

**SINTESIS, KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
SENYAWA NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN ALGA MERAH
(*Eucheuma cottonii*) DENGAN METODE ABTS**

Tesis

**Oleh:
ACHMAD SHONHAJI
NIM. 19820003**



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**SINTESIS, KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
SENYAWA NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN ALGA MERAH
(*Eucheuma cottonii*) DENGAN METODE ABTS**

Tesis

**Oleh:
ACHMAD SHONHAJI
NIM. 19820003**

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Magister Sains (M.Si)**

**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**SINTESIS, KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
SENYAWA NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN ALGA MERAH
(*Eucheuma cottonii*) DENGAN METODE ABTS**

Tesis

Oleh:
ACHMAD SHONHAJI
NIM. 19820003


Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 21 Juni 2021

Dosen Pembimbing 1



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 197410182003122002

Dosen Pembimbing 2



Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 196301141999031001



Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Biologi

Pd Dr. dr. H. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si.
NIP. 19710919 2000 03 2 001

SINTESIS, KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
SENYAWA NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN ALGA MERAH
(*Eucheuma cottonii*) DENGAN METODE ABTS

Tesis

Oleh:
ACHMAD SHONHAJI
NIM. 19820003

Telah dipertahankan

Di depan Dewan Penguji Tesis dan dinyatakan diterima
sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si.) Tanggal: 21 Juli 2021

Ketua Penguji : Prof.Dr.drh.Hj. Bayvinatul M, M.Si
NIP. 197109192000032001
Anggota Penguji I : Dr. Hi. Akyunul Jannah, S.Si., M.P
NIP. 1975504102005012009
Anggota Penguji II : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 197410182003122002
Anggota Penguji III : Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 196301141999031001

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)



Mengesahkan,
Ketua Program Magister Biologi

Prof. Dr. drh. Hj. Bayvinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 197109192000032001

MOTTO

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ

Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berharap.

PERSEMBAHAN

ALHAMDULILLAH...

PUJI SYUKUR SAYA PERSEMBAHKAN KEPADAMU YAA ALLAH SWT, ATAS SEGALA NIKMAT YANG TIADA HENTI HENTINYA YANG ENKKAU LIMPahkan KEPADA HAMBAMU INI.

SHALAWAT SERTA SALAM SEMOGA TETAP TERLIMPahkan KEPADA JUNJUNGAN KITA NABI BESAR MUHAMMAD SAW.

TESIS INI SAYA PERSEMBAHKAN KEPADA AYAH IBU (M. SYUFA'AT DAN ISTI'ANAH), BAPAK IBU SAYA (MOCH. SHOLEH DAN ALIFAH), ISTRI DAN ANAK SAYA (NI'MATUR ROCHMAH DAN FARISA HILYATUR RAHMAH), GURU SAYA (K.H ALI MUZAKKI NUR SALIM), SERTA REKAN-REKAN MAGISTER BIOLOGI SEANGKATAN DAN SELURUHNYA SEMOGA MENJADI KARYA TULIS YANG BERMANFAAT BAGI SEMUA KALANGAN.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Achmad Shonhaji
NIM : 19820003
Program Studi : Magister Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Sintesis, Karakterisasi dan Aktivitas Antioksidan Senyawa Nanopartikel Perak Menggunakan Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode ABTS

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Disertasi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik disuatu lembaga Perguruan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tesis ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Malang, 21 Juli 2021
Yang membuat pernyataan,

 Achmad Shonhaji
NIM. 19820003

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Sintesis, Karakterisasi dan Aktivitas Antioksidan Senyawa Nanopartikel Perak Menggunakan Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode ABTS

Achmad Shonhaji, Evika Sandi Savitri, Eko Budi Minarno
Program Magister Biologi Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Alga merah memiliki pigmen *phycoerythrine*, *phycocyanin*, *phycobilins*, klorofil a, β -karoten, dan *xanthophyl*, serta senyawa bioaktif yang berupa flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid yang berperan sebagai zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya. Pigmen dan senyawa bioaktif tersebut diduga memiliki manfaat antara lain sebagai antioksidan. Bahan alam alga merah diduga lebih bermanfaat sebagai antioksidan, ketika diproses melalui sintesis nanopartikel perak (AgNO_3). Bahan alam tersebut berperan sebagai bahan baku krim tabur surya, yang diharapkan memiliki aktivitas antioksidan kuat sehingga efektif sebagai pencegah penuaan dini (anti aging). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter morfologi dan ukuran partikel senyawa nanopartikel perak serta aktivitas antioksidan dari alga merah (*Eucheuma cottonii*). Penelitian menggunakan obyek penelitian alga merah dari species *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari perairan daerah Gresik, Jawa Timur. Parameter dalam penelitian adalah karakter dan aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) yang dilakukan dengan metode ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat). Karakter senyawa nanopartikel meliputi morfologi dan ukuran partikel menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Particle Size Analyzer* (PSA), sedangkan aktivitas antioksidan menggunakan metode ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat) dengan konsentrasi ABTS sebesar 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm, dengan pembanding asam askorbat dengan konsentrasi 3, 4, 5, 6, dan 7 ppm. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakterisasi nanopartikel perak alga merah dengan SEM dengan ukuran 115,4 nm serta memiliki bentuk silindris. Karakterisasi dengan PSA rata-rata berada pada ukuran 100 nm, dan hasil nilai aktivitas antioksidan dengan metode ABTS sebesar 29,976 ppm, dengan kategori aktivitas antioksidan sangat kuat.

Kata kunci: Alga merah (*Eucheuma cottonii*) , Antioksidan, nanopartikel perak (AgNO_3)

Synthesis, Characterization and Activity of Antioxidant Compounds of Silver Nanoparticles Using Red Algae (*Eucheuma cottonii*) with the ABTS Method

Achmad Shonhaji, Evika Sandi Savitri, Eko Budi Minarno
Master Program in Biology, Faculty of Science and Technology,
State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Red algae contain phycoerythrine, phycocyanin, phycobilins, chlorophyll a, β -carotene, and xanthophyll pigments, as well as bioactive compounds in the form of flavonoids, phenol hydroquinone and triterpenoids that act as potential substances for sunscreen cream raw materials. Pigments and bioactive compounds are believed to have benefits, among others, as antioxidants. Natural ingredients of red algae are considered more useful as antioxidants when through the synthesis of silver nanoparticles (AgNO_3). These natural ingredients act as raw materials for sunscreen cream, which is expected to have strong antioxidant activity so that it is effective as an anti-aging agent. The purpose of this study was to determine the particle morphology and particle size of silver nanocompounds as well as the antioxidant activity of red algae (*Eucheuma cottonii*). The research used red algae as the object of the study, *Eucheuma cottonii*, which was obtained from the waters of the Gresik area, East Java. The parameters in this study were the character and antioxidant activity of the red algae silver nanoparticles (*Eucheuma cottonii*) using the ABTS method (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulphonic acid). The characters of the nanoparticles include morphology and particle size. using Scanning Electron Microscopy (SEM) and Particle Size Analyzer (PSA), while the antioxidant activity using the ABTS method (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) with ABTS concentrations of 10, 20, 30, 40, and 50 ppm, with comparison of ascorbic acid with concentrations of 3, 4, 5, 6, and 7 ppm. Data analysis technique used quantitative descriptive analysis. The results showed that the characterization of red algae silver nanoparticles with SEM with a size of 115.4 nm and has cylindrical shape. Characterization with PSA on average is at 100 nm, and the value of antioxidant activity using the ABTS method is 29,976 ppm, with antioxidant activity category very strong.

Keywords: Red algae (*Eucheuma cottonii*), Antioxidant, silver nanoparticles (AgNO_3)

التوليف والتوصيف والنشاط المضاد للأكسدة لجسيمات الفضة النانوية باستخدام الطحالب الحمراء

ABTS مع طريقة (*Eucheuma cottonii*)

أحمد شنهاجي، إيفيكا ساندي سافيتري ، إيكو بودي مينارنو

برنامج ماجستير الأحياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

مستخلص البحث

تحتوي الطحالب الحمراء على phycoerythrin و phycocyanin و phycobilins و chlorophyll a و - xanthophyll و carotene ، بالإضافة إلى المركبات النشطة بيولوجيًا في شكل مركبات الفلافونويد والفينول هيدروكينون والتريترينويد التي تعمل كمواد محتملة للمواد الحام لكرتم الوقاية من الشمس. يُعتقد أن هذه الأصباغ والمركبات النشطة بيولوجيًا لها فوائد ، من بين أمور أخرى ، كمضادات الأكسدة. يُعتقد أن المكونات الطبيعية للطحالب الحمراء أكثر فائدة كمضادات للأكسدة ، عند معالجتها من خلال تخليق جزئيات الفضة النانوية (AgNO₃) تعمل هذه المكونات الطبيعية كمواد حام لكرتم الحماية من أشعة الشمس ، والذي من المتوقع أن يكون له نشاط مضاد للأكسدة قوي بحيث يكون فعالاً كعامل مضاد للشيخوخة. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد الطابع المورفولوجي وحجم الجسيمات لجسيمات الفضة النانوية بالإضافة إلى النشاط المضاد للأكسدة للطحالب الحمراء (*Eucheuma cottonii*) استخدم هذا البحث الطحالب الحمراء كهدف للدراسة *Eucheuma cottonii* ، والتي تم الحصول عليها من مياه منطقة غريسك، جاوة الشرقية. كانت المعلومات في هذه الدراسة هي الخصائص والنشاط المضاد للأكسدة لجسيمات الفضة النانوية للطحالب الحمراء (*Eucheuma cottonii*) باستخدام طريقة ABTS (2-(2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid))، تشمل خصائص الجسيمات النانوية الشكل وحجم الجسيمات باستخدام الفحص المجهر الإلكتروني (SEM) ومحلل حجم الجسيمات (PSA)، بينما نشاط مضادات الأكسدة باستخدام طريقة ABTS (2-(2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) مع تركيزات 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50 جزء في المليون ، بمقارنة حمض الأكوربيك بتركيزات 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 7 جزء في المليون. استخدمت تقنية تحليل البيانات التحليل الوصفي الكمي ، وأظهرت النتائج أن توصيف الطحالب الحمراء جزئيات الفضة النانوية مع SEM بحجم 115.4 نانومتر ولها شكل أسطواني ، التوصيف بمتوسط PSA يبلغ 100 نانومتر ، وقيمة نشاط مضادات الأكسدة باستخدام طريقة ABTS هي 29.976 جزء في المليون ، مع فئة نشاط مضادات الأكسدة قوي جدا.

الكلمات الرئيسية: الطحالب الحمراء (*Eucheuma cottonii*)، مضادات الأكسدة ، جزئيات الفضة النانوية

(AgNO₃)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Sintesis, Karakterisasi dan Aktivitas Antioksidan Senyawa Nanopartikel Perak Menggunakan Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode ABTS”**. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW. yang telah menegakkan Diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. drh. Hj. Bayyiantul Muchtaromah, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

5. Ayah mertua penulis (Syufa'at), Ibu mertua penulis (Isti'anah), Bapak penulis (Moch. Sholeh), Ibu penulis (Alifah), Istri penulis (Ni'matur Rochmah), anak penulis (Farisa Hilyatur Rahmah) dan Guru penulis (K.H Ali Muzakki Nur Salim) yang telah memberikan Do'a, dukungan serta motivasi kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan Magister Biologi angkatan pertama kepada mbak Lil Hanifah, mbak Aldila, mbak Nabila, dan mbak Zahro yang banyak memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIHAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN Tesis	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
مستخلص البحث	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xix

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah.....	8

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Rumput laut (Alga).....	10
2.1.2 Klasifikasi alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	12
2.1.3 Morfologi	13
2.2 Nanopartikel	14
2.2.1 Sintesis Nanopartikel	15
2.2.2 Nanopartikel Perak	16
2.2.3 <i>Green synthesis silver nanoparticles (AgNPs)</i>	18
2.3 Antioksidan	19
2.3.1 Mekanisme antioksidan.....	19
2.3.2 Antioksidan primer.....	20
2.3.3 Antioksidan sekunder	20
2.3.4 Antioksidan tersier	20
2.3.5 Sumber antioksidan	21
2.3.6 Antioksidan yang dibuat oleh tubuh kita sendiri.....	21

2.3.7 Antioksidan alami	21
2.3.8 Antioksidan sintetik.....	22
2.4 Antioksidan dari alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>).....	23
2.4.1 Senyawa polifenol alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>).....	24
2.5 Metode pengubahan senyawa nanopartikel.....	26
2.5.1 Proses top-down dan botton-up.....	26
2.6 Metode ABTS untuk uji aktivitas antioksidan.....	27
2.7 Nilai IC ₅₀ pada pengujian aktivitas antioksidan.....	29
2.8 Karakterisasi senyawa nanopartikel perak alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>).....	30
2.8.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)	30
2.8.2 Particle Size Analysis (PSA).....	30
2.8.3 Spektrofotometri UV-Vis.....	32

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat.....	34
3.2 Rancangan penelitian	34
3.3 Alat dan bahan.....	34
3.3.1 Alat.....	34
3.3.2 Bahan	35
3.4 Prosedur penelitian.....	35
3.4.1 Persiapan sampel.....	35
3.4.2 Pembuatan sintesis senyawa nanopartikel perak.....	35
3.5 Uji karakterisasi nanopartikel perak pada alga merh (<i>Eucheuma cottonii</i>)	36
3.6 Uji aktivitas antioksidn dan IC ₅₀ dengan metode ABTS.....	37
3.6.1 Pembutan larutan stok senyawa nanopartikel	37
3.6.2 Pembuatan larutan stok asam askorbat	37
3.6.3 Pembuatan larutan stok ABTS.....	38
3.6.4 Pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode ABTS	38
3.6.4.1 Pengukuran serapan larutan blanko ABTS	38
3.6.4.2 Pengukuran aktivitas pengikatan radikal bebas ABTS dengan sampel.....	38
3.6.4.3 Pengukuran aktivitas pengikatan radikal bebas ABTS dengan asam askorbat	39
3.7 Analisis data	39

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi nanopartikel alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	41
4.1.1 Karakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)....	43
4.1.3 Karakterisasi dengan dengan Particle Size Analysis (PSA).....	45
4.2 Uji aktivitas antioksidan	49

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 55
5.2 Saran..... 55

DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aktivitas antioksidan Nanopartikel Perak Alga Merah (<i>Eucheuma cottonii</i>), Ekstrak Alga Merah (<i>Eucheuma cottonii</i>) dan Asam Askorat.	51
2. Hasil perhiungan aktivitas antioksidan	71
3. Hasil perhiungan regresi.....	74
4. Dokumentasi penelitian	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	11
2.2 Struktur Senyawa Fenol	24
2.3 Contoh struktur Senyawa polifenol.....	26
2.4 Reaksi oksidasi ABTS oleh kalium persulfat.....	28
2.5 Diagram umum spektrofotometri UV-Vis	32
4.1 Karakterisasi alga merah secara visual.....	41
4.2 Hasil uji SEM.....	44
4.3 Hasil uji PSA.....	46
4.4 Nilai zeta potensial	47
4.5 Karakterisasi nanopartikel perak alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	48
4.6 Larutan ABTS dengan Kalium Persulfat	49
4.7 Sampel dengan larutan ABTS	50

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan larutan Perak	65
2. Perhitungan larutan ABTS	65
3. Perhitungan larutan Kalium Persulfat	66
4. Perhitungan banyak volume yang dibutuhkan (μ l) pada larutan ABTS dan sampel.....	66
5. Perhitungan banyak volume yang dibutuhkan (μ l) pada larutan ABTS dan asam askorbat	67
6. Perhitungan daya antioksidan (%) pada ABTS dan sampel ekstrak alga merah.....	67
7. Perhitungan daya antioksidan (%) pada ABTS dan sampel nanopartikel alga merah	68
8. Perhitungan daya antioksidan (%) pada ABTS dan asam askorbat	68
9. Hasil sampel dengan uji PSA	69
10. Bukti konsultasi pembimbing Magister Biologi	84

DAFTAR SINGKATAN

Simbol/singkat	Keterangan
AgNO ₃	Perak
K ₂ S ₂ O ₈	Kalium Persulfat
ABTS	2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat)
SEM	Scanning Electrone Microscope
PSA	Particle Size Analyzer
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah swt dalam Al-Qur'an telah menyebutkan bahwa segala sesuatu yang dicipta di alam semesta ini adalah tanpa sia-sia. Hal ini sebagaimana firman Allah swt dalam Al-Qur'an Surat Ali Imron (3) ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ١٩١

Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka (QS Ali Imron:191).

