). Puncak absorpsi yang diperoleh pada ~ 374 nm dikarenakan resonansi quadrupolar di luar bidang. Beberapa penelitian juga telah mengkonfirmasi korelasi antara spektrum UV-vis dan sifat-sifat AgNPs (Sastry *et al.*, 1997; Jin *et al.*, 2001; Agnihotri *et al.*, 2014; Park *et al.*, 2016). Puncak tunggal dalam spektrum UV-vis dapat dikorelasikan dengan AgNPs yang seragam dan bulat (Shervani *et al.*, 2008; Aini *et al.*, 2019).

4.2. Stabilitas AgNPs

AgNP yang disintesis juga dievaluasi di bawah spektroskopi UV-vis dengan variasi durasi waktu reaksi (1–4 hari) untuk menganalisis stabilitas nanopartikel yang terbentuk. Sampel disimpan dalam tabung plastik di bawah suhu sekitar tanpa adanya cahaya, dan spektra UV/vis direkam secara teratur pada interval satu hari sampai empat hari yang terangkum pada Tabel 4.1. Dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya waktu reaksi, absorbansi menurun sedangkan puncak (λ_{\max}) konstan sekitar 374 nm dari 1 hingga 4 hari (Tabel 4.1).

Tabel 4. 1 Stabilitas AgNPs

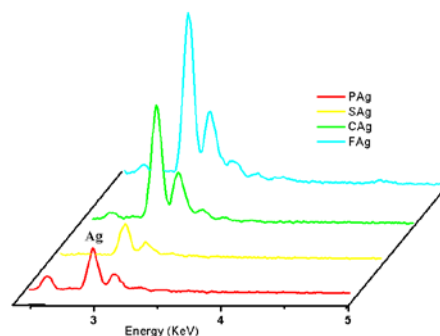
No.	Durasi	Absorbansi	λ_{\max} (nm)
1	1 hari	1.342	374
2	2 hari	1.109	374
3	3 hari	0.850	374
4	4 hari	0.499	374

Estimasi produksi AgNPs selama sintesis juga dapat dianalisis menggunakan spektra UV-vis karena absorbansi adalah jumlah cahaya yang diserap oleh partikel. Penurunan absorbansi menunjukkan produksi AgNP yang lebih rendah. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perubahan pada puncak, dengan demikian menunjukkan stabilitas yang lebih tinggi dari AgNP yang disintesis menggunakan ekstrak *M. Micrantha* (Balashanmugam dan Kalaichelvan, 2015). Hasil ini mirip dengan yang diperoleh Sivera *et al.* (2014), yang melaporkan bahwa penurunan absorbansi menunjukkan agregat pada partikel berukuran nano.

4.3.EDX dari Tekstil AgNPs

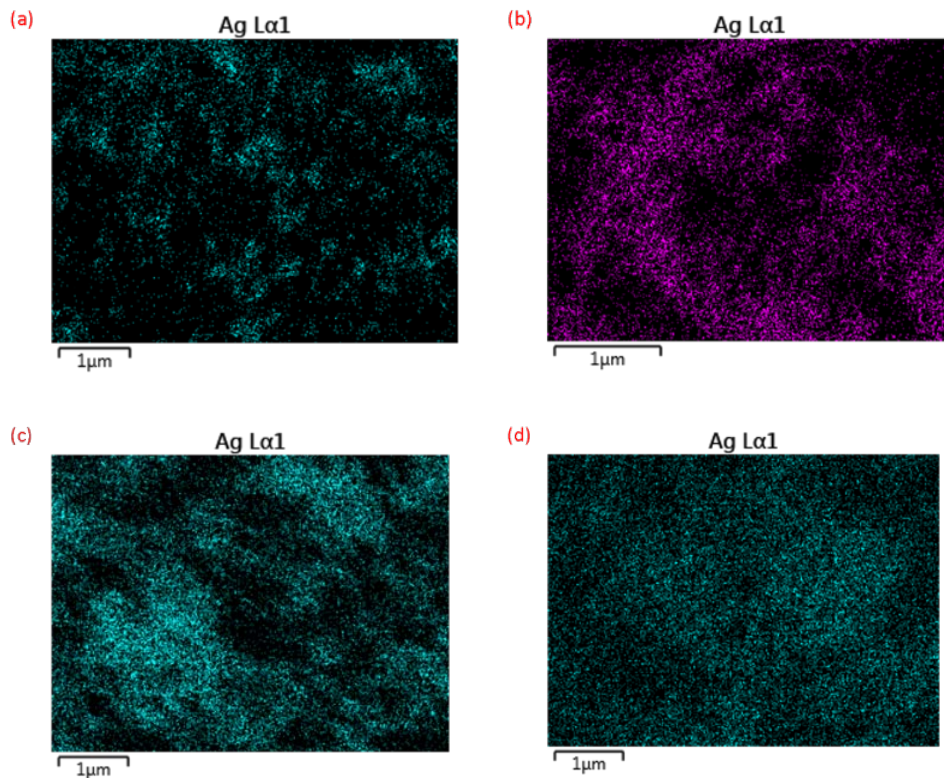
Analisis EDX dilakukan untuk mengkonfirmasi keberadaan partikel perak pada tekstil. Gambar 4.3 menunjukkan spektrum EDX dari tekstil berlapis AgNPs yang disintesis dengan perbedaan intensitas sinar-X yang diperoleh dari sampel. Kehadiran AgNPs pada semua tekstil dibuktikan dengan puncak pada 3 eV, yang khas untuk penyerapan nanokristalin perak metalik karena SPR-nya (Rajkuberan *et al.*, 2017). Perbedaan intensitas pada sampel sebanding dengan konsentrasi elemen dalam sampel (Piburn dan Barron, 2013).