Menurut Abdullah (2003), dalam tafsir Ibnu Katsir lafadz (مَا خَلَقْتَ هَذَا (بَاطِلًا), mengandung arti bahwa Allah SWT tidak menciptakan semuanya dengan sia-sia, tetapi penuh dengan kebenaran, agar Allah SWT memberikan balasan kepada orang-orang yang beramal buruk dan yang beramal baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa Allah SWT menjelaskan kepada hambanya tentang pemanfaatan segala ciptaan-Nya, bahwa betapa pentingnya kita sebagai manusia untuk memikirkan tentang apa-apa yang diciptakan Allah SWT dan mengkajinya terutama yang berhubungan dengan alam ini, karena Indonesia sendiri merupakan Negara yang kaya akan keanekaragaman dari alamnya.

Dalam Al-Qur'an ayat lainnya yaitu surat Asy-Syu'ara' (26) ayat 7, yang menyebutkan bahwa:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik? (QS Asy-Syu'ara':7).

Menurut Al-Qurtubi (2000), mengartikan kata (زَوْجٍ) dalah warna, sedangkan kata (كَرِيمٍ) artinya menumbuhkan. Kata (كَرِيمٍ) ini digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap objek yang disifatinya (Shonhaji, 2014). Makhluk hidup ciptaan Allah SWT yang ada diperairan (laut) adalah alga, yang termasuk kelompok protista yang mempunyai sifat tidak bisa dibedakan antara bagian akar, batang, dan daun sejati. Seluruh bagian tumbuhan disebut thallus (Hernanto dkk, 2015).

Alga merah (*Eucheuma cottonii*) mempunyai thallus silindris, permukaan licin, dan bercabang. Warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu, atau merah. Perubahan warna sering terjadi oleh karena faktor lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Aslan, 1991).

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di antara Benua Asia dan Benua Australia serta Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Posisi geografis inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab dari tingginya keberagaman spesies alga di Indonesia. Perairan laut Indonesia memiliki beberapa jenis alga, salah satunya didominasi oleh alga merah (*Rhodophyceae*) sebanyak 452 jenis. Selain itu, terdapat sekitar 196 jenis alga hijau (*Chlorophyceae*) dan sekitar 134

jenis alga coklat (*Phaeophyceae*) yang tumbuh serta menempati perairan laut di Indonesia (Pakidi, 2016).

Daerah Jawa Timur terutama lokasi yang berpotensi bagi pengembangan budidaya alga adalah Pacitan, Banyuwangi dan Sumenep (Indriani dan Suminarsih, 2003). Potensi pengembangan budidaya alga merah (*Eucheuma Cottonii*) di Jatim tercatat 16.420 ha dan baru dimanfaatkan 372 ha atau 2,27%. Sedangkan di Kabupaten Sumenep potensi pengembangan tercatat 5.870 ha dan baru dimanfaatkan 141,324 ha (Fatmawati, 2015).

Alga mengandung berbagai senyawa bioaktif, beberapa di antaranya tidak terdapat pada tanaman terestrial antara lain: lektin atau fikobiliprotein, senyawa polifenol, florotannin dan polisakarida tertentu. Senyawa tersebut memiliki sifat meningkatkan kesehatan atau sebagai sumber antioksidan alami dan berperan dalam modulasi penyakit kronis (Kelman *et al.* 2012). Alga yang mengandung senyawa bioaktif yaitu fenol, saponin, tanin, flavonoid, sesquiterpenoid, diterpenoid dan caulerpin yang memiliki aktivitas antioksidan, anti bakteri, anti jamur, anti tumor dan bisa digunakan untuk terapi tekanan darah rendah serta penurun glukosa darah (Kelman *et al.* 2012; Azhagu *et al.* 2015).

Kandungan fitokimia pada alga merah (*Eucheuma cottonii*) antara lain flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid yang diduga berperan sebagai zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya (Maharany, 2017). Selain kandungan protein, lipid, karbohidrat, α tokoferol, mineral, vitamin C, dan vitamin E (Wandansari *et al.* 2013; Pringgenies *et al.* 2013), dapat mensintesis senyawa mycosporine (MAAs) yang berperan dalam absorpsi sinar Ultraviolet (UV) (Carreto and Carignan 2011; Rosic and Dove 2011; Navarro 2015).

Nanosains adalah cabang ilmu pengetahuan yang berfokus pada sintesis, karakterisasi dan aplikasi material berukuran nano (Logeswari dkk., 2013). Nanosains mengalami perkembangan yang sangat pesat dan dikembangkan untuk menjawab kebutuhan masyarakat dalam berbagai bidang seperti: sains, pertanian, biomedis, energi dan lingkungan (Keat *et al*, 2015; Nath and Banerjee, 2013; Sharma *et al*, 2009).

Nanopartikel merupakan material yang berukuran molekul lebih kecil dari 1 mikron, memiliki beragam bentuk geometris, antara lain: plat, lembaran dan silinder (Tiyaboonchai, 2003; Buzea dkk., 2007). Ukuran dan bentuk tersebut juga berhubungan dengan perbedaan yang signifikan dari sifat-sifat kimia, fisika, elektronik, mekanik, dan biologis (Goodsell, 2004; Bogunia, Kubik and Sugisaka, 2002). Nanopartikel berdasarkan komposisinya dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu organik dan anorganik. Nanopartikel organik adalah nanopartikel yang berbasis karbon, sedangkan nanomaterial anorganik tersusun dari bahan anorganik seperti logam, bahan magnetik, dan semikonduktor (Fawcett *et al*, 2017).

Berbagai metode sintesis saat ini telah dikembangkan, namun demikian secara prinsip nanopartikel dapat disintesis dengan dua cara yaitu: fisika dan kimia. Sintesis secara fisika dilakukan dengan memecah material yang berukuran besar menjadi berukuran nanometer tanpa melibatkan reaksi kimia. Sedangkan sintesis secara kimia dilakukan dengan melibatkan reaksi kimia dalam membentuk nanopartikel dari bahan baku (prekursor) (Abdullah *et al*, 2008).

Namun demikian baik metode fisika maupun kimia dapat menyebabkan terjadinya akumulasi produk samping yang beracun dan tidak ramah lingkungan sehingga hasil nanopartikel tersebut sulit untuk diaplikasikan, terutama untuk

bidang kesehatan. Karena alasan tersebut maka dikembangkanlah suatu metode alternatif dalam sintesis nanopartikel yang berdasar pada konsep *green chemistry* yaitu *green synthesis nanoparticle*. Metode ini diketahui lebih ekonomis dan memiliki resiko lingkungan rendah dapat digunakan dalam berbagai bidang, khususnya kesehatan (Sundrarajan and Gowri, 2011).

Metode *Green Synthesis Nanoparticle* adalah metode sintesis nanopartikel menggunakan bahan alam yang bersumber dari organisme hidup, seperti tanaman/tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme yang hidup di darat ataupun di laut, sebagai bioreduktor logam. Organisme hidup menghasilkan metabolit, baik primer maupun sekunder, yang dapat mereduksi logam, seperti alkaloid, amina, amida, protein, gugus karbonil, terpenoid, fenolik, dan pigmen (Asmathunisha and Kathiresan, 2013; Keat *et al*, 2015), disamping potensinya sebagai sumber penghasil obat atau bahan obat, vitamin, pemberi cita rasa pada makanan, dan lain-lain (Nautiyal, 2013).

Hasil penelitian nanopartikel nutraceutical, seperti propolis, teh hijau maupun curcuma menunjukkan bahwa dalam bentuk nanopartikel, bioavaibilitas dan sifat fungsional lainnya meningkat secara signifikan (Gelperina, 2005). Nanopartikel quercetin dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pelepasan obat 74 kali lebih tinggi (Zhang, 2007). Teknologi nanopartikel perak (AgNO_3) adalah bahan biokompatibel toksisitas rendah yang banyak digunakan dalam biologi karena sifat uniknya, termasuk konduksi, sifat yang stabil, katalitik, dan anti-bakteri (R.D. Rivera-Rangel, *et al.* 2018., H.B. Diasa, *et al.* 2019). AgNO_3 yang disintesis memiliki lebih banyak keunggulan dibandingkan dengan yang lain,

termasuk efektivitas biaya, biodegradabilitas, kecepatan, waktu, dan rendah toksisitas terhadap lingkungan (K. Cihalova, *et al.* 2015).

Alga merah (*Eucheuma cottonii*) memiliki senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan seperti senyawa komponen aktif antara lain flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid yang diduga berperan sebagai zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya. (Maharany *et al.* 2017), pigmen fukosantin, fikobilin dan vitamin C dan E (Nawaly *et al.* 2016), antheraxanthin (karotenoid), phikoeritrin (pigmen bikobilin), galaktan, sulfat galaktan dan senyawa polifenol seperti katekin (gallocthecin, epicatechin, catechin gallate), asam galat, flavonol, flavonol glycosides, caffeic acid, hesperidin dan myricetin (Sari *et al.* 2013).

Flavonoid merupakan salah satu polifenol, memiliki peran besar dalam aktivitas tirosinase karena mengandung gugus fenol dan cincin pyren. Struktur dari flavonoid secara prinsip sesuai sebagai substrat dan mampu berkompetisi sehingga dapat menjadi penghambat tirosinase (Chang, 2009).

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi senyawa lain. Dalam arti khusus, antioksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi radikal bebas. Senyawa penangkap radikal bebas disebut dengan antioksidan, dengan adanya antioksidan maka reaksi oksidasi yang mengakibatkan munculnya radikal bebas dapat berikatan dengan antioksidan dan membentuk molekul yang lebih stabil dan tidak berbahaya (Sari *et al.* 2013).

Aktivitas antioksidan bahan alam pada metode ABTS seperti karotenoid dan senyawa fenolik dapat diukur berdasarkan penghilangan warna (*decolorization*) dari ABTS, yaitu mengukur serapan pengurangan radikal kation

dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 750 nm sebagai persentase penghambatan. Metode ABTS baik digunakan pada sistem larutan berbasis air maupun organik, mempunyai serapan spesifik pada panjang gelombang dari bagian visible, dan membutuhkan waktu reaksi yang lebih sedikit (Mastuti, 2013).

Metode ABTS menggunakan senyawa 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat) sebagai sumber penghasil radikal bebas. Mekanisme reaksi oksidasi ABTS oleh kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) untuk menghasilkan ABTS + kation radikal dan reaksinya dengan senyawa antiradikal (Shalaby, 2013).

Penggunaan metode ABTS (2,2'-azino-bis (3 etilbenzotiazolin)-6-asam sulfonat) sebagai sumber penghasil radikal bebas dengan prinsip uji ABTS yaitu penghilangan warna kation ABTS dengan mengukur kapasitas antioksidan yang langsung bereaksi dengan radikal ABTS (Oliveiraa, 2014). Analisis antioksidan dengan metode ABTS berdasarkan hilangnya warna biru akibat tereduksinya ABTS oleh antioksidan yang terdapat pada sampel yang ditandai dengan perubahan intensitas warna biru menjadi redup. Intensitas warna ini diukur pada panjang gelombang visibel 750 nm (Shalaby, 2013).

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka penelitian tentang pengujian aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel perak serta pengkarakterisasiannya pada alga merah (*Eucheuma cottonii*) penting untuk dilakukan agar dapat mengetahui karakterisasi secara nanopartikel dan tingkat aktivitas antioksidan yang terkandung dalam alga merah khususnya *Eucheuma cottonii*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah karakter morfologi dan ukuran partikel senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) ?
2. Bagaimanakah aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakter morfologi dan ukuran partikel senyawa nanopartikel perak dari alga merah (*Eucheuma cottonii*).
2. Untuk mengetahui aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel perak dari alga merah (*Eucheuma cottonii*).

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan peneliti dapat mengetahui aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel perak pada alga merah (*Eucheuma cottonii*) serta dapat mengetahui karakterissinya yang berguna untuk ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.5 Batasan masalah Penelitian

1. Bahan yang digunakan yaitu serbuk alga merah dengan jenis *Eucheuma cottonii* yang berasal dari daerah perairan Gresik, Jawa Timur.
2. Sintesis nanopartikel yang digunakan yaitu nanopartikel perak menggunakan alga merah (*Eucheuma cottonii*).

3. Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode ABTS.
4. Pengkarakterisasi hasil uji sampel dengan menggunakan alat *Scanning Electrone Microscope* (SEM), *Particle Size Analyzer* (PSA).

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut (Alga)

Rumput laut (alga) memang tidak disebutkan secara tekstual di dalam Al-Qur'an. Namun di dalam AL-Qur'an surat Asy-Syu'ara' (26) ayat 7, dinyatakan sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik? (QS Asy-Syu'ara':7).

Ayat tersebut di atas, merupakan sumber inspirasi penciptaan rumput laut (alga) ini menggambarkan bahwa segala sesuatu yang baik bagi semua objek yang diciptakan oleh Allah SWT (Al-Qurtubi, 2000).

Alga merupakan makroalga yang umumnya memiliki *thallus* dan pigmen fotosintetik untuk memproduksi makanan dan oksigen dari karbondioksida dan air. Alga diklasifikasikan berdasarkan warna pigmennya. Alga hijau (*Chlorophyta*) mengandung klorofil sebagai pigmen utamanya. Alga coklat (*Phaeophyta*) mengandung pigmen fucoxantin. Alga merah (*Rhodophyta*) mengandung pigmen-pigmen seperti *phycoerythrine*, *phycocyanin*, *phycobilins*, klorofil a, β -karoten, dan *xanthophyl* (Kasanah *et al.*, 2015).