Gambar 4. 3 Spektrum EDX dari tekstil AgNP

Tabel 4. 2 Analisis Elemen dari Tekstil AgNPs

Sampel	Elemen	Massa (%)
PAg	Silver	21.0
	Carbon	48.9
	Oxygen	19.3
	Nitrogen	10.8
SAg	Silver	9.7
	Carbon	59.1
	Oxygen	20.3
	Nitrogen	10.9
FAg	Silver	14.7
	Carbon	52.8
	Oxygen	22.1
	Nitrogen	10.4
CAg	Silver	36.4
	Carbon	42.7
	Oxygen	14.0
	Nitrogen	6.9



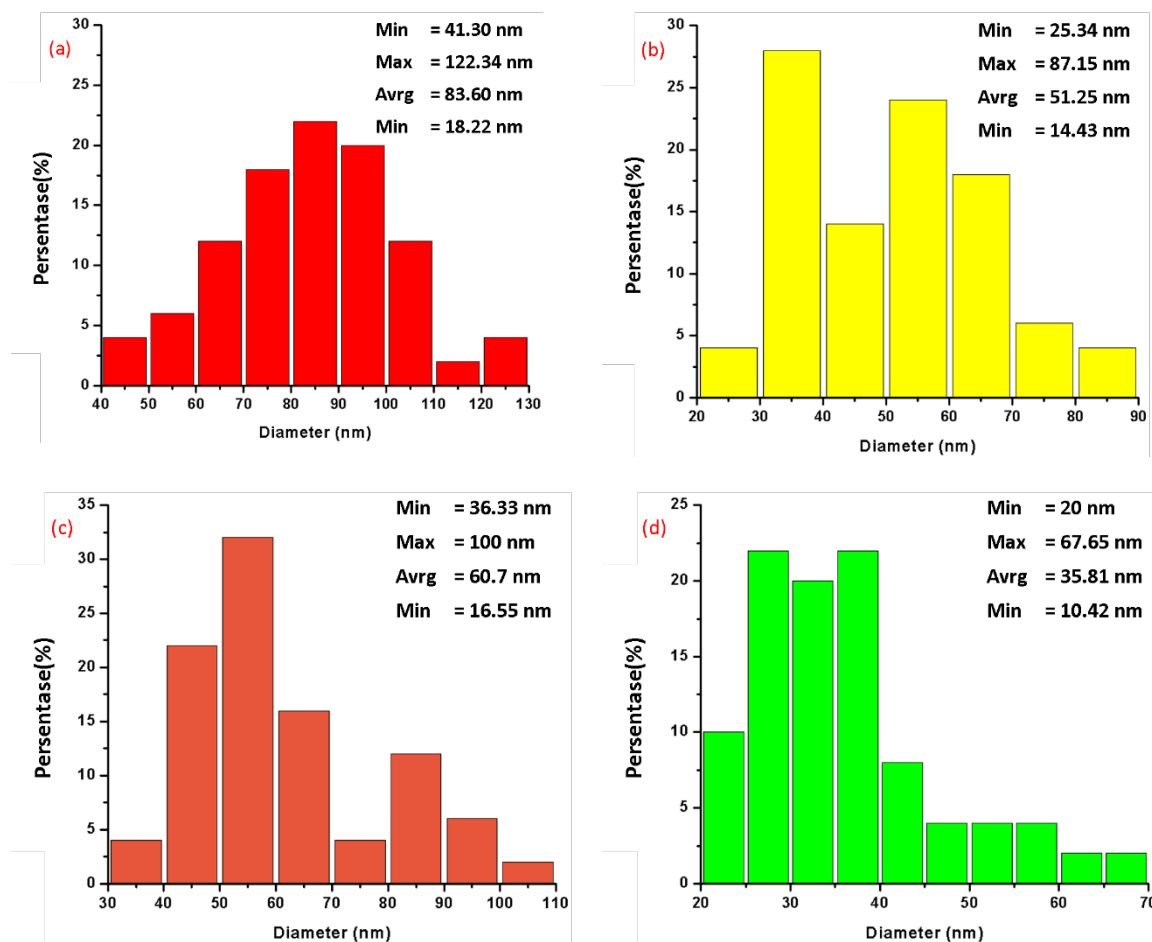
Gambar 4. 4 Pemetaan EDX dari (a) PAg (b)SAg (c)FAg (d)CAg

Penelitian ini juga menemukan kandungan atom perak masing-masing sebesar 21%, 9,7%, 14,7%, dan 36,4% untuk PAg, SAg, FAg, dan CAg, sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kapas merupakan kain yang paling efektif untuk mengikat AgNPs dibandingkan dengan yang lain. Elemen-elemen lain yang terdeteksi dalam karakterisasi EDX mungkin berasal dari tekstil. Lebih lanjut, atom Ag terdispersi secara homogen pada permukaan kapas dibandingkan dengan yang lain, seperti yang ditunjukkan dalam pemetaan EDX pada Gambar 4.4.

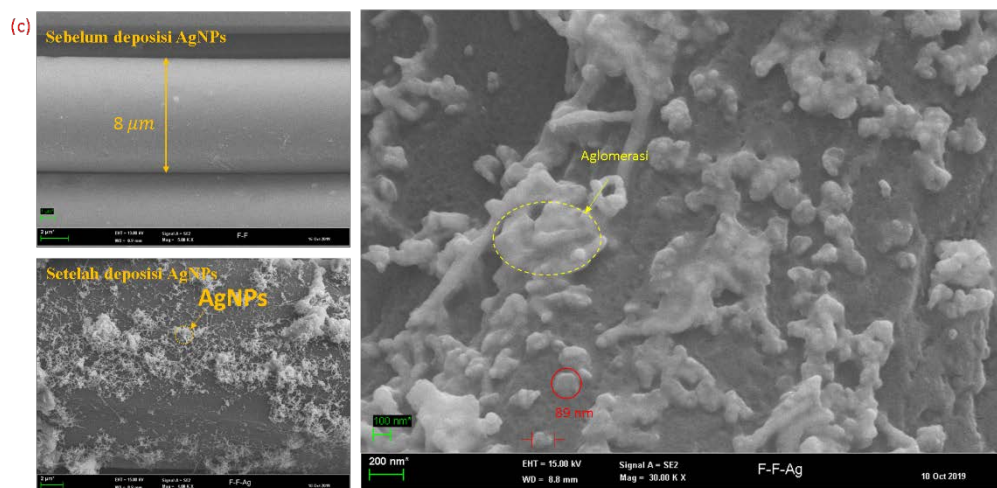
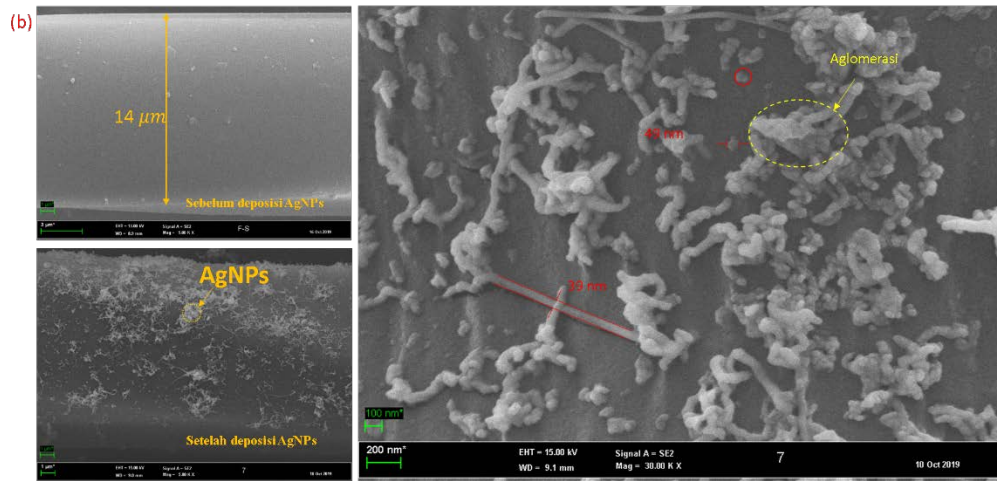
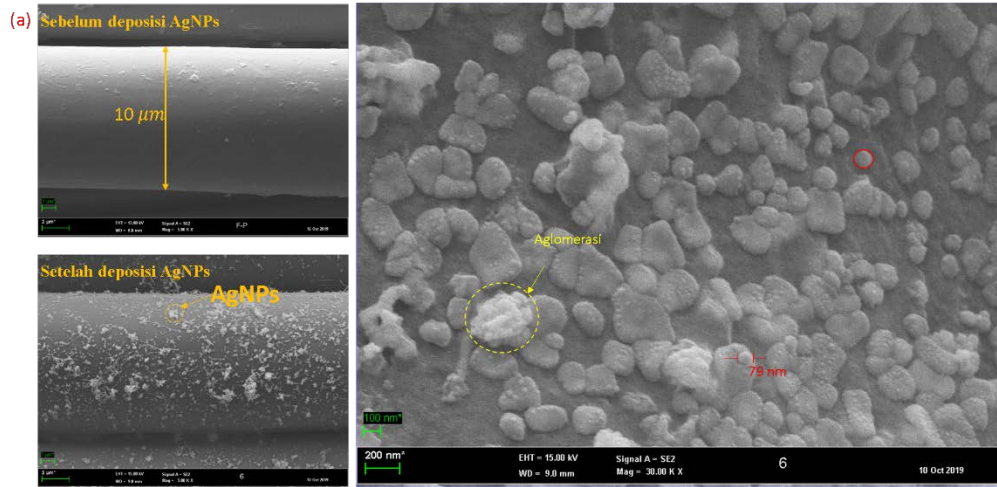
4.4.Morfologi AgNPs

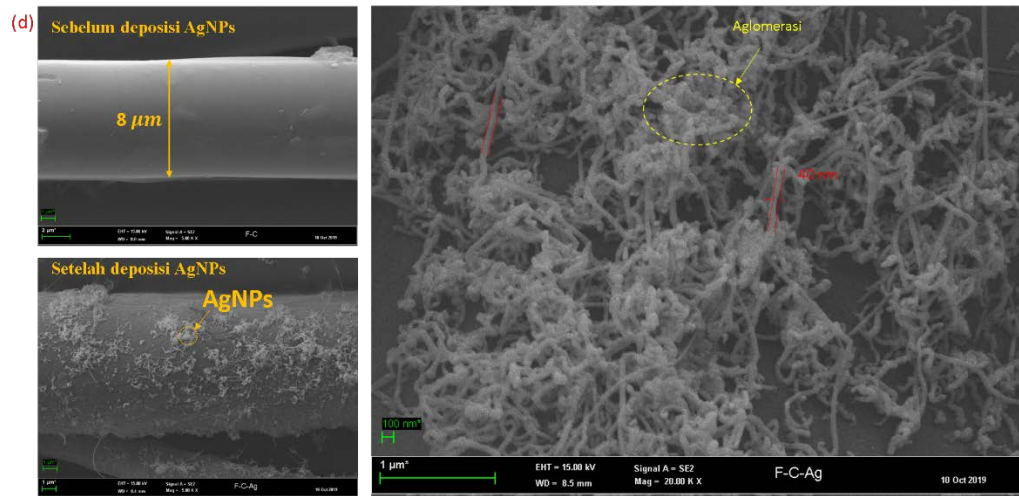
Ukuran tekstil berlapis AgNPs diperkirakan secara acak dengan mengukur partikel yang dipilih dari gambar FESEM mengikuti prosedur yang digunakan dalam penelitian sebelumnya (Hsueh *et al.*, 2015; Syafiuddin *et al.*, 2017; Syafiuddin *et al.*, 2017; Syafiuddin *et al.*, 2018). Gambar FESEM dari tekstil AgNP yang disintesis menggunakan *M. micrantha* ditunjukkan pada Gambar 4.6. Studi ini menunjukkan bahwa AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak *M. micrantha* berhasil terdepositasi dalam tekstil (lihat Gambar 4.5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mereka memiliki berbagai bentuk dan ukuran tergantung pada jenis tekstil.