Alga merupakan sumber metabolit sekunder yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi berbagai bahan baku farmasi. Senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam alga diantaranya adalah

polisakarida, lipid, protein, alkaloid, dan senyawa fenolik (de Almeida, *et al.* 2011).

Alga memerlukan substrat sebagai tempat untuk menempel, biasanya pada karang mati, pasir dan lumpur. Tidak seperti tumbuhan pada umumnya yang zat haranya tersedia didalam tanah, zat hara alga diperoleh dari air laut sekitarnya. Penyerapan zat hara dilakukan melalui thallus. Hal ini terjadi karena adanya sirkulasi yang baik dari zat hara yang ada didarat dengan dibantu oleh gerakan air (Indriani dan Sumiarsih, 2003).

2.1.1 Alga merah (*Eucheuma cottonii*)

Alga merah (*Eucheuma cottonii*) tumbuh melekat pada substrat dengan alat perekat berupa cakram, cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari. Cabang-cabang tersebut ada yang memanjang atau melengkung seperti tanduk.



Gambar 2.1. Alga merah (*Eucheuma cottonii*),
(Anggadiredja. 2011)

Alga merah (*Eucheuma cottonii*) termasuk rumput laut yang telah berhasil dibudidayakan dengan syarat habitat memiliki tingkat salinitas

antara 32-35 per mil, pH perairan berkisar antara 6-8 dengan suhu air antara 24-30 °C (Atmadja, dkk. 1996). Kandungan fitokimia pada alga merah (*Eucheuma cottonii*) antara lain flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid yang diduga berperan sebagai zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya (Maharany, 2017). Selain kandungan protein, lipid, karbohidrat, α tokoferol, mineral, vitamin C, dan vitamin E (Wandansari *et al.* 2013; Pringgenies *et al.* 2013), dapat mensintesis senyawa mycosporine (MAAs) yang berperan dalam absorpsi sinar Ultraviolet (UV) (Carreto and Carignan 2011; Rosic and Dove 2011; Navarro 2015).

2.1.2 Klasifikasi Alga merah (*Eucheuma cottonii*)

Alga merah (*Eucheuma cottonii*) merupakan salah satu jenis alga merah (Rhodophyceae) dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi *kappa-karaginan*. Maka jenis ini secara Taksonomi Alga merah (*Eucheuma cottonii*) menurut (Anggadiredja dkk. 2011) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Rhodophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinales
Famili	: Solieraceae
Genus	: <i>Eucheuma</i>
Species	: <i>Eucheuma cottonii</i>

2.1.3 Morfologi

Ciri fisik Alga merah (*Eucheuma cottonii*) adalah mempunyai thallus silindris, permukaan licin, dan bercabang. Warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu, atau merah. Perubahan warna sering terjadi oleh karena faktor lingkungan. Kajadian ini merupakan faktor lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Aslan, 1991).

Penampakan thallus bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah kearah datangnya sinar matahari (Atmadja, 1996).

Umumnya alga merah (*Eucheuma cottonii*) tumbuh dengan baik di daerah pantai terumbu (reef). Habitat khasnya adalah daerah yang memperoleh aliran air laut yang tetap, variasi suhu harian yang kecil dan substrat batu karang mati (Aslan, 1991). Beberapa jenis *Eucheuma* mempunyai peranan penting dalam dunia perdagangan internasional sebagai penghasil ekstrak karaginan. Dimana alga merah (*Eucheuma cottonii*) merupakan salah satu jenis alga merah menghasilkan karaginan yang banyak dimanfaatkan dalam bidang industri kimia. Kadar

karaginan dalam setiap spesies alga merah (*Eucheuma cottonii*) berkisar antara 54–73 % tergantung pada jenis dan lokasi tempat tumbuhnya (Peranginangin *et al*, 2011).

2.2 Nanopartikel

Konsep nanoteknologi, yang pertama kali diperkenalkan oleh Richard Feynman dan Norio Taniguchi, merupakan bidang teknologi yang mencakup beberapa disiplin ilmu material seperti fisika, kimia, biologi dan kesehatan. Kata “nano” pada nanoteknologi yang berarti ‘sangat kecil’ berkaitan dengan material yang diciptakan dengan dimensi 10^{-9} meter atau nanometer (Hulkoti and Taranath, 2014). Nanopartikel merupakan material yang berukuran jauh lebih kecil dari benda yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, namun lebih besar daripada atom atau molekul sederhana. Berdasarkan definisi International Organization for Standardization (ISO) (Horikoshi and Serpone, 2013).

Nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm akan memberikan beberapa keuntungan diantaranya: luas permukaan yang besar dengan proporsi terbesar pada lapisan permukaan sehingga akan jauh lebih reaktif dibandingkan dengan molekul biasa, memberikan efek kuantum, memiliki perilaku elektrik dan magnetik yang berbeda dari material biasa, serta mampu menghasilkan ilusi optik, serta bertindak sebagai menyimpan dan penghantar panas. (Mittal, 2011; Nagarajan, 2008; Lauterwasser, 2007). Nanopartikel saat ini menjadi kajian yang sangat menarik dan menjajikan karena ukuran dan bentuknya yang berpengaruh terhadap karakter fisika,

kimia, biologis, bioakompatibilitas, serta selektivitas yang unik dan berbeda dari material biasa (D'almeida and Roth, 2015), juga penggunaannya yang semakin meluas dalam berbagai bidang kehidupan sehari-hari (Dubchak *et al*, 2010).

Nanopartikel berdasarkan keragaman jenis penyusun atau bahan utama diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu nanopartikel organik dan anorganik. Nanopartikel organik merupakan nanopartikel dengan bahan utama karbon seperti polimer dan biomolekul, sedangkan nanopartikel anorganik adalah nanopartikel dengan bahan utama logam. Berdasarkan logam penyusunnya, nanopartikel anorganik diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: nanopartikel logam mulia dimana nanopartikel ini terdiri dari logam-logam mulia seperti platinum, perak atau emas; kedua, nanopartikel magnetik misalnya besi, kobalt, nikel, dan tembaga; ketiga, nanopartikel semikonduktor yaitu nanopartikel yang terdiri dari titanium dioksida atau zink oksida. (Asmathunisha and Kathiresan, 2013; Nagarajan, 2008).

2.2.1 Sintesis Nanopartikel

Sintesis nanopartikel adalah proses pembuatan partikel dengan ukuran lebih kecil dari 100 nm sekaligus dengan mengubah sifat dan/atau fungsinya. Dalam pengembangannya nanomaterial diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu material nano berdimensi nol (nano particle), material nano berdimensi satu (nanowire), dan material nano berdimensi dua (thin films) (Fernandez, 2011). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ukuran, bentuk, stabilitas, sifat fisika, maupun kimia nanopartikel

sangat dipengaruhi oleh kondisi proses sintesisnya, antara lain kinetika interaksi antara ion logam dengan zat pereduksi serta proses stabilisasi oleh agen penyetabil dalam pembentukan nanopartikel logam (Sharma *et al*, 2009).

Sintesis nanopartikel, umumnya dilakukan dengan pendekatan yaitu top down dan bottom up. Metode pendekatan top down memecah supra dan makromolekul menjadi partikel-partikel kecil dengan berukuran nano, sedangkan pendekatan bottom up melakukan proses homogenisasi hingga atom, molekul, dan partikel berukuran sangat kecil akan bergabung membentuk nanopartikel. Reaksi homogenisasi dilakukan menggunakan katalis agen pengreduksi dan enzim. Metode sintesis nanopartikel sangat dipengaruhi oleh media reaksi, sifat katalisis, jenis pelarut, agen penyetabil dan suhu (El-Nour *et al*, 2010; Rath *et al*, 2014).

Logam yang banyak digunakan dalam sintesis nanopartikel adalah Au, Pt, Ag, Pd, Co, Fe., dengan beberapa jenis reduktor seperti natrium sitrat, natrium borohidrat, dan alkohol. Pembentukan nanopartikel ini terjadi melalui transfer elektron dari pereduksi menuju ion logam. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan proses sintesis nanopartikel antara lain konsentrasi reaktan, molekul pelapis (capping agent), suhu dan pengadukan (Fernandez, 2011).

2.2.2 Nanopartikel Perak

Perak merupakan salah satu jenis logam transisi yang berwarna putih,

mengkilap, dapat ditempa, dan dalam bentuk logamnya bersifat inert, namun dalam bentuk ionnya, baik Ag^+ maupun Ag^{2+} akan bersifat reaktif. (Dunn dan Edwards Jones, 2004).

Zhang, dkk (2013) mengurutkan sifat toksik dari beberapa unsur terhadap mikroorganisme yaitu:

$\text{Ag} > \text{Hg} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Au} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Mo} > \text{Sn}$

Nanopartikel perak adalah salah satu jenis nanomaterial yang dikenal dan telah digunakan secara luas dalam industri kosmetik, obat-obatan, katalisis, bioteknologi, elektrokimia dan lingkungan. Hal ini karena nanopartikel memiliki ukuran, bentuk dan sifat fisika, kimia yang dapat meningkatkan kemampuan ion perak untuk digunakan secara aman dalam kehidupan manusia (Boudreau *et al*, 2016; Keat *et al*, 2015).

Aplikasi nanopartikel perak juga banyak dijumpai pada proses pengayaan serat, seperti serat katun dan nilon untuk menghasilkan sifat antimikroba. Beberapa bakteri menunjukkan kecenderungan semakin resisten terhadap antibiotik. Dispersi sejumlah kecil nanopartikel perak pada serat telah terbukti efektif untuk meningkatkan kinerja sifat serat sebagai antimikroba. Selain itu nanopartikel perak juga memberikan aktivitas biologi lain seperti antijamur, antipermeabilitas, antiangiogenik dan antiinflamasi (Haryono *et al*, 2008; Keat *et al*, 2016).

2.2.3 *Green Synthesis Silver Nanoparticles (AgNPs)*

Green synthesis silver nanoparticles (AgNPs) merupakan salah satu metode sintesis nanopartikel menggunakan agen biologi, seperti bakteri, fungi dan tumbuhan (Shanmuganathan *et al.*, 2019). *Green synthesis AgNPs* dapat dilakukan menggunakan ekstrak tumbuhan. Tumbuhan yang dipakai untuk sintesis AgNPs mulai dari alga sampai tumbuhan tingkat tinggi (Srikar *et al.*, 2016). Penggunaan tumbuhan lebih menguntungkan daripada penggunaan mikroorganisme seperti bakteri, karena lebih murah, tidak membutuhkan media pertumbuhan dan pengelolaan kultur mikroba.

Selain itu penggunaan ekstrak tumbuhan memiliki potensi yang lebih besar sebagai bioreduksi daripada yang berasal dari kultur mikroba (Abdelghany *et al.*, 2018). AgNPs memiliki aktivitas antibakteri, antikanker, anti fungi, antiparasit (Shanmuganathan *et al.*, 2019; Srikar *et al.* 2016), antioksidan (Rajivgandhi *et al.*, 2020) dan antiaging (Radwan *et al.*, 2020). Penelitian Rajivgandhi *et al.*, (2020) melaporkan aktivitas antioksidan AgNPs yang lebih baik daripada ekstrak.

Proses *green synthesis AgNPs* diawali dengan mengekstrak bagian tanaman, kemudian dilanjutkan penambahan hasil ekstrak ke dalam larutan AgNO₃. Selanjutnya didiamkan selama beberapa waktu hingga berubah warna. Kemudian hasil pembentukan AgNPs dapat dilanjutkan untuk karakterisasi dan pengaplikasiannya (Rafique *et al.*, 2017). Sintesis AgNPs terdiri dari dua tahap. Mula-mula ion Ag⁺ direduksi menjadi Ag⁰,

diikuti aglomerasi dari koloid nanopartikel perak membentuk gugus oligomer yang akhirnya stabil (Kumar. H, et al., 2020).

2.3 Antioksidan

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi senyawa lain. Dalam arti khusus, antioksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi radikal bebas. Radikal bebas dapat didefinisikan sebagai molekul atau senyawa yang dalam keadaan bebas mempunyai satu atau lebih elektron bebas yang tidak berpasangan. Elektron dari radikal bebas yang tidak berpasangan ini sangat mudah menarik electron dari molekul lainnya sehingga radikal tersebut menjadi lebih reaktif. Oleh karena sangat reaktif, radikal bebas sangat mudah menyerang sel-sel yang sehat dalam tubuh. Senyawa penangkap radikal bebas disebut dengan antioksidan, dengan adanya antioksidan maka reaksi oksidasi yang mengakibatkan munculnya radikal bebas dapat berikatan dengan antioksidan dan membentuk molekul yang lebih stabil dan tidak berbahaya (Sari *et al.* 2013).

2.3.1 Mekanisme antioksidan

Dalam ilmu kimia, antioksidan diartikan sebagai senyawa-senyawa pemberi elektron, dsedangkan dalam ilmu biologi antioksidan dapat diartikan sebagai molekul atau senyawa yang mampu meredam aktivitas radikal bebas dengan cara mencegah proses oksidasi pada sel (Syahrizal, 2013). Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu (Ramadhan, 2019):

2.3.2 Antioksidan primer

Antioksidan primer merupakan antioksidan yang berkerja dalam mencegah terbentuknya radikal bebas baru serta mengubah radikal bebas menjadi molekul yang tidak merugikan. Contohnya adalah Butyl hidroksi toluen (BHT), tokoferol alami maupun sintetik, tersier butyl hidro quinon (TBHQ), alkil galat, dan propil galat.

2.3.3 Antioksidan sekunder

Antioksidan sekunder merupakan antioksidan yang sifatnya mencegah kerja prooksidan yaitu faktor-faktor yang mempercepat terjadinya reaksi oksidasi terhadap logam seperti: Pb, Fe, Mn, dan Cu. Antioksidan sekunder mempunyai fungsi sebagai penangkap radikal bebas sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih besar akibat terjadinya reaksi oksidasi. Contoh dari antioksidan sekunder ini adalah vitamin C, Vitamin E, dan betakaroten yang diperoleh dari buah-buahan (Cahyani, 2017).

2.3.4 Antioksidan tersier

Antioksidan tersier merupakan senyawa antioksidan yang fungsinya untuk memperbaiki sel dan jaringan yang rusak akibat serangan radikal bebas. Contoh dari antioksidan tersier yaitu enzim,

misal enzim metionin sulfoksidan reduktase yang dapat memperbaiki DNA dalam inti sel.