Dapat dianalisis bahwa PAg dan FAg memiliki nanopartikel berbentuk *spherical* dengan ukuran masing-masing $83,6 \pm 18,22$ nm dan $60,7 \pm 16,55$ nm (gambar 4.6a dan 4.6c). Sementara itu, SAg memiliki campuran bentuk partikel nano, yaitu *spherical* dan *cylindrical* dengan ukuran $51,25 \pm 14,43$ nm (Gambar 4.6b). Bentuk *cylindrical* juga diperoleh dari CAg seperti terlihat pada Gambar 4.6d dengan ukuran partikel $35,81 \pm 10,42$ nm. Gambar 4.5 menunjukkan distribusi ukuran AgNPs dalam tekstil. PAg memiliki jangkauan distribusi partikel terluas dan merata (60–110 nm) dibandingkan dengan yang lain (SAg: 30–70 nm, FAg: 40–70 nm, dan CAg: 25–40 nm). Seluruh sampel menunjukkan aglomerasi AgNPs yang tidak dominan pada permukaan tekstil.



Gambar 4. 5 Distribusi ukuran AgNPs dalam (a) PAg (b) SAg (c) FAg, (d) CAg





Gambar 4. 6 FESEM (a) PAg (b) SAg (c) FAg, (d) CAg

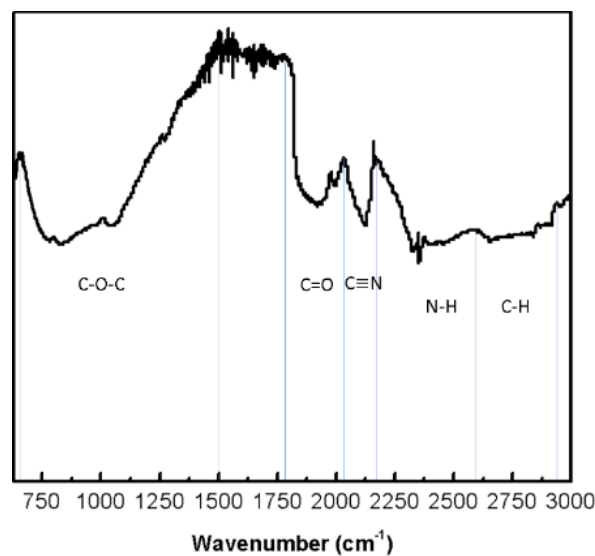
Tabel 4. 3 Metode deposisi AgNPs pada tekstil

Ukuran(nm)	Tekstil	Metode Deposisi	Ref
~50	Katun	AgNPs disintesis dengan metode <i>In-situ</i> , NaOH untuk mempertahankan kondisi asam	(Butola <i>et al.</i> , 2019).
12 to 16	Katun	Deeposisi AgNPs pada kain katun menggunakan pengikat yaitu butana tetracarboxylic acid (BTCA) dan sodium hypophosphite (SHP)	(Hebeish <i>et al.</i> , 2015)
N/A	Katun	cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) ditambahkan sebagai pengikat dalam kain katun	(El-Shishtawy <i>et al.</i> , 2011)
~50	Katun	Kain katun dilapisi dengan larutan AgNPs setelah di <i>treatment</i> dengan air hangat.	(Mohmed <i>et al.</i> , 2017)
~35	Katun	Potongan kapas dicelupkan ke dalam larutan AgNO ₃ . Ekstrak daun ditetaskan ke dalam campuran larutan AgNO ₃ dengan proses pengadukan.	Penelitian ini

Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa AgNPs dalam kisaran 10-100 nm dapat dilekatkan pada tekstil dengan berbagai bahan kimia dalam proses deposisinya (El-Rafie *et al.*, 2014; Ahmed *et al.*, 2017; Ali *et al.*, 2018). Misalnya, AgNPs ~ 50 nm dapat diproduksi menggunakan ekstrak kulit buah delima dan

melekat pada kain katun menggunakan natrium hidroksida (NaOH) (Butola *et al.*, 2019). Selain itu, bentuk *spherical* AgNPs dengan ukuran mulai dari 12 hingga 16 nm dapat diproduksi. AgNP disintesis menggunakan tebu dan berhasil dimasukkan dalam kain katun menggunakan pengikat butana tetracarboxylic acid (BTCA) dan sodium hypophosphite (SHP) (Hebeish *et al.*, 2015). Akhirnya, dalam penelitian ini diperoleh bahwa AgNPs dapat dideposisikan pada tekstil tanpa penambahan binder seperti pada penelitian sebelumnya. Selain itu, Tabel 4.3 merangkum metode deposisi AgNPs untuk tekstil tanpa atau menggunakan senyawa kimia.

4.5. Karakteristik FT-IR



Gambar 4. 7 Spektrum FT-IR dari AgNPs

Kelompok fungsional utama dalam AgNPs dapat diidentifikasi menggunakan pengukuran FT-IR. Spektrum representatif dari AgNPs yang disintesis ditunjukkan pada Gambar 4.7. Absorbansi antara 750–1500 cm⁻¹ dapat berhubungan dengan C-O-C atau C-H, ditunjukkan eter atau alkohol. Puncak antara 1750-2000 cm⁻¹ dapat ditetapkan untuk peregangan C = O. Selain itu, puncak antara 2000-2250 cm⁻¹ dapat dikaitkan dengan komponen nitril dengan gugus fungsional -C≡N. Puncak pada kisaran 2600 hingga 3000 cm⁻¹ ditemukan mungkin karena peregangan C – H, yang merupakan karakteristik dari senyawa alifatik. Sedangkan, keberadaan peregangan N-H diidentifikasi pada kisaran 2250 hingga 2500 cm⁻¹. Adanya ikatan kelompok N-H dan C-H menunjukkan kandungan flavonoid dalam daun ekstrak *M. micrantha*. Kelompok-kelompok fungsional AgNPs sangat bergantung pada prosedur sintesis, agen pereduksi, dan agen stabilisasi (Jacob *et al.*, 2017).