2.3.5 Sumber antioksidan

Antioksidan berdasarkan sumbernya digolongkan menjadi dua golongan (eksogen dan endogen) dengan tiga macam yaitu antioksidan yang dibuat oleh tubuh kita sendiri (endogen), antioksidan alami yang diperoleh dari tumbuhan (eksogen), dan antioksidan sintetik yang terbuat dari bahan kimia (eksogen):

2.3.6 Antioksidan yang dibuat oleh tubuh kita sendiri

Antioksidan yang berupa enzim-enzim misalnya: superoksidase dismutase, katalase, dan glutathion metaloenzim yang aktivitasnya sangat tergantung pada adanya ion logam. Aktivitas superoksidase dismutase tergantung pada logam Fe, Cu, Zn, dan Mn. Enzim katalase bergantung pada ion logam Fe (besi), dan glutathion peroksidase bergantung pada ion logam Se (selenium) (Sari *et al.* 2013).

2.3.7 Antioksidan alami

Antioksidan yang dapat berupa senyawa nutrisi dan non-nutrisi. Senyawa antioksidan kebanyakan senyawa antioksidan yang diisolasi dari sumber alami yang berasal dari tumbuhan. Senyawa antioksidan yang berupa nutrisi antara lain vitamin C, E, A, dan β -karoten, dan senyawa antioksidan berupa non-nutrisi umumnya adalah senyawa fenolik atau

polifenol yang dapat berupa golongan flavonoid, triterpenoid, fenolik, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol, dan asam-asam organik polifungsional (Isnindar, 2011). Pada semua bagian tanaman baik akar, biji, kayu, daun, dan bunga maupun serbuk sari terdapat senyawa fenolik. Adapun flavonoid diketahui mempunyai sifat antioksidan yang mampu mereduksi radikal bebas (Ramadhan, 2019).

Senyawa antioksidan alami polifenol ini bersifat multifungsional dan dapat beraksi sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, pengkelat logam, dan peredam terbentuknya singlet oksigen. Antioksidan alami lebih unggul daripada antioksidan sintetis karena antioksidan alami aman untuk dikonsumsi dan tidak hanya menstabilkan minyak, namun juga menambahkan kandungan nutrisi pada minyak (Margaretta *et al.* 2011).

2.3.8 Antioksidan sintetis

Antioksidan yang dibuat dari bahan-bahan kimia antara lain: butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), dan propylgallate (PG), tertier butyl hydroquinone (TBHQ), dan tokoferol. Antioksidan tersebut merupakan antioksidan alami yang telah diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial. TBHQ dikenal sebagai antioksidan paling efektif untuk lemak dan minyak, khususnya minyak nabati karena memiliki kemampuan antioksidan yang baik pada penggorengan. TBHQ berbentuk bubuk putih sampai coklat terang, mempunyai kelarutan cukup pada lemak dan minyak, tidak membentuk kompleks warna dengan besi (Fe) dan tembaga (Cu), tetapi dapat berubah pink dengan adanya basa.

Sebagai diphenolic antioxidant, TBHQ lebih efektif dalam minyak nabati dibandingkan BHT dan BHA. Sebagai antioksidan primer, TBHQ mendonorkan atom hidrogen pada radikal bebas selama autooksidasi. Pada saat ini penggunaan antioksidan sintetik mulai dibatasi karena beberapa antioksidan terbukti bersifat karsinogenik dan beracun terhadap hewan percobaan (Ramadhan, 2019).

2.4 Antioksidan dari Alga Merah (*Eucheuma cottonii*)

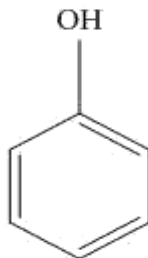
Alga memiliki kemampuan sebagai antioksidan, imunostimulan, dan aktivitas antibakteri (Selim, 2012). Alga merah (*Eucheuma cottonii*) memiliki senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan seperti senyawa komponen aktif antara lain flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid yang diduga berperan sebagai zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya. (Maharany *et al.* 2017), pigmen fukosantin, fikobilin dan vitamin C dan E (Nawaly *et al.* 2016), antheraxanthin (karotenoid), phikoeritrin (pigmen bikobilin), galaktan, sulfat galaktan dan senyawa polifenol seperti katekin (gallo catechin, epicatechin, catechin gallate), asam galat, flavonol, flavonol glycosides, caffeic acid, hesperidin dan myricetin (Sari *et al.* 2013).

Flavonoid merupakan salah satu polifenol, memiliki peran besar dalam aktivitas tirosinase karena mengandung gugus fenol dan cincin pyren. Struktur dari flavonoid secara prinsip sesuai sebagai substrat dan mampu berkompetisi sehingga dapat menjadi penghambat tirosinase (Chang, 2009). Polifenol sendiri merupakan turunan dari senyawa fenolik

dan aktivitas antioksidan tersebut telah banyak diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari di antaranya di bidang industri makanan, obat-obatan, kosmetik dan industri plastik.

2.4.1 Senyawa Polifenol Alga merah (*Euchuema cottonii*)

Senyawa polifenol adalah salah satu senyawa fenolik yang memiliki gugus hidroksil lebih dari satu dan senyawa ini mampu menyumbangkan atom hidrogennya kepada radikal bebas. Senyawa fenol yang memiliki gugus hidroksil lebih dari satu disebut polifenol. Senyawa polifenol sebagian besar cenderung bersifat polar, karena memiliki gugus hidroksil. Istilah polifenol seringkali disalah artikan sebagai bentuk polimerisasi senyawa fenolik, padahal hanya merupakan satu senyawa yang memiliki lebih dari satu gugus fenol. Struktur senyawa fenol seperti diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 2.2. Struktur Senyawa Fenol. (Marinova. 2005)

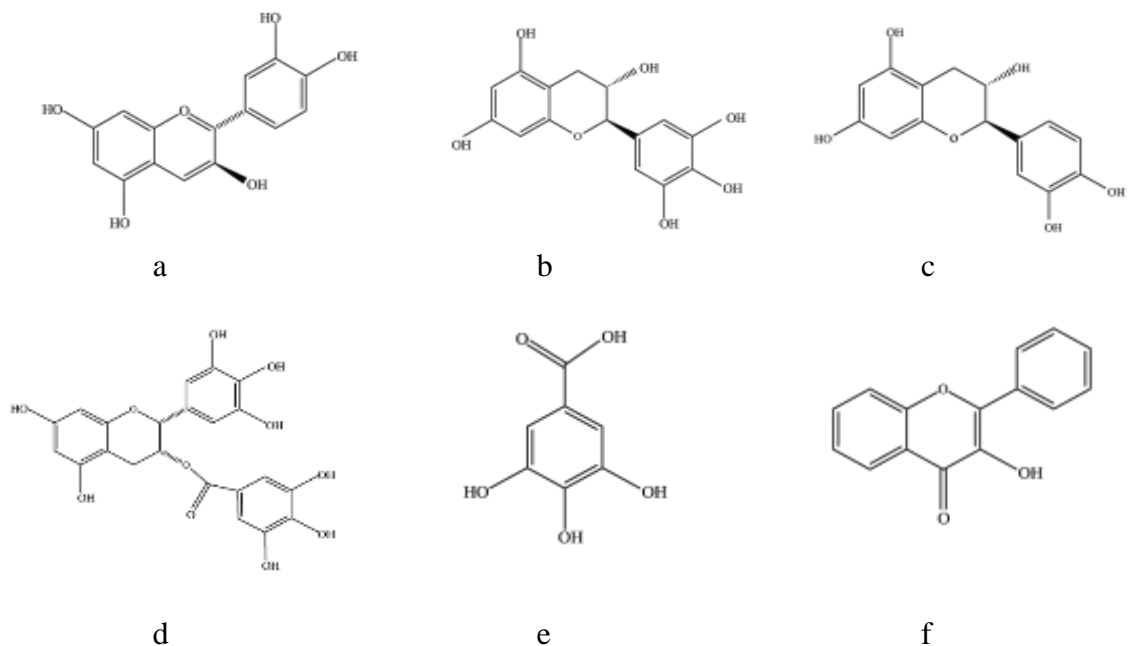
Banyaknya variasi gugus yang mungkin tersubstitusi pada kerangka utama fenol menyebabkan kelompok polifenol memiliki banyak sekali substituen. Terdapat lebih dari 8.000 jenis senyawa yang termasuk dalam golongan senyawa polifenol. Anggota senyawa polifenol mulai dari yang paling sederhana dengan berat molekul yang kecil hingga senyawa

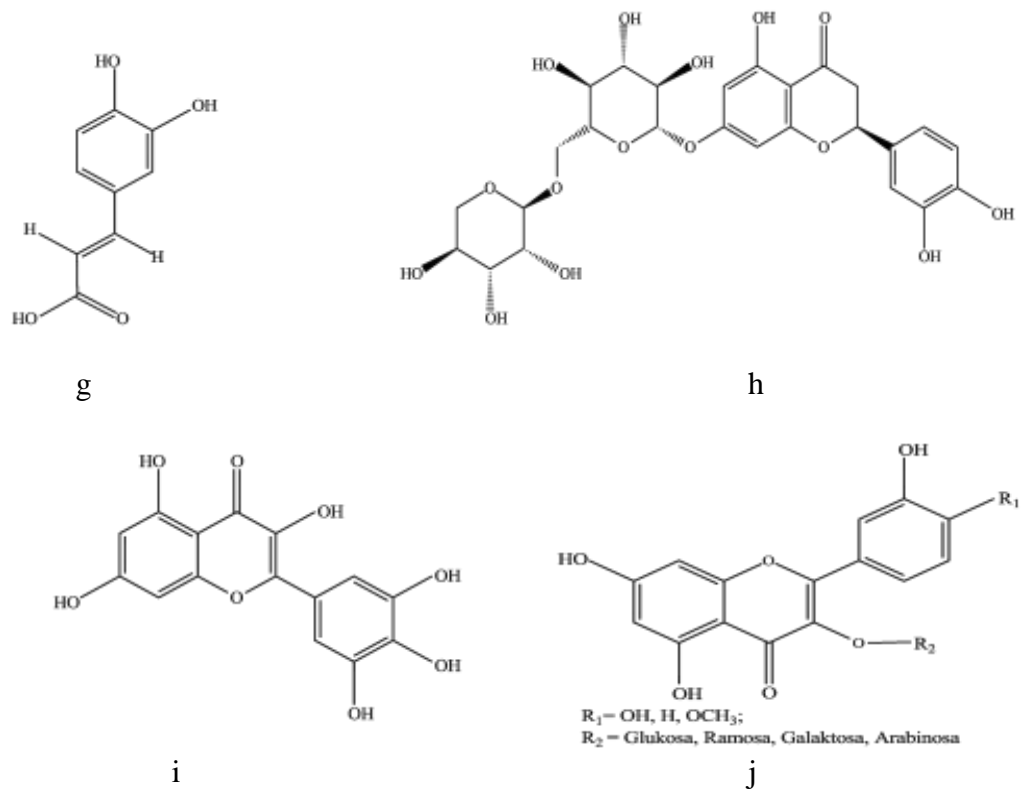
kompleks dengan berat molekul lebih dari 30.000 Da (Marinova *et al.* 2005).

Polifenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang dapat disintesis dari tumbuhan, sebagai respon terhadap berbagai kondisi seperti infeksi, radiasi UV, dan lain sebagainya. Pada tumbuhan, polifenol dapat bertindak sebagai antifeedants, atraktan untuk penyerbuk, kontributor pigmentasi tanaman, antioksidan, sebagai pelindung dari berbagai jenis parasit dan paparan suhu ekstrim (Arif *et al.* 2015).

Senyawa golongan polifenol yang berperan sebagai antioksidan alami pada rumput laut merah meliputi katekin (*gallo catechin*, *epicatechin*, *epigallocatechin gallate*), asam galat, flavonol, *flavonol glycosides*, *caffeic acid*, *hesperidin*, *myricetin*.

Struktur molekul dari antioksidan golongan polifenol dapat dilihat pada gambar 3.





Gambar 2.3. Contoh struktur Senyawa polifenol (Senyawa katekin): (a); Gallo catechin (b); Epicatechin (c); Epigallocatechin Gallate (d); Asam Galat (e); Flavonol (f); Caffeic Acid (g); Hesperidin (h); Myricetin (i); dan Flavonol Glycosides (j). (sumber: www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov. diakses tanggal 12 april 2020).

2.5 Metode Perubahan Senyawa Nanopartikel

2.5.1 Proses top-down dan bottom-up

Pembuatan nanopartikel dapat diklasifikasikan secara luas menjadi dua kategori yaitu (Patravale, 2004):

1. Proses top-down

Proses top-down terdiri atas pengurangan ukuran partikel dari partikel besar menjadi partikel yang lebih kecil

dengan menggunakan teknik penggilingan yang bervariasi seperti penggilingan media, mikrofluidisasi dan homogenisasi tekanan tinggi. Tidak ada pelarut keras yang digunakan dalam teknik ini. Walaupun demikian, semua proses penggilingan media membutuhkan energi yang tinggi dan tidak efisien. Pertimbangan terhadap banyaknya panas yang dihasilkan dalam metode ini membuat pengolahan material yang termolabil menjadi sulit.

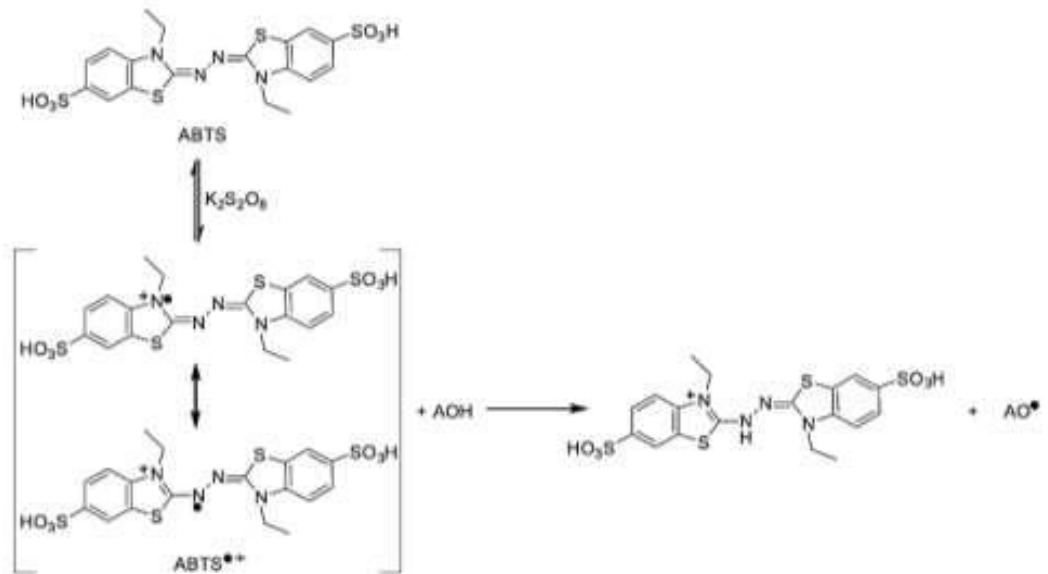
2. Proses bottom-up

Pembuatan bottom-up berupa pembentukan nanostruktur atom demi atom atau molekul demi molekul. Pada pendekatan bottom-up, obat dilarutkan dalam pelarut organik dan kemudian diendapkan pada penambahan antisolvent dalam adanya stabilizer.

2.6 Metode ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat)

Untuk Uji Aktivitas Antioksidan

Metode ABTS menggunakan senyawa (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-asam sulfonat) sebagai sumber penghasil radikal bebas dengan prinsip uji ABTS yaitu penghilangan warna kation ABTS dengan mengukur kapasitas antioksidan yang langsung bereaksi dengan radikal ABTS. Reaksi radikal ABTS adalah:

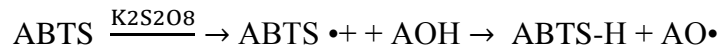


Gambar 2.4. Reaksi oksidasi ABTS oleh kalium persulfat menghasilkan $ABTS^{\bullet+}$ kation radikal dan reaksinya dengan senyawa antiradikal (sumber: Oliveiraa, 2014).

Suatu radikal ABTS dapat diproduksi dengan cara oksidasi kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) sebelum penambahan antioksidan. ABTS merupakan radikal dengan pusat nitrogen dengan karakteristik warna biru-hijau, ketika tereduksi oleh antioksidan menjadi bentuk nonradikal yang tidak berwarna (Shalaby, 2013).

Aktivitas antioksidan bahan alam pada metode ABTS seperti karotenoid dan senyawa fenolik dapat diukur berdasarkan penghilangan warna (*decolorization*) dari ABTS, yaitu mengukur serapan pengurangan radikal kation dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 750 nm sebagai persentase penghambatan. Metode ABTS baik digunakan pada sistem larutan berbasis air maupun organik, mempunyai serapan spesifik pada panjang gelombang dari bagian visible, dan membutuhkan waktu reaksi yang lebih sedikit (Mastuti, 2013).

Metode ABTS menggunakan senyawa 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat) sebagai sumber penghasil radikal bebas. Mekanisme reaksi oksidasi ABTS oleh kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) untuk menghasilkan $ABTS^{\bullet+}$ kation radikal dan reaksinya dengan senyawa antiradikal (Shalaby, 2013):



Analisis antioksidan dengan metode ABTS berdasarkan hilangnya warna biru akibat tereduksinya ABTS oleh antioksidan yang terdapat pada sampel yang ditandai dengan perubahan intensitas warna biru menjadi redup. Intensitas warna ini diukur pada panjang gelombang visibel 750 nm.

2.7 Nilai IC_{50} pada Pengujian Aktivitas Antioksidan

Nilai IC_{50} merupakan parameter yang digunakan secara luas, salah satunya untuk perhitungan aktivitas antioksidan. IC_{50} merupakan kalkulasi dari konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% dari konsentrasi antioksidan. Semakin kecil nilai IC_{50} , semakin besar aktivitas antioksidannya (Tanur *et al.*, 2020). Menurut Tanur *et al.*, (2020) Nilai IC_{50} mulai 0-50 menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat, nilai 50-100 menunjukkan aktivitas antioksidan kuat, nilai 100-150 menunjukkan aktivitas antioksidan sedang, nilai 150-200 menunjukkan aktivitas antioksidan lemah, dan nilai lebih dari 200 menunjukkan aktivitas antioksidan sangat lemah.

2.8 Karakterisasi Senyawa Nanopartikel Perak Alga merah (*Eucheuma cottonii*)

2.8.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan teknik karakterisasi material yang banyak digunakan untuk melihat morfologi permukaan partikel sampai pada ukuran 1 nm. SEM adalah suatu metode yang digunakan untuk meneliti bentuk maupun struktur mikro permukaan dari suatu objek yang tidak bisa dilihat oleh mata atau mikroskop optik dengan menggunakan mikroskop electron. Rentang pembesarannya yang besar dan gambarnya dalam 3 dimensi membuat hasil karakterisasi sampel dengan menggunakan SEM ini menjadi lebih mudah untuk diamati dan dianalisa (Jores K *et al*, 2004).

Dalam pengembangan nanopartikel, karakteristik menggunakan mikroskop dengan SEM penting untuk dianalisa. Karakterisasi SEM bertujuan untuk menganalisa morfologi permukaan nanopartikel. Prinsip analisa SEM dengan cara membentuk suatu gambar dengan menembakkan suatu sinar elektron yang berenergi tinggi, biasanya dengan energi 1-20 keV melewati sampel. SEM merupakan teknik karakterisasi material yang banyak digunakan untuk melihat morfologi permukaan dan ukuran butir nanomaterial (Jores K *et al*, 2004).

2.8.2 Particle Size Analyzer (PSA)

Instrumen yang juga digunakan dalam analisis nanopartikel ialah Particle Size Analysis (PSA) untuk memperoleh informasi tentang

distribusi ukuran nanopartikel yang terdispersi dalam suatu koloid nanopartikel dengan rentang diameter antara 0,3 nm hingga 8 μm (Horiba,2012).

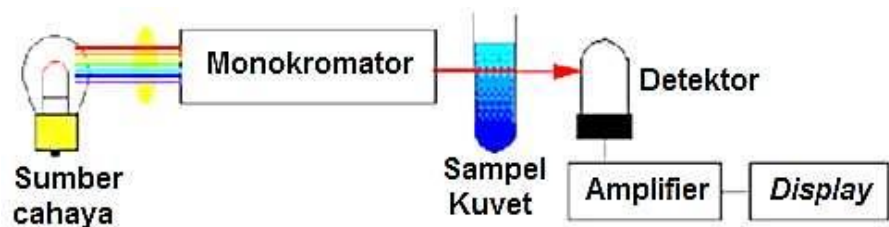
Peralatan PSA menggunakan prinsip Dynamic Light Scattering (DLS) yaitu pemanfaatan prinsip penghamburan cahaya pada suatu proses pengukuran. Ketika partikel atau molekul disinari cahaya maka intensitas cahaya yang dihamburkannya akan berfluktuasi dengan kecepatan yang tergantung pada ukuran partikel. Semakin kecil partikel akan semakin cepat fluktuasinya (Skoog *et al*, 2007).

Konsepnya bahwa partikel kecil dalam suspensi bergerak dengan pola secara acak, kemudian sinar laser menyinarinya. Semakin besar ukuran partikel, semakin lambat gerak distribusi partikel tersebut. Ukuran dan distribusi partikel merupakan karakteristik yang paling penting dalam sistem nanopartikel. Hal ini digunakan untuk memperkirakan distribusi secara *in vivo*, biologis, toksisitas, dan kemampuan membidik dari sistem nanopartikel (Mohanraj, 2006).

Setelah sampel diukur dengan perhitungan beberapa jenis menghasilkan representasi dari distribusi ukuran partikel. Distribusi ukuran partikel dapat dihitung sebagai angka atau volume distribusi massa. Analisis memberikan nilai ukuran untuk setiap partikel yang diperiksa (Horiba, 2014).

2.8.3 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri merupakan suatu metode analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik, spektrofotometri didasarkan pada absorpsi radiasi elektromagnetik. Prinsip metode spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran suatu interaksi antara radiasi elektromagnetik dan molekul atau atom dari suatu zat kimia (Depkes RI, 1995). Secara sederhana, spektrofotometri UV-Vis bekerja berdasarkan gambar 5.



Gambar 2.5. Diagram umum spektrofotometri UV-Vis (Jones, 2016)

Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometri yang sesuai untuk pengukuran di daerah spektrum ultraviolet (UV) dan sinar tampak (Vis) terdiri atas suatu sistem optik dengan kemampuan menghasilkan sinar monokromatis pada panjang gelombang 200-400 nm (UV) dan 400-750 nm (Vis). Secara garis besar, spektrofotometer memiliki komponen-komponen penting yaitu (Gandjar dan Rahman, 2007):

- a. Sumber lampu, lampu deuterium digunakan untuk daerah UV pada panjang gelombang 190-350 nm, sedangkan lampu halogen, kuarsa

atau lampu tungsten digunakan untuk daerah visibel pada panjang gelombang antara 350-900 nm.

- b. Monokromator, digunakan untuk mendispersikan sinar ke dalam komponen-komponen panjang gelombang yang akan dipilih oleh celah (slit). Monokromtor berputar sedemikian rupa sehingga kisaran panjang gelombang dilewatkan pada sampel sebagai scan instrumen melewati spektrum.
- c. Optik, merupakan bagian spektrofotometer yang didesain untuk memecah sumber sinar sehingga sumber sinar melewati dua kompartemen. Suatu larutan blanko dapat digunakan dalam satu kompartemen untuk mengoreksi pembacaan atau spektrum sampel.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan karakterisasi senyawa nanopartikel alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan alat Scanning Electrone Microscope (SEM) dan Particle Size Analyzer (PSA), serta pengujian aktivitas antioksidan pada senyawa nanopartikel alga merah (*Eucheuma cottonii*).

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan April-Juni 2021, Bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Laboratorium Biologi Kimia Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakana dalam tahapan penelitian ini dalah seagai berikut: neraca analitik (sartorius), hotplate (benstead/thermolyne), stirer, gelas ukur (iwaki), beaker glass (iwaki), tabung reaksi (iwaki), rak tabung reaksi, vortex (thermolyne), Blender (penghalus), cawan petri, boto tube, sentrifuge (ultra-scientific), Scanning Electrone Microscope (SEM), Malvern Zetasizer Nano Particle Size Analyzer (PSA), Fourier Transform

Infrared Spectroscopy (FTIR) Resolution; 4 [1/cm], Apodization; Happ-Genzel merk Shimadzu.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk alga merah (*Eucheumma cottonii*) (dibeli secara online), serbuk nanopartikel alga merah (*Eucheumma cottonii*). Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah aquadest, etanol, padatan perak (AgNO_3), kalium persulfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) (Merck), ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-asam sulfonat), asam askorbat atau vitamin C murni.

3.4 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian dilakukan berdasarkan metode penelitian (Rajivgandhi *et al*, 2020) yang telah dimodifikasi, yaitu :

3.4.1 Persiapan sampel

Sebanyak 10 g sampel serbuk alga merah jenis *Eucheuma cottonii* dilarutkan dalam 100 ml aquadest kemudian diaduk dengan stirer hingga homogen, setelah itu hasil larutan dimasukkan dalam tube-tube sebanyak 10 ml untuk dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm, suhu 4 °C selama 15 menit untuk diambil supernatannya (Rajivgandhi *et al*, 2020).

3.4.2 Pembuatan sintesis senyawa nanopartikel perak

Hasil supernatan dilarutkan dalam larutan AgNO_3 (1 mM) dengan perbandingan 1:9 selanjutnya diinkubasikan selama 1 jam dalam ruang gelap,

setelah itu hasil inkubasi dimasukkan dalam tube-tube sebanyak 10 ml untuk dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm dengan suhu 20 °C selama 15 menit untuk diambil pelletnya dan dikeringkan dalam pemanas oven dengan suhu 45 °C selama 24 jam, barulah diperoleh pellet hasil pemanasan dari oven untuk dijadikan serbuk nanopartikel dengan dihaluskan menggunakan mortal (Rajivgandhi *et al*, 2020). Kemudian ditentukan pengkarakterisasian ukuran partikel menggunakan PSA, dan pengkarakterisasian bentuk morfologi menggunakan SEM.

3.5 Uji Karakterisasi Nanopartikel Perak pada alga merah (*Eucheuma cottonii*)

1. PSA

Karakterisasi dengan PSA untuk mengetahui struktur kristal dan distribusi nanopartikel yang diawali dengan dilarutkan sampel 1mg/10 ml. Kemudian sampel dihomogenkan dengan vortex. Selanjutnya sampel diambil sebanyak 1 µl kemudian dimasukkan ke dalam alat *Particle Size Analyzer*. Data hasil pengujian distribusi partikel tercatat dalam komputer yang terhubung pada alat.

2. SEM

Karakterisasi dengan SEM untuk melihat morfologi permukaan dan ukuran butir nanopartikel, dengan mengambil sampel yang berbentuk serbuk untuk diujikan menggunakan alat SEM yang sudah terhubung dengan komputer untuk diamati bentuk morfologi dan ukuran butir nanopartikel.

3. Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi dengan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengkonfirmasi pembentukan dan pertumbuhan nanopartikel. Dilakukan dengan melarutkan sampel dalam lauran dengan beberapa konsentrasi penambahan ABTS.

3.6 Uji Aktivitas Antioksidan dan IC50 dengan metode ABTS

Pengujian aktivitas antioksidan dan IC50 menggunakan metode ABTS berdasarkan prosedur penelitian (Roberta *et al.*, 1999) yang telah dimodifikasi, yaitu :

3.6.1 Pembuatan Larutan Stok senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*)

Larutan stok 1000 ppm disiapkan dengan cara ditimbang 50 mg senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) dan dilarutkan dengan etanol absolut sambil dihomogenkan, volume akhir dicukupkan etanol absolut sampai 50 ml dalam labu ukur.

3.6.2 Pembuatan Larutan Stok Asam Askorbat

Larutan stok 1000 ppm disiapkan dengan cara menimbang 50 mg asam askorbat dan dilarutkan dengan etanol absolut, volume akhir dicukupkan hingga 50 ml labu ukur.

3.6.3 Pembuatan larutan stok ABTS

Ditimbang sebanyak 18 mg ABTS, dilarutkan dengan 5 ml aquadest. Kemudian ditimbang kalium persulfat sebanyak 3,3 mg, dilarutkan dengan 5 ml aquadest. Kedua larutan dicampurkan dan dicukupkan volumenya dengan etanol p.a sampai 25 ml, kemudian diinkubasi selama 12-16 jam.

3.6.4 Pengukuran Aktivitas Antioksidan Dengan Metode ABTS

3.6.4.1 Pengukuran Serapan Larutan Blanko ABTS

Larutan ABTS dipipet sebanyak 1 ml dan dicukupkan volumenya sampai 5 ml dengan etanol absolut dalam labu terukur. Larutan ini kemudian diinkubasi selama 15 menit dan diukur serapannya pada panjang gelombang 750 nm. Larutan ini kemudian diukur dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm (Magfira, 2018).

3.6.4.2 Pengukuran Aktivitas Pengikatan Radikal bebas ABTS dengan Sampel

Larutan stok sampel nanopartikel perak alga merah 1000 ppm dipipet masing-masing 50 μ l, 100 μ l, 150 μ l, 200 μ l dan 250 μ l, campuran ditambah 1 ml larutan ABTS lalu dicukupkan volumenya sampai 5 ml dengan etanol absolut sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm dan 50 ppm. Selanjutnya dihomogenkan

lalu diukur serapan dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm. Besarnya daya antioksidan dihitung dengan rumus:

$$\text{Aktivitas antioksidan} = \frac{(\text{abs blanko} - \text{abs sampel})}{\text{abs blanko}} \times 100 \%$$

3.6.4.3 Pengukuran Aktivitas Pengikatan Radikal bebas ABTS dengan asam askorbat

Pengujian dilakukan dengan memipet masing-masing 15 μl , 20 μl , 25 μl , 30 μl dan 35 μl dari larutan stok asam askorbat 1000 ppm, campuran ditambah 1 ml larutan ABTS lalu dicukupkan volumenya sampai 5 ml dengan etanol absolut sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 6 ppm dan 7 ppm. Selanjutnya dihomogenkan lalu serapan diukur dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm.