4.6. Investigasi Antijamur

Semua jenis tekstil AgNPs diuji kemampuan antijamurnya terhadap *Aspergillus sp.*, dan hasilnya disajikan pada Gambar 9. Dapat diamati bahwa AgNPs memiliki kemampuan antijamur dengan pembentukan zona hambat ditandai oleh lingkaran merah pada Gambar 9. Zona penghambatan rata-rata adalah $11,66 \pm 2,08$ mm, $13,33 \pm 3,51$ mm, $13,33 \pm 3,05$ mm dan $14,33 \pm 3,51$ mm masing-masing untuk PAg, SAg, FAg, dan CAg.

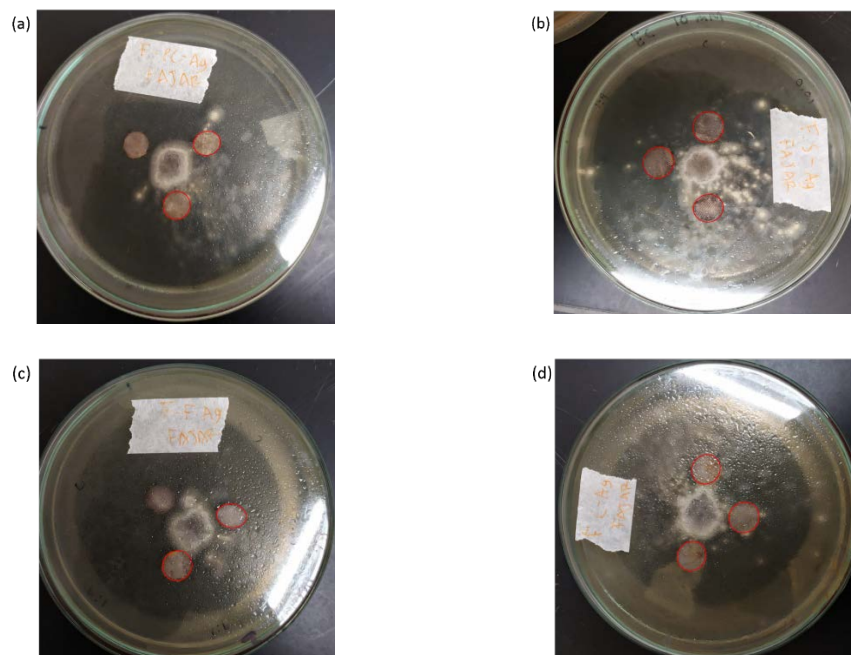


Figure 9. Zona Hambat dari (a) PAg (b) SAg (c) FAg, (d) CAg

Dalam penelitian ini, tekstil AgNPs yang paling efektif sebagai antijamur terhadap *Aspergillus sp.* adalah CAg. Hasil ini juga dikonfirmasi oleh Igal *et al.* (2018), di mana aktivitas antijamur tertinggi dari AgNP dalam kapas terhadap *Aspergillus sp.* karena distribusi AgNP yang efektif di area permukaan (lihat Gambar 8 (d)). Aktivitas antijamur yang tinggi dari kain katun berlapis AgNP juga dilaporkan oleh Balakumaran *et al.* (2016), yang menggambarkan bahwa kain katun berlapis AgNPs memiliki stabilitas tinggi yang didasarkan pada pengukuran pelepasan ion perak.

Tabel 4. 4 Zona Hambat Antijamur dari AgNPs

Ekstrak	Jamur	Tekstil	Zona Hambat (mm)	Ref
Daun Teh Hijau	<i>Aspergillus sp</i>	N/A	± 30	Asghar <i>et al.</i> (2018)
Daun Teh Hitam	<i>Aspergillus sp</i>	N/A	± 30	
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	cotton	12	Jaidev dan Narasimha (2010)
<i>H. muciformis</i>	<i>Aspergillus sp</i>	N/A	20	Bhimba (2014)
<i>Mikania micrantha</i>	<i>Aspergillus sp</i>	Poliester-Katun	11.6 ± 2.08	Penelitian ini
		Sutra	13.3 ± 3.51	
		Fiber	13.33 ± 3.05	
		Katun	14.33 ± 3.51	

Secara umum, semua tekstil AgNPs yang disintesis menunjukkan kemampuan antijamur terhadap *Aspergillus sp.* Temuan ini juga telah dikonfirmasi dari beberapa penelitian sebelumnya. Misalnya, AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak teh hijau dan teh hitam yang dapat menghambat sekitar 80% dari *Aspergillus sp.* (Asghar *et al.*, 2018). Selain itu, zona hambat 12 mm ditemukan ketika AgNPs disintesis menggunakan filtrat *Aspergillus niger* (Jaidev dan Narasimha, 2010). Tabel 4 merupakan daftar perbandingan zona hambat antijamur AgNPs terhadap *Aspergillus sp.* Dapat dianalisis dari tabel bahwa zona penghambatan tekstil AgNPs yang diperoleh dari penelitian ini memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan AgNPs yang disintesis menggunakan daun teh hijau dan hitam tanpa tekstil. Namun, hasil yang lebih baik dari zona hambat dalam pekerjaan ini diperoleh jika dibandingkan dengan AgNPs yang disintesis menggunakan filtrat *Aspergillus niger* yang dilekatkan pada katun. Kemampuan antijamur AgNPs sangat tergantung pada ukuran, bentuk, distribusi partikel, spesies, dan konsentrasi (Bhimba, 2014)

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, tekstil antijamur dibuat dengan metode sederhana dan *green method* untuk proses deposisi AgNPs pada tekstil dari ekstrak *M. micrantha*. Semua tekstil AgNPs menunjukkan kemampuan antijamur terhadap *Aspergillus sp.* Selain itu, katun AgNPs (C_{Ag}) memiliki nilai zona hambat paling tinggi terhadap *Aspergillus sp.* karena distribusi AgNPs yang efektif di area permukaannya. UV-Vis dan FT-IR menunjukkan pembentukan AgNPs dalam proses sintesis. Analisis FESEM dan EDX menunjukkan keberadaan AgNPs pada semua jenis tekstil, hasil ini menunjukkan keberhasilan imobilisasi AgNPs ke dalam tekstil tanpa menggunakan senyawa kimia. Hasil ini juga bisa menjadi referensi cara aman untuk mengaplikasikan AgNPs tekstil ke kulit manusia dalam bentuk balutan atau perban untuk keperluan medis di masa depan.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang aplikasi balutan atau perban AgNPs pada kulit manusia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Agnihotri, S., S. Mukherji and S. Mukherji (2014). "Size-controlled silver nanoparticles synthesized over the range 5–100 nm using the same protocol and their antibacterial efficacy." *Rsc Advances* 4(8): 3974-3983. DOI: <https://doi.org/10.1039/C3RA44507K>.

Ahmed, K. B. A., M. Mariappan and A. Veerappan (2017). "Nanosilver cotton swabs for highly sensitive and selective colorimetric detection of sulfide ions at nanomolar level." *Sensors and Actuators B: Chemical* 244: 831-836. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.01.077>.

Aini, A. N., D. A. Al Farraj, E. Endarko, A. Rubiyanto and H. Nur (2019). "A new green method for the synthesis of silver nanoparticles and their antibacterial activities against gram-positive and gram-negative bacteria." *Journal of the Chinese Chemical Society*: 705-712. DOI: <https://doi.org/10.1002/jccs.201800412>.

Ali, A., V. Baheti, M. U. Javaid and J. Militky (2018). "Enhancement in ageing and functional properties of copper-coated fabrics by subsequent electroplating." *Applied Physics A* 124(9): 651. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00339-018-2071-x>.

Asghar, M. A., E. Zahir, S. M. Shahid, M. N. Khan, M. A. Asghar, J. Iqbal and G. Walker (2018). "Iron, copper and silver nanoparticles: Green synthesis using green and black tea leaves extracts and evaluation of antibacterial, antifungal and aflatoxin B1 adsorption activity." *LWT* 90: 98-107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.009>.

Balakumaran, M., R. Ramachandran, S. Jagadeeswari and P. Kalaichelvan (2016). "In vitro biological properties and characterization of nanosilver coated cotton fabrics—An application for antimicrobial textile finishing." *International biodeterioration & biodegradation* 107: 48-55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.11.011>.

Balashanmugam, P. and P. T. Kalaichelvan (2015). "Biosynthesis characterization of silver nanoparticles using *Cassia roxburghii* DC. aqueous extract, and coated on cotton cloth for effective antibacterial activity." *International journal of nanomedicine* 10(Suppl 1): 87.DOI: <https://doi.org/10.2147/ijn.S79984>.

Bhimba, J. S. D. B. V. (2014). "Antibacterial and antifungal activity of silver nanoparticles synthesized using *Hypnea muciformis*." *Biosci., Biotech. Res. Asia* 11: 235-238.

Bhimba, J. S. D. B. V. (2014). "Antibacterial and antifungal activity of silver nanoparticles synthesized using *Hypnea muciformis*." *Biosci. Biotechnol. Res. Asia*. 11: 235-238.DOI: <https://doi.org/10.13005/bbra/1260>.

Butola, B., A. Gupta and A. Roy (2019). "Multifunctional finishing of cellulosic fabric via facile, rapid in-situ green synthesis of AgNPs using pomegranate peel extract biomolecules." *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 12: 100135.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2019.100135>.

Cavling Arendrup, M., B. Ronan O'Driscoll, E. Petersen and D. W. Denning (2006). "Acute pulmonary aspergillosis in immunocompetent subjects after exposure to bark chippings." *Scandinavian journal of infectious diseases* 38(10): 945-949.

Chen, B., G. Ni, W. Ren and S. Peng (2007). "Effects of aqueous extracts of *Mikania micrantha* on litter decomposition of native plants in South China." *Allelopathy Journal* 20(2): 307-314.

Cushnie, T. T. and A. J. Lamb (2005). "Antimicrobial activity of flavonoids." *International journal of antimicrobial agents* 26(5): 343-356.

Dwandaru, W. B., Z. C. Putri and E. Yulianti (2016). "Pengaruh Variasi Konsentrasi Bahan Aditif Larutan Nanopartikel Perak Terhadap Sifat Anti-Jamur Cat Dinding sebagai Aplikasi Teknologi Nano dalam Industri Cat Dinding." *INOTEKS* 20(1): 1-18.

Dwandaru, W. S. B. (2012). "Aplikasi Nanosains dalam Berbagai Bidang kehidupan: Nanoteknologi." *UNY, Yogyakarta*.

El-Rafie, M., H. B. Ahmed and M. Zahran (2014). "Characterization of nanosilver coated cotton fabrics and evaluation of its antibacterial efficacy." *Carbohydrate polymers* 107: 174-181.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.02.024>.

El-Shishtawy, R. M., A. M. Asiri, N. A. Abdelwahed and M. M. Al-Otaibi (2011). "In situ production of silver nanoparticle on cotton fabric and its antimicrobial evaluation." *Cellulose* 18(1): 75-82.DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-010-9455-1>.