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran spektrofotometer kemudian dihitung besar aktivitas antioksidan ditentukan dengan nilai IC_{50} yang dihitung menggunakan persamaan $y = a + bx$ yang diperoleh dari kurva regresi linier hubungan antara konsentrasi dan presentase inhibisi (%). Nilai IC_{50} didapatkan dari nilai x setelah mengganti $y = 50$ (Ningrum *et al.* 2017).

Hasil perhitungan IC_{50} menunjukkan aktivitas antioksidan. Nilai IC_{50} mulai 0-50 menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat, nilai 50-100 menunjukkan aktivitas antioksidan kuat, nilai 100-150 menunjukkan

aktivitas antioksidan sedang, nilai 150-200 menunjukkan aktivitas antioksidan lemah, dan nilai lebih dari 200 menunjukkan aktivitas antioksidan sangat lemah (Tanur *et al.*, 2020).

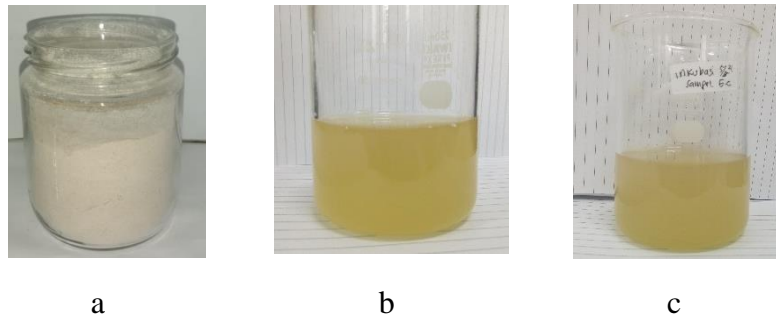
Karakterisasi data nanopartikel perak mulai dari bentuk morfologi, ukuran partikel, serta besar nilai dari aktivitas antioksidannya dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Nanopartikel Perak Alga Merah (*Eucheuma cottonii*)

Karakterisasi nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) dilakukan melalui pengamatan secara visual untuk mengetahui pembentukan nanopartikel yang ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna kecoklatan dan karakterisasi dengan menggunakan instrument seperti spektrofotometer UV-Vis, SEM dan PSA.



Gambar 4.1. Karakterisasi alga merah secara visual a. Serbuk alga merah, larutan nanopartikel perak b. Sebelum diinkubasi, dan c. Setelah diinkubasi

Berdasarkan karakterisasi secara visual, menurut La Tapa (2016), menyebutkan bahwa larutan yang dihasilkan membentuk nanopartikel perak yang ditandai dengan perubahan warna larutan dengan intensitas yang semakin pekat seiring dengan penambahan larutan AgNO_3 . Intensitas warna larutan yang semakin pekat menunjukkan adanya korelasi dengan jumlah nanopartikel yang terbentuk. Hal ini dikarenakan Perak (AgNO_3) merupakan salah satu jenis logam transisi yang berwarna putih, mengkilap, dapat ditempa, dan dalam bentuk logamnya bersifat inert,

namun dalam bentuk ionnya, baik Ag^+ maupun Ag^{2+} akan bersifat reaktif. (Dunn and Edwards Jones, 2004).

Dalam penelitian ini reaksi homogenisasi dilakukan menggunakan katalis agen pereduksi perak (Ag^+) yang dapat menjadi atom perak (Ag^0) dalam bentuk nanopartikel perak. Agar reaksi tersebut dapat terjadi maka diperlukan bahan pereduksi (reduktor). Bahan bioreduktor alami yang digunakan adalah ekstrak alga merah (*Eucheumma cottonii*). Bahan tersebut mengandung berbagai jenis senyawa fenolik, seperti flavonoid, tanin, dan lain-lain, sehingga dapat digunakan sebagai bioreduktor dan capping agent yang mampu mereduksi ion perak menjadi nanopartikel perak.

Karena menurut Fernandez (2011) Pembentukan nanopartikel ini terjadi melalui transfer elektron dari pereduksi menuju ion logam. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan proses sintesis nanopartikel antara lain konsentrasi reaktan, molekul pelapis (*capping agent*), suhu dan pengadukan. Hal ini dikemukakan juga oleh El-Nour (2010), dan Rath (2014) bahwa metode sintesis nanopartikel sangat dipengaruhi oleh media reaksi, sifat katalisis, jenis pelarut, agen penyetabil dan suhu.

Sintesis nanopartikel adalah proses pembuatan partikel dengan ukuran lebih kecil dari 100 nm sekaligus dengan mengubah sifat dan/atau fungsinya. Dalam pengembangannya nanomaterial diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu material nano berdimensi nol (*nano particle*),

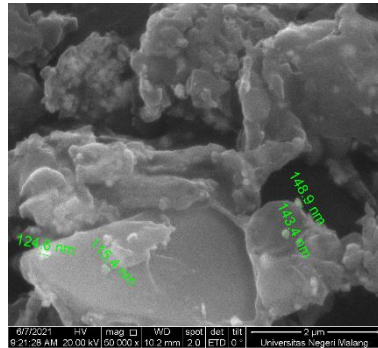
material nano berdimensi satu (*nanowire*), dan material nano berdimensi dua (*thin films*) (Fernandez, 2011).

Dalam beberapa penelitian oleh Sharma (2009), menunjukkan bahwa ukuran, bentuk, stabilitas, sifat fisika, maupun kimia nanopartikel sangat dipengaruhi oleh kondisi proses sintesisnya, antara lain kinetika interaksi antara ion logam dengan zat pereduksi serta proses stabilisasi oleh agen penyetabil dalam pembentukan nanopartikel logam.

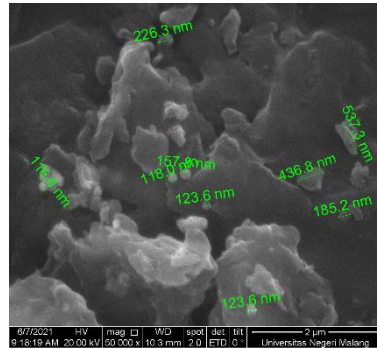
Berdasarkan pernyataan Boudreau (2016), dan Keat (2015), bahwa nanopartikel perak adalah salah satu jenis nanomaterial yang dikenal dan telah digunakan secara luas dalam industri kosmetik, obat-obatan, katalisis, bioteknologi, elektrokimia dan lingkungan. Hal ini karena nanopartikel memiliki ukuran, bentuk dan sifat fisika, kimia yang dapat meningkatkan kemampuan ion perak untuk digunakan secara aman dalam kehidupan manusia.

4.1.1 Karakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)

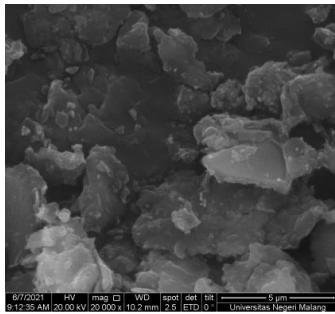
Karakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) yang bertujuan untuk melihat morfologi permukaan dan ukuran butir nanopartikel. Menurut Jores K, *et al* (2004), bahwa SEM adalah suatu metode yang digunakan untuk meneliti bentuk maupun struktur mikro permukaan dari suatu objek yang tidak bisa dilihat oleh mata atau mikroskop optik menggunakan mikroskop elektron, dengan prinsip menembakkan suatu sinar elektron yang berenergi tinggi, biasanya dengan energi 1-20 keV melewati sampel.



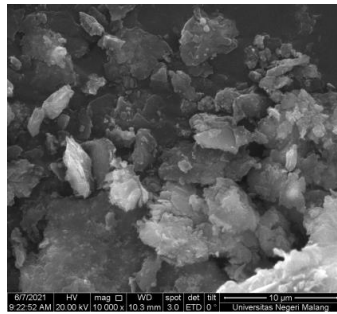
a



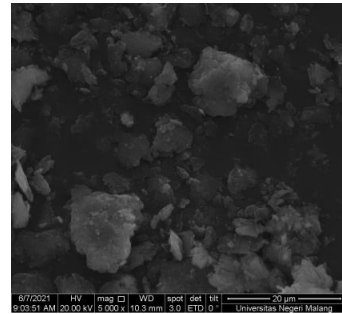
b



c



d



e

Gambar 4.2. Hasil uji SEM

a,b. Perbesaran 20 000 x c. Perbesaran 5 000 x
d. Perbesaran 10 000 x, dan e. Perbesaran 20 000 x

Hasil karakterisasi dengan menggunakan SEM menunjukkan ukuran diameter nanopartikel perak yang telah berhasil disintesis dengan ukuran 115,4 nm dengan perbesaran 20 000 x (gambar a). hal ini sesuai dengan konsep nanoteknologi, yang pertama kali diperkenalkan oleh Richard Feynman dan Norio Taniguchi, bahwa Kata “nano” pada nanoteknologi yang berarti ‘sangat kecil’ berkaitan dengan material yang diciptakan dengan dimensi 10^{-9} meter atau nanometer (Hulkoti and Taranath, 2014).

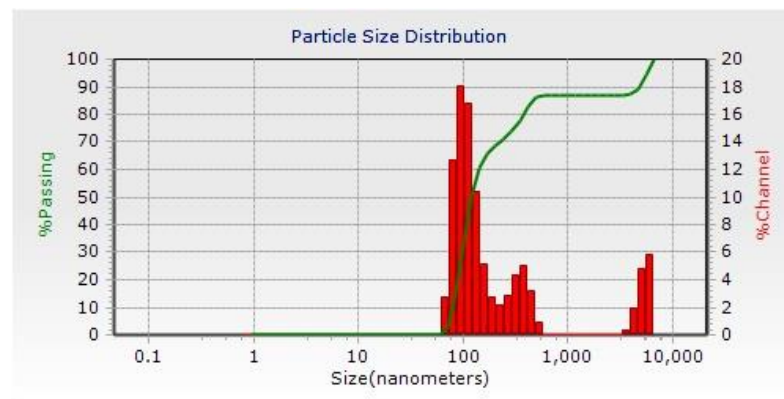
Bentuk secara morfologi dari nanopartikel perak alga merah dengan pengamatan menggunakan alat SEM berbentuk silindris atau bulat. Jika dikaitkan dengan hasil penelitian Ahmed *et al* (2009), fenomena struktur silindris atau bulat ini memang terjadi dengan adanya peningkatan suhu pemanasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ukuran, bentuk, stabilitas, sifat fisika, maupun kimia nanopartikel sangat dipengaruhi oleh kondisi proses sintesisnya, antara lain kinetika interaksi antara ion logam dengan zat pereduksi serta proses stabilisasi oleh agen penyetabil dalam pembentukan nanopartikel logam (Sharma, *et al.* 2009).

Menurut Ankamwar (2012) bentuk nanopartikel merupakan parameter yang dapat berpengaruh pada serapan sel, kecepatan dan penghantaran suatu obat. Interaksi preferensial dari protein spesifik dapat dicapai dengan pemilihan bentuk nanopartikel yang tepat. Bentuk nanopartikel bulat merupakan opsi yang baik untuk sistem penghantaran obat. Menurut Gato0 *et al.*, (2014) bentuk nanopartikel bulat memiliki toksisitas yang lebih rendah meskipun dalam keadaan heterogen maupun homogen. Menurut Truong *et al.*, (2015) bentuk nanopartikel bulat memiliki kekuatan yang lebih tinggi untuk berinteraksi dengan permukaan sel.

4.1.2 Karakterisasi dengan Particle Size Analyzer (PSA)

Karakterisasi dengan Particle Size Analyzer (PSA) bertujuan untuk mengetahui distribusi dan ukuran nanopartikel dengan menggunakan metode uji Dynamic Lights Cattering. Menurut Skoog (2007), bahwa

metode uji Dynamic Lights Cattering itu memanfaatkan prinsip penghamburan cahaya pada suatu proses pengukuran. Ketika partikel atau molekul disinari cahaya maka intensitas cahaya yang dihamburkannya akan berfluktuasi dengan kecepatan yang tergantung pada ukuran partikel. Semakin kecil partikel akan semakin cepat fluktuasinya.



Gambar 4.3. Hasil uji PSA dengan ukuran nanopartikel perak dikisaran 100 nm

Hasil karakterisasi dengan menggunakan PSA menunjukkan secara keseluruhan rata-rata ukuran diameter nanopartikel alga merah dominan berada dikisaran 100 nm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak dari alga merah (*Eucheuma cottonii*) dapat digunakan untuk mensintesis nanopartikel.

Menurut Mittal (2011), nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm akan memberikan beberapa keuntungan diantaranya: luas permukaan yang besar dengan proporsi terbesar pada lapisan permukaan sehingga akan jauh lebih reaktif dibandingkan dengan molekul biasa. Hal ini didukung oleh Mohanraj (2006), bahwa konsep dari partikel yang berukuran kecil dalam suspensi bergerak dengan pola secara acak, sedangkan ukuran dan distribusi partikel merupakan karakteristik yang paling penting dalam

sistem nanopartikel. Hal ini digunakan untuk memperkirakan distribusi secara in vivo, biologis, toksisitas, dan kemampuan membidik dari sistem nanopartikel.

Kestabilan nanopartikel dapat diukur dengan melihat nilai zeta potensial. Nilai Zeta potensial nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) sebesar +200mV. Nilai tersebut berada dalam kategori kestabilan yang sangat baik. Data zeta potensial AgNPs alga merah (*Eucheuma cottonii*) dapat dilihat pada gambar 4.5.

- Zeta Potential Analysis -	
Measured Data	
Zeta Potential	200.0 mv
Polarity	Positive
Mobility@25C	0.00u/s/V/cm
Conductivity	79 uS/cm
Field Strength (Req/Act)	10 / 9.9 kV/m
SOP	
Zeta Run Time	30 sec

Gambar 4.4. Nilai zeta potensial

Hal tersebut sesuai dengan Kumar dan Dixit (2017), yang menyatakan bahwa zeta potensial merupakan teknik yang dapat menentukan muatan permukaan dari nanopartikel. Kategori dengan nilai 0 hingga ± 5 mV memiliki sifat mudah terkoagulasi. Nilai antara ± 10 hingga ± 30 mV menunjukkan bahwa nanopartikel tersebut tidak stabil. Kestabilan dengan kategori sedang ditunjukkan dengan nilai ± 31 hingga ± 40 mV. Kemudian nilai ± 41 hingga ± 60 memiliki kestabilan yang baik. Kestabilan dengan kategori sangat baik ditunjukkan dengan nilai zeta potensial lebih besar dari pada ± 60 .

-SOP Info-	
WATER(*)	
Timing	
Setzero Time	60 (sec)
Run Time	60 (sec)
Number of Runs	1
Analysis	
water	
Refractive Index	1.30
Transparency	Transp
Shape	Spherical
WATER	
Refractive Index	1.33
Low Temperature	20.0
Low Temp. Visc.	1.002
High Temperature	30.0
High Temp. Visc.	0.797
Options:	
Analysis Type	Distribution
Filter-Resolution	Std:Norm
Sensitivity	Standard
Algorithm	2.0
Perspective	
Progression	Standard
Distribution	Area
Upper Edge(nm)	6540
Lower Edge(nm)	0.8
Residuals	Disabled

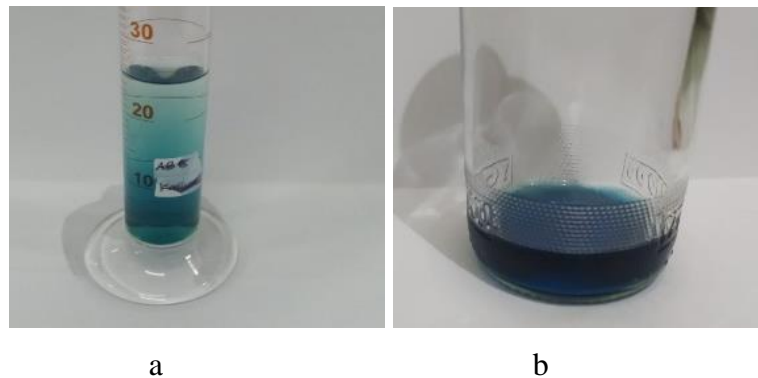
Gambar 4.5. Karakterisasi senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*)

Nanopartikel perak yang diuji memiliki bentuk *spherical* atau bulat. Bentuk bulat pada nanopartikel memiliki beberapa keuntungan. Menurut Ankamwar (2012) bentuk nanopartikel merupakan parameter yang dapat berpengaruh pada serapan sel, kecepatan dan penghantaran suatu obat. Interaksi preferensial dari protein spesifik dapat dicapai dengan pemilihan bentuk nanopartikel yang tepat. Bentuk nanopartikel bulat merupakan opsi yang baik untuk sistem penghantaran obat. Menurut Gatoo *et al.*, (2014) bentuk nanopartikel bulat memiliki toksisitas yang lebih rendah meskipun dalam keadaan heterogen maupun homogen. Menurut Truong *et al.*, (2015) bentuk nanopartikel bulat memiliki kekuatan yang lebih tinggi untuk berinteraksi dengan permukaan sel.

4.2 Uji Aktivitas Antioksidan

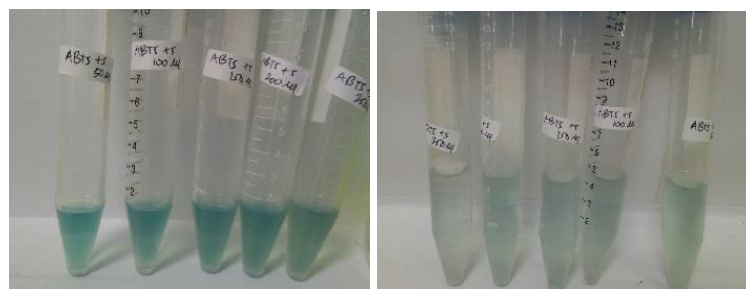
Dalam penelitian ini, aktivitas antioksidan pada senyawa nanopartikel perak dari alga merah (*Eucheuma cottonii*) ditentukan dengan menggunakan metode ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-asam sulfonat).

Metode ABTS sangat sensitif terhadap cahaya, bahkan pembentukan ABTS memerlukan waktu inkubasi selama 12-16 jam dalam kondisi gelap (diinkubasi) (Roberta *et al.*, 1999).



Gambar 4.6. Larutan ABTS dengan Kalium Persulfat yang dilarutkan dalam larutan etanol pa: a. sebelum diinkubasi, b. Setelah inkubasi selama \pm 16 jam.

Metode ABTS merupakan metode penentuan aktivitas antioksidan yang diperoleh dari hasil oksidasi kalium persulfat dengan garam diammonium ABTS. Adanya aktivitas antioksidan dari sampel ditandai dengan hilangnya warna biru pada pereaksi ABTS (Molyneux, 2004). Hal ini sesuai pada perlakuan pengujian pada sampel nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) yang mengalami pemudaran warna dari warna biru-hijau menjadi semakin pudar (tidak berwarna) yang dapat diperlihatkan pada gambar 11 berikut:



a

b

Gambar 4.7. a. Sampel dengan larutan ABTS b. Sampel dengan larutan ABTS yang semakin memudar warnanya.

Prinsip uji ABTS adalah penghilangan warna kation ABTS mengukur kapasitas antioksidan yang langsung bereaksi dengan radikal ABTS. Suatu radikal ABTS dapat diproduksi dengan cara oksidasi kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) sebelum penambahan antioksidan. ABTS merupakan radikal dengan pusat nitrogen dengan karakteristik warna biru-hijau, ketika tereduksi oleh antioksidan menjadi bentuk nonradikal yang tidak berwarna (Shalaby, 2013).

Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} menunjukkan nilai konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk meredam 50% aktivitas radikal bebas ABTS. Sedangkan pada hasil pengujian sampel ekstrak alga merah dan sampel senyawa nanopartikel perak alga merah dengan konsentrasi sampel dan ABTS sebesar 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm menunjukkan aktivitas antioksidan sebesar 0,049 ppm dan 0,091 ppm. Dari hasil ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas antioksidan sebesar 0,042 setelah ada perlakuan sintesis nanopartikel perak alga merah pada uji menggunakan metode ABTS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)	% Penghambatan ABTS	Rata-rata % Penghambatan ABTS	IC ₅₀ (ppm)	Kategori (Tanur <i>et al.</i> , 2020)
Nanopartikel perak alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	10	0,041	0,091	29,976	Sangat Kuat
	20	0,084			
	30	0,118			
	40	0,076			
	50	0,136			
Ekstrak alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	10	0,029	0,049	30,587	Sangat Kuat
	20	0,047			
	30	0,030			
	40	0,070			
	50	0,067			
Asam Askorbat	3	0,003	0,020	52,632	Kuat
	4	0,012			
	5	0,021			
	6	0,029			
	7	0,038			

Tabel 4. 1. Aktivitas Antioksidan Nanopartikel Perak Alga Merah (*Eucheuma cottonii*), Ekstrak Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) dan Asam Askorbat.

Selanjutnya untuk perhitungan aktivitas antioksidan ditentukan dengan nilai IC₅₀ yang dihitung menggunakan persamaan $y = a + bx$ yang diperoleh dari kurva regresi linier hubungan antara konsentrasi dan presentase inhibisi (%). Nilai IC₅₀ didapatkan dari nilai x setelah mengganti $y = 50$ (Ningrum *et al.* 2017).

Hasil pengujian aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan nilai IC₅₀ sebesar 29,976 ppm

(nilai aktivitas antioksidan sangat kuat). Sedangkan pada sampel kontrol pembanding positif (asam askorbat) memiliki nilai IC₅₀ sebesar 52,757 ppm (nilai aktivitas antioksidan kuat), dengan daya serapan blanko ABTS dalam 1 ml sebesar 0,055 ppm.

Aktivitas antioksidan didapatkan pada sampel ekstrak alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan nilai IC₅₀ sebesar 30,587 ppm (nilai aktivitas antioksidan sangat kuat). Sedangkan pada sampel pembanding positif (asam askorbat) memiliki nilai IC₅₀ sebesar 52,632 ppm (nilai aktivitas antioksidan kuat), dengan daya serapan blanko ABTS dalam 1 ml sebesar 0,056 ppm.

Berdasarkan perhitungan nilai IC₅₀ pada sampel ekstrak dan sampel nanopartikel perak alga merah didapatkan selisih nilai IC₅₀ sebesar 0,611 ppm. Sedangkan untuk asam askorbat mempunyai nilai IC₅₀ yang stabil pada golongan aktivitas antioksidan kuat, karena menurut Kim *et al.*, (2005), bahwa asam askorbat digunakan sebagai kontrol pembanding positif karena memiliki gugus hidroksi bebas yang bertindak sebagai penangkap radikal bebas dan gugus polihidroksi yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan.

Hal ini menunjukkan bahwa pengujian aktivitas antioksidan dengan metode ABTS pada senyawa nanopartikel alga merah (*Eucheuma cottonii*) adalah tergolong sangat kuat. Sesuai dengan pernyataan Yuniarti *et al.*, (2020) bahwa IC₅₀ dibagi menjadi beberapa kategori. Kategori IC₅₀ sangat kuat jika nilai kurang dari 50. Kategori IC₅₀ kuat jika nilai ada direntang 50 hingga 100. Kategori IC₅₀ sedang jika nilai ada direntang 100

hingga 150. Kategori IC₅₀ lemah ada direntang nilai 150 hingga 200. Nilai IC₅₀ lebih dari 200 termasuk ke dalam kategori sangat lemah.

Nilai IC₅₀ pada nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) yang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak alga merah (*Eucheuma cottonii*) membuktikan bahwa pembentukan *Green synthesis silver nanoparticles* menggunakan alga merah (*Eucheuma cottonii*) dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rajivgandhi *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa pembentukan nanopartikel perak pada alga merah (*Eucheuma cottonii*) dapat meningkatkan aktivitas antioksidan.

Menurut Handoko (2019) senyawa metabolit polifenol dapat bertindak sebagai pereduksi Ag⁺ menjadi Ag⁰ dengan cara pengikatan oleh gugus hidroksil dan karboksil. Reaksi tersebut juga menyebabkan partikel menjadi stabil. Menurut Kharissova *et al.*, (2013) kandungan senyawa fenolik pada sintesis nanopartikel perak dapat meningkatkan proses reduksi dan menstabilkan nanopartikel agar tidak terjadi agglomerasi.

Penelitian Kalainila *et al.*, (2014) melaporkan bahwa senyawa fenol, flavonoid dan alkaloid ditemukan pada nanopartikel perak *Erythrina indica* yang bertindak sebagai pereduksi, penstabil, dan *capping agent*. Menurut Latif *et al.*, (2019) senyawa fenol bertindak sebagai bioreduktor ion metal melalui mekanisme pengikatan gugus hidroksil dan karboksil. Pigmen fikoeritrin yang terdapat pada sampel alga merah (*Eucheuma cottonii*) dapat juga berperan sebagai bioreduktor dan *Capping agent*.

Menurut penelitian Xu *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa ekstrak fikoeritrin pada *Porphyra yezoensis* berhasil dilakukan. Fikoeritrin juga tidak hanya menjadi reduktor Ag, melainkan juga menjadi *capping agent*. Menurut Mcdaniel *et al.*, (2018) senyawa fitokimia dapat menambat radikal bebas melalui mekanisme *hydrogen atom transfer* (HAT). Rantai O-H pada gugus hidroksil dari flavonoid akan berpisah dan masing masing atom H akan secara langsung berpindah pada radikal bebas. Mekanisme yang lain yang berhubungan dengan aktivitas antioksidan adalah mekanisme *single electron transfer* (SET). Mekanisme tersebut terjadi karena satu elektron yang berpindah dari molekul netral ke radikal bebas.

Nanopartikel dapat meningkatkan aktivitas antioksidan juga disebabkan oleh ukurannya yang kecil. Semakin kecil ukuran, maka semakin besar luas permukaannya, sehingga senyawa-senyawa antioksidan yang menjadi *capping agent* dapat lebih mudah menambat radikal bebas. Hal ini sesuai dengan Khalil *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa pembentukan nanopartikel dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Peningkatan aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni kandungan fitokimia yang menjadi *capping agent* pada permukaan pembentukan nanopartikel perak dan ukuran partikel yang lebih kecil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakterisasi nanopartikel perak alga merah dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) menunjukkan ukuran diameter nanopartikel perak yang telah berhasil disintesis dengan ukuran 115,4 nm serta memiliki bentuk silindris. Karakterisasi dengan Particle Size Analyzer (PSA) menunjukkan secara keseluruhan rata-rata ukuran diameter nanopartikel perak dominan berada dikisaran 100 nm.
2. Aktivitas antioksidan pada sampel ekstrak alga merah (*Eucheuma cottonii*) sebesar 30,587 ppm, sedangkan pada sampel hasil sintesis nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan metode ABTS sebesar 29,976 ppm, sehingga terjadi peningkatan aktivitas antioksidan sebesar 0,042 ppm setelah ada perlakuan sintesis nanopartikel perak alga merah pada uji menggunakan metode ABTS..

5.2 Saran

1. Pemberian antioksidan dari alga merah (*Eucheuma cottonii*) penting dilakukan dalam bentuk senyawa nanopartikel perak dengan metode ABTS.
2. Perlu penelitian lebih lanjut menggunakan sampel dari bahan jenis alga lainnya untuk mengetahui karakterisasi dan aktivitas antioksidannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelghany, T. M., Al-Rajhi, A. M. H., Al Abboud, M. A., Alawlaqi, M. M., Ganash Magdah, A., Helmy, E. A. M., & Mabrouk, A. S. (2018). Recent Advances in Green Synthesis Of Silver Nanoparticles And their Applications: About Future Directions. A Review. *Bionanoscience*, 8(1), 5–16.
- Abdullah, M., Virgus, Y. dan Khairurrijal., 2008, Review : Sintesis Nanomaterial, *jurnal nanosains dan nanoteknologi*, 1(2) : 2-3.
- Abdullah. 2003. Tafsir Ibnu Katsir. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i
- Ahmed, M., Akter, M.S., Chin, K.B., and Eun, J.B., 2009, Effect of Maltodextrin Concentration and Drying Temperature on Quality Properties of Purple Sweet Potato Flour, *Food Sci. Biotechnol*, 18 (6): 1487-1494.
- Al-Qurtubi, S. 2000. Tafsir Al Qurtubi. Jakarta: Pustaka Azam
- Anggadiredja, J.T., Achmad, Z., Heri, P., dan Sri, I. (2011). Rumput Laut. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 6,20, 63,77-80.
- Ankanwar. (2012). *Size and Shape Effect on Biomedical Applications of Nanomaterials*. Biomedical Engineering - Technical Applications in Medicine.
- Arif, R. S., dan Tukiran. (2015). Identifikasi Senyawa Fenolik Hasil Isolasi dari Fraksi Semi Polar Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Tumbuhan Nyiri Batu (*Xylocarpus moluccensis*). *UNESA Journal of Chemistry*, 4(2), 105–110.
- Aslan, L.M. (1991). Budidaya Rumput Laut. Jakarta: Kanisius. Hal. 13-17.
- Asmathunisha, N. dan Kathiresan, K., 2013, A Review on Biosynthesis of Nanoparticles by Marine Organisme, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 103 : 283-287.
- Atmadja, W.S. 1996. Pengenalan Jenis Algae Cokelat (*Phaeophyta*). Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi, LIPI. Jakarta.
- Azhagu R, Mala K, Prakasam A. 2015. Phytochemical analisis of marine macroalga *Caulerpa racemosa* (J.Agardh) (Chlorophyta-caulerpales) from Tirunelveli District, Tamilnadu, India. *Jurnal of Global Biosciences*. 4: 3055-3067.
- Bogunia, K. and Sugisaka, M., 2002, *From Molecular Biology to nanotechnology and nanomedicine*, *BioSystems*, 65(2): 123-138.
- Boudreau, M. D., Imam, M. S., Paredes, A. M., Bryant, M. S., Cunningham, C. K., Felton, R. P., Jones, M. Y., Davis, K. J. dan Olson, G. R., 2016, Differential Effects of Silver Nanoparticles and Silver Ions on Tissue Accumulation, Distribution, and Toxicity in the Sprague Dawley Rat Following Daily Oral Gavage Administration for 13 Weeks. *Toxicological Sci.*, 150(1): 131–160.
- Buzea, C., Pacheco, I. I. dan Robbie, K., 2007, Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity, *Biointerphases*, 2(4):17-71.
- Cahyani, April Intan. 2017. Uji Aktioksidan dari Ekstrak Kulit Batang Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) dengan metode DPPH. Skripsi