Feng, Q. L., J. Wu, G. Chen, F. Cui, T. Kim and J. Kim (2000). "A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*." *Journal of biomedical materials research* 52(4): 662-668.

Handaya, A., J. Laksmono and A. Haryanto (2011). "Preparasi koloid nanosilver menggunakan stabilizer polivinil alkohol dan aplikasinya sebagai antibakteri pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli*." *Jurnal Kimia Indonesia* 12(3): 202-208.

Hebeish, A., M. El-Bisi and A. El-Shafei (2015). "Green synthesis of silver nanoparticles and their application to cotton fabrics." *International journal of biological macromolecules* 72: 1384-1390.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.10.028>.

Hsueh, Y.-H., K.-S. Lin, W.-J. Ke, C.-T. Hsieh, C.-L. Chiang, D.-Y. Tzou and S.-T. Liu (2015). "The antimicrobial properties of silver nanoparticles in *Bacillus subtilis* are mediated by released Ag⁺ ions." *PloS one* 10(12): e0144306.DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144306>.

Hu, G., W. Zhang, Y. Zhong, G. Liang, Q. Chen and W. Zhang (2019). "The morphology control on the preparation of silver nanotriangles." *Current Applied Physics* 19(11): 1187-1194.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cap.2019.08.002>.

Igal, K., R. A. Arreche, J. E. Sambeth, N. Bellotti, J. R. Vega-Baudrit, C. Redondo-Gómez and P. G. Vázquez (2018). "Antifungal activity of cotton fabrics finished modified silica-silvercarbon-based hybrid nanoparticles." *Textile Research Journal* 89.DOI: <https://doi.org/10.1177/0040517518755792>.

- Irma, K. N. and G. Nelly Wahyuni (2015). "Adsorpsi Fenol Menggunakan Adsorben Karbon Aktif Dengan Metode Kolom." *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 4(1).
- Isda, M. N., S. Fatonah and R. Fitri (2013). "Potensi Ekstrak Daun Gulma Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan *Paspalum conjugatum* Berg." *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi* 6(2): 120-125.
- Jacob, S. J. P., V. S. Prasad, S. Sivasankar and P. Muralidharan (2017). "Biosynthesis of silver nanoparticles using dried fruit extract of *Ficus carica*- Screening for its anticancer activity and toxicity in animal models." *Food and Chemical Toxicology* 109: 951-956. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.03.066>.
- Jaidev, L. and G. Narasimha (2010). "Fungal mediated biosynthesis of silver nanoparticles, characterization and antimicrobial activity." *Colloids and surfaces B: Biointerfaces* 81(2): 430-433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2010.07.033>.
- Jin, R., Y. Cao, C. A. Mirkin, K. Kelly, G. C. Schatz and J. Zheng (2001). "Photoinduced conversion of silver nanospheres to nanoprisms." *science* 294(5548): 1901-1903. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1066541>.
- Kim, D., S. Jeong and J. Moon (2006). "Synthesis of silver nanoparticles using the polyol process and the influence of precursor injection." *Nanotechnology* 17(16): 4019.
- Lara, H. H., D. G. Romero-Urbina, C. Pierce, J. L. Lopez-Ribot, M. J. Arellano-Jiménez and M. Jose-Yacaman (2015). "Effect of silver nanoparticles on *Candida albicans* biofilms: an ultrastructural study." *Journal of nanobiotechnology* 13(1): 91.
- Le Ouay, B. and F. Stellacci (2015). "Antibacterial activity of silver nanoparticles: a surface science insight." *Nano today* 10(3): 339-354.

Li, Q., S. Mahendra, D. Y. Lyon, L. Brunet, M. V. Liga, D. Li and P. J. Alvarez (2008). "Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: potential applications and implications." *Water research* 42(18): 4591-4602.

Marr, K. A., R. A. Carter, F. Crippa, A. Wald and L. Corey (2002). "Epidemiology and outcome of mould infections in hematopoietic stem cell transplant recipients." *Clinical Infectious Diseases* 34(7): 909-917.

Mohmed, A. A., A. Fouda, M. S. Elgamal, S. Hassan, T. I. Shaheen and S. S. Salem (2017). "Enhancing of cotton fabric antibacterial properties by silver nanoparticles synthesized by new egyptian strain *Fusarium keratoplasticum* A1-3." *Egyptian Journal of Chemistry* 60(Conference Issue (The 8th International Conference of The Textile Research Division (ICTRD 2017), National Research Centre, Cairo 12622, Egypt.)): 63-71.DOI: <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2017.1626.1137>.

Park, J., S.-H. Cha, S. Cho and Y. Park (2016). "Green synthesis of gold and silver nanoparticles using gallic acid: catalytic activity and conversion yield toward the 4-nitrophenol reduction reaction." *Journal of Nanoparticle Research* 18(6): 166.DOI: <https://doi.org/10.1007/s11051-016-3466-2>.

Pelczar, M. and E. Chan (2006). *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1 dan Jilid 2, UI Press. Jakarta.*

Piburn, G. and A. Barron (2013). "An introduction to energy dispersive X-ray spectroscopy." *Physical methods in chemistry and nano science*: 90-98.

Ponarulselvam, S., C. Panneerselvam, K. Murugan, N. Aarthi, K. Kalimuthu and S. Thangamani (2012). "Synthesis of silver nanoparticles using leaves of *Catharanthus roseus* Linn. G. Don and their antiplasmodial activities." *Asian Pacific journal of tropical biomedicine* 2(7): 574-580.DOI: [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60100-2](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60100-2).

Prabhu, S. and E. K. Poulouse (2012). "Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects." *International nano letters* 2(1): 32.

Purnamasari, M. D. (2015). Sintesis Antibakteri Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* linn) dengan Irradiasi Microwave, UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.

Rajkuberan, C., S. Prabukumar, G. Sathishkumar, A. Wilson, K. Ravindran and S. Sivaramakrishnan (2017). "Facile synthesis of silver nanoparticles using *Euphorbia antiquorum* L. latex extract and evaluation of their biomedical perspectives as anticancer agents." *Journal of Saudi Chemical Society* 21(8): 911-919. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2016.01.002>.

Sastry, M., K. Mayya, V. Patil, D. Paranjape and S. Hegde (1997). "Langmuir–Blodgett films of carboxylic acid derivatized silver colloidal particles: role of subphase pH on degree of cluster incorporation." *The Journal of Physical Chemistry B* 101(25): 4954-4958. DOI: <https://doi.org/10.1021/jp964087f>.

Shankar, S. S., A. Rai, A. Ahmad and M. Sastry (2004). "Rapid synthesis of Au, Ag, and bimetallic Au core–Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth." *Journal of colloid and interface science* 275(2): 496-502.

Shervani, Z., Y. Ikushima, M. Sato, H. Kawanami, Y. Hakuta, T. Yokoyama, T. Nagase, H. Kuneida and K. Aramaki (2008). "Morphology and size-controlled synthesis of silver nanoparticles in aqueous surfactant polymer solutions." *Colloid and Polymer Science* 286(4): 403-410. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00396-007-1784-8>.

Sivera, M., L. Kvitek, J. Soukupova, A. Panacek, R. Prucek, R. Vecerova and R. Zboril (2014). "Silver nanoparticles modified by gelatin with extraordinary pH stability and long-term antibacterial activity." *PloS one* 9(8): e103675. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103675>.

Syafiuddin, A., T. Hadibarata, A. Beng Hong Kueh and M. Razman Salim (2018). "Novel weed-extracted silver nanoparticles and their antibacterial appraisal against a rare bacterium from river and sewage treatment plan." *Nanomaterials* 8(1): 9.

Syafiuddin, A., T. Hadibarata, M. R. Salim, A. B. H. Kueh and A. A. Sari (2017). "A purely green synthesis of silver nanoparticles using *Carica papaya*, *Manihot esculenta*, and *Morinda citrifolia*: Synthesis and antibacterial evaluations." *Bioprocess and biosystems engineering* 40(9): 1349-1361. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00449-017-1793-z>.

Syafiuddin, A., M. R. Salim, A. Beng Hong Kueh, T. Hadibarata and H. Nur (2017). "A review of silver nanoparticles: Research trends, global consumption, synthesis, properties, and future challenges." *Journal of the Chinese Chemical Society* 64(7): 732-756. DOI: <https://doi.org/10.1002/jccs.201700067>.

Syafiuddin, A., S. Salmiati, T. Hadibarata, A. B. H. Kueh, M. R. Salim and M. A. A. Zaini (2018). "Silver Nanoparticles in the Water Environment in Malaysia: Inspection, characterization, removal, modeling, and future perspective." *Scientific reports* 8(1): 986. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19375-1>.

Vazquez-Muñoz, R., M. Avalos-Borja and E. Castro-Longoria (2014). "Ultrastructural analysis of *Candida albicans* when exposed to silver nanoparticles." *PloS one* 9(10).

Vigneshwaran, N., A. Kathe, P. Varadarajan, R. Nachane and R. Balasubramanya (2007). "Functional finishing of cotton fabrics using silver nanoparticles." *Journal of nanoscience and nanotechnology* 7(6): 1893-1897.

Wahyudi, T., D. Sugiyana and Q. Helmy (2011). "Sintesis nanopartikel perak dan uji aktivitasnya terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*." *Arena Tekstil* 26(1).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

1. Hasil penelitian ini telah dipublikasi pada Jurnal International, Biointerface Research in Applied Chemistry dengan judul “A green deposition method of silver nanoparticles on textiles and their antifungal activity”

Volume 10, Issue 1, 2020, 4902 - 4907 ISSN 2069-5837

Biointerface Research in Applied Chemistry
www.BiointerfaceResearch.com <https://doi.org/10.33263/BRIAC101.902907>

Original Research Article Open Access Journal

Received: 25.11.2019 / Revised: 18.12.2019 / Accepted: 19.12.2019 / Published on-line: 29.12.2019

A green deposition method of silver nanoparticles on textiles and their antifungal activity

Muhammad Noer Fajar ¹, Endarko Endarko ^{1,*}, Agus Rubiyanto ¹, Nik Ahmad Nizam Nik Malek ², Tony Hadibarata ^{3,*}, Achmad Syafiuiddin ⁴

¹Department of Physics, Faculty of Science, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 60111 Surabaya, East Java, Indonesia

²Department of Biosciences, Faculty of Science, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia

³Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering and Science, Curtin University, 98009 Miri, Sarawak, Malaysia

⁴Department of Water and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia

*corresponding author e-mail addresses: endarko@gmail.com; hadibarata@curtin.edu.my | Scopus ID [55217620100](https://orcid.org/0000-0001-9029-0700); [16233109100](https://orcid.org/0000-0001-9029-0700)

ABSTRACT

This study aims to propose a new green method for the deposition of silver nanoparticles (AgNPs) on textiles without the use of chemical compounds as binders. The deposition of AgNPs on textiles was achieved by immersing textiles in silver nitrate solution before adding with a natural reducing agent obtained from the extraction of *Mikania micrantha*. Plasmonic properties of the synthesized AgNPs were characterized using Ultraviolet-visible (UV-vis) spectroscopy and surface morphology of textiles was identified using the field-emission scanning electron microscopy (FESEM). In addition, energy-dispersive X-ray spectroscopy was also employed for the characterization. Inhibition zone measurement was performed for evaluating the antifungal capability of textiles attached with AgNPs. This study showed that the attachment of AgNPs to several textile types (cotton, cotton-polyester, silk, and fiber) without the use of binders or other chemical compounds had been successfully achieved. Moreover, all textiles attached with AgNP exhibited effective antifungal activity.

Keywords: Silver nanoparticles; textiles; green method; antifungal materials.