- Carreto JI, Carignan MO. 2011. Mycosporinelike Amino acids: relevant secondary metabolites, chemical and ecological aspects. *Marine Drugs*. 9: 387-446.
- Chang TS. 2009. An update review of tyrosinase inhibitors. *International Journal of Molecular Science*. 10: 2440-2473.
- Coulter, Beckman. 2008. Delsa Nano Series. Available at Couteau, C. and L. Coiffard. 2016. Seaweed in Health and Disease Prevention. Chapter 14: Seaweed Application in Cosmetic. *Edited by J. Fleurence and I. Levine. Elsevier*: 423-441.
- De almeida, C. M. and Roth, B. J, 2015, *Medical Applications of Nanoparticles*, 1–10.
- De almeida, C. L. F., Falcão, D. S., Lima, D. M., Gedson, R., Montenegro, D. A., Lira, N. S., and Barbosa-Filho, J. M. (2011). Bioactivities from marine algae of the genus *Gracilaria*. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(7), 4550-4573.
- Dubchak, S., Ogar, A., Mietelski, J.W. and Turnau, K., 2010, Influence of Silver and Titanium Nanoparticles on Arbuscular Mycorrhiza Colonization and Accumulation of Radiocaesium In *Helianthus anus*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(1): 103-108.
- Dunn, K., and Edwards-Jones, V., 2004, The Role of Acticoat with Nanocrystalline Silver in the Management of Burns, *Burns*, 1: 1–9.
- El-Nour, K. M. M. A., Eftaiha, A., Al-Warthan, A. dan Ammar, R. A. A., 2010, Synthesis and Application of Silver Nanoparticles, *Arabian Journal of Chemistry*, 3: 135–140.
- Fatmawati P Ika, Didik Wahyudi. 2015. Potensi rumput laut di Kabupaten Sumenep. Fakultas Pertanian Universitas Wiraraja Sumenep. ISSN: 2087-3484.
- Fernandez, B. R, 2011, Sintesis Nanopartikel, Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Gandjar, I.G dan Rahman, A. 2007. Kimia Farmasi Analisis. Pustaka Pelajar: Yogyakarta. hal.220-296.
- Gatoo, Manzoor Ahmad., Naseem, Sufia., Arfat, Mir Yasir., Dar, Ayaz Mahmood., Qasim, Khusro., Zubair, Swaleha. (2014). Physicochemical Properties of Nanomaterials: Implication in Associated Toxic Manifestations. *Biomed Research International*. Vol. 2014.
- Gelperina, S., Kisich, K., Iseman, M. D., and Heifets, L. (2005). *The potential advantages of nanoparticle drug delivery systems in chemotherapy of tuberculosis. American journal of respiratory and critical care medicine*, 172(12), 1487-1490.
- Goodsell, D.S., 2004, *Bionanotechnology: Lessons from Nature*, Hoboken, USA.
- Handoko, Chanel Tri., Huda, Adri., Gulo, Fakhili. (2019). Synthesis Pathway and Powerful Antimicrobial Silver Nanoparticle: A Critical Review. *Asian Journal of Scientific Research*. Vol, 12. No. 1.
- Haryono, A., Dewi, S., Harmami, S.B. dan Randy, M. 2008, Sintesis Nanopartikel Perak dan Potensi Aplikasinya, *Jurnal Riset Industri*, 2(3): 156-163.
- Hernanto, Angga Dwi., Sri Rejeki., Restiana Wisnu Ariyati. 2015. Pertumbuhan Budidaya Rumput Laut (*Euclima cottoni* Dan *Gracilaria* sp.) dengan Metode Long Line di Perairan Pantai Bulu Jepara. *Journal of*

- Aquaculture Management and Technology* Volume 4, Nomor 2, Tahun 2015, Halaman 60-66
- Horiba Instruments. 2014. *A Guidebook to Particle Size Analysis*. 1-800-4 HORIBA. http://www.dafratec.com/pdf/catalogo_DelsaNano.pdf
- Horiba Scientific, 2012, *A Guide Book to Particle Size Analysis*, Horiba Instrumen, Inc., Irvine USA, hal: 1-18.
- Horikoshi, S. dan Serpone, N., 2013, *Introduction to Nanoparticles, Microwaves in Nanoparticle Synthesis: Fundamentals and Applications*, 1–24, (Online), (<https://doi.org/10.1002/9783527648122>).
- Hulkoti, N.I. dan Taranath, T.C. 2014. *Biosynthesis of Nanoparticles using Microbes* A Review. *Colloids Surf. B. Biointerfaces*. 121: 474-483.
- Indriani H dan Suminarsih E. 1991. *Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Isnindar, wahyuono, S., & Setyowati, E.P. 2011. Isolasi dan identifikasi senyawa ‘ antioksidan daun kesemek (*Diospyros kaki* Thumb) dengan metode DPPH (1,1-difenil-2- pikrilhidrazil.) *Majalah obat tradisional*. Vol. 16. No.3.
- Jones, E., Michael, S., Sittampalam, G. 2016. *Basics of Assay Equipment and Instrumentation for High Throughput Screening*. Assay Guidance Manual. pp.13-17.
- Jores K., Mehnert W., Drecusler M., Bunyes H., Johan C. dan Mader K., 2004, Investigation On The Stricter Of Solid Lipid Nanoparticles And Oil-Loaded Solid Nanoparticles By Photon Correlation Spectroscopy, Field-Flow Fractionation And Transmission Electron Microscopy, *Journal Control Release*, (17): 217- 227.
- K. Cihalova, D. Chudobova, P. Michalek, A. MouLick, R. Guran, P. Kopel, V. Adam, R. Kizek, *Staphylococcus aureus* and MRSA growth and biofilm formation after treatment with antibiotics and SeNPs, *Int. J. Mol. Sci.* 16 (2015) 24656–24672.
- Kalainila P., Subha, V., Ravindran, R.S. Ernest., Renganathan, Sahadevan, (2014). Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles from *Erythrina indica*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol 7, No. 2.
- Kasanah, Noer, dkk. “Antibacterial Compounds From Red Seaweeds (Rhodophyta)”. *Indones J. Chem* 15, no. 2 (2015): h. 201-209.
- Keat, C. L., Aziz, A., Eid, A. M. dan Elmarguzi, N. A., 2015, *Biosynthesis of Nanoparticles and Silver Nanoparticles, Bioresources and Bioprocessing*, 2015(2): 47–57.
- Kelman D, Posner EK, Dermid KJ., Tabandera NK., Wright PR, Wright AD. 2012. *Antioxidant activity of Hawaiian marine algae*. *Marine Drugs*. 10:403–416.
- Khalil, I., Yehye, W. A., Etxeberria, A. E., Alhadi, A. A., Dezfooli, S. M., Julkapli, N. B. M., Basirun, W. J., & Seyfoddin, A. (2020). Nanoantioxidants: Recent Trends In Antioxidant Delivery Applications. *Antioxidants*, 9(1).
- Kumar, A., & Dixit, C. K. (2017). *Methods for characterization of nanoparticles. Advances in Nanomedicine for the Delivery of Therapeutic Nucleic Acids*, 43–58
- Kumar, H., Bhardwaj, K., Nepovimova, E., Bhardwaj, S., Bhatia, S. K., Verma, R., Dhanjal, D. S., & Kumar, D. (2020). Antioxidant Functionalized

- Nanoparticles : A Combat Against Oxidative Stress. *Nanomaterials*, 10, 1–26.
- Kharissova, Oxana V., Dias, H.V Rasika., Kharisov, Boris I., Perez, Betsabee Olvera., Perez, Victor M. Jimenez. (2013). The Greener Synthesis of Nanoparticles. *Trends in Biology*. 31(4).
- La Tapa, F., Suryanto, E. dan Momuat, L.I., 2016, Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Aktivitas Antioksidannya, *Chem. Prog.*, 9(1): 9-15.
- Latif., Abbas., Kormin., Mustafa. (2019). Green Synthesis of Plant- Mediated Metal Nanoparticle: The Role of Polyphenol. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 12 (7).
- Lauterwasser, C., 2007, *Small sizes that matter: Opportunities and risks of Nanotechnologies*, OECD International Futures Programme, Allianz Centre for Technology, München, Germany.
- Logeswari, P., Silambarasan, S. dan Abraham, J, 2013, *Ecofriendly Synthesis Of Silver Nanoparticles From Commercially Available Plant Powders And Their Antibacterial Properties*, *Scientia Iranica*, 20(3): 1049–1054.
- Manivasagan, P., 2014, *Actinobacteria Mediated Synthesis of Nanoparticles and their Biological Properties*, *Crit Rev Microbiol*, 28:1-13.
- Margaretta, S., Handayani, S. D., Indraswati, N., & Hendarso, H. (2011). Ekstraksi Senyawa Phenolic Pandanus amaryllifolius roxb. Sebagai Antioksidan Alami. *Widya Teknik*, 10(1), 21–30.
- Marinova, D., Ribarova, F., and Atassova, M. (2005). Total Phenolics and Total Flavonoids in Bulgarian Fruits and Vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40(3), 255–260.
- Mastuti, R. 2015. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Celosia. *Bio Wallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*. 2. (3). hal.143-148.
- Mcdaniel, D., Farris, P., & Valacchi, G. (2018). Atmospheric Skin Aging—Contributors And Inhibitors. *Journal Of Cosmetic Dermatology*, 17(2), 124–137.
- Mittal, D. R., 2011, Nature of Interaction Between Metal Nanoparticles (Ag) and Bacterial Cell (*E.coli*), *Departement of Biotechnology and Medical Engineering*, National Institute of Technology Rourkela,
- Mohanraj, V. J., & Chen, Y. (2006). Nanoparticles-a review. *Tropical journal of pharmaceutical research*, 5(1), 561-573.
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrilhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Sciences and Technology* 26(2): 211–219.
- Nagarajan, R, 2008, Nanoparticles: Building Blocks for Nanotechnology. *American Chemistry Society Symposium Series*, 996: 2–14.
- Nautiyal, O. H., 2013, Natural Products From Plant, Microbial and Marine Species, *The Experiment International Journal of Science and Technology*, 10(1): 611–646.
- Nawaly, H., Susanto, A. B., & Uktolseja, J. L. A. (2016). *Aplikasi Antioksidan dari Rumpun Laut*. Skripsi, Sala Tiga : Universitas Kristen Satya Wacana

- Ningrum, D. W., Kusri, D., & Fachriyah, E. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid dari Ekstrak Etanol Daun Johar (*Senna siamea* Lamk). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 20(3), 123–129.
- Oliveira, S., Glalci, A.S., Camila, R.E., Thuany, A.S., Edmar S., Oriana, A. F., Marcelo, J., Pena, F., Paulete, R. 2014. *Evaluation of Antiradical Assays Used in Determining The Antioxidant Capacity of Pure Compounds and Plant Extracts*. Artigo. 37(3). pp.497-503.
- Pakidi, C.S., Hidayat, S.S. 2016. Potensi dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alga Coklat (*Sargassum sp*). *Jurnal Ilmu Perikanan Octopus*. 5(2).
- Patravale, V.B., Date, A.A., Kulkarni, R.M. 2004. *Nanosuspensions: a promising drug delivery strategy*. *J Pharm Pharmacol*, 56(7) : 827-40.
- Peranginangin, R., Sinurat, E., Darmawan, M. 2011. Memproduksi karaginan dari Rumput laut. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Radwan, R. A., El-Sherif, Y. A., & Salama, M. M. (2020). A Novel Biochemical Study Of Anti-Ageing Potential Of *Eucalyptus camaldulensis* Bark Waste Standardized Extract And Silver Nanoparticles. *Colloids And Surfaces B: Biointerfaces*, 191.
- Rafique, M., Sadaf, I., Rafique, M. S., & Tahir, M. B. (2017). A Review On Green Synthesis Of Silver Nanoparticles And Their Applications. *Artificial Cells, Nanomedicine And Biotechnology*, 45(7), 1272–1291.
- R.D. Rivera-Rangel, M.P. González-Muñoz, M. Avila-Rodriguez, T.A. Razo-Lazcano, C. Solans, Green synthesis of silver nanoparticles in oil-in-water microemulsion and nano-emulsion using geranium leaf aqueous extract as a reducing agent, *Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp.* 536 (2018) 60-67.
- Rajivgandhi Govindar Nadar, Ramachandra Govindar. 2020. *Antioxidant, anti-bacterial and anti-biofilm activity of biosynthesized silver nanoparticles using *Glacilaria corticata* against biofilm producing *K. Pneumoniae**. *Colloids and Surfaces A* 600 (2020) 124830
- Ramadhan, R. 2019. Aktivitas antioksidan dan potensi obat oral senyawa nanopartikel ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) tersalut kitosan berdasarkan hasil analisis LCMS. *Skripsi*, Malang: UIN Maliki Malang.
- Rath, M., Panda, S. S. dan Dhal, N. K, 2014, Synthesis of Silver Nanoparticles from Plant Extract and its Application on Cancer Treatment: A Review. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(3): 137–145.
- Roberta, R., Nicoletta, P., Anna, P., Ananth, P., Min, Y.C., Rice, E. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS Radical cation decolorization assay. *Free radical Biology and Medicine*. 26. pp.1232.
- Saeb, A. T. M., Alshammari, A. S., Al-brahim, H. dan Al-rubeaan, K. A., 2014, Production of Silver Nanoparticles with Strong and Stable Antimicrobial Activity against Highly Pathogenic and Multidrug Resistant Bacteria, *The Scientific Journal*, 1-9.
- Sari, D. K., Wardhani, D. H., & Prasetyaningrum, A. (2013). Kajian isolasi senyawa fenolik rumput laut (*Euceuma cottonii*) berbantu gelombang mikro dengan variasi suhu dan waktu. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(19), 38–43
- Selim, S. A. (2012). Antimicrobial, Antiplasmid and Cytotoxicity Potentials of Marine Algae *Halimeda opuntia* and *Sarconema filiforme* collected from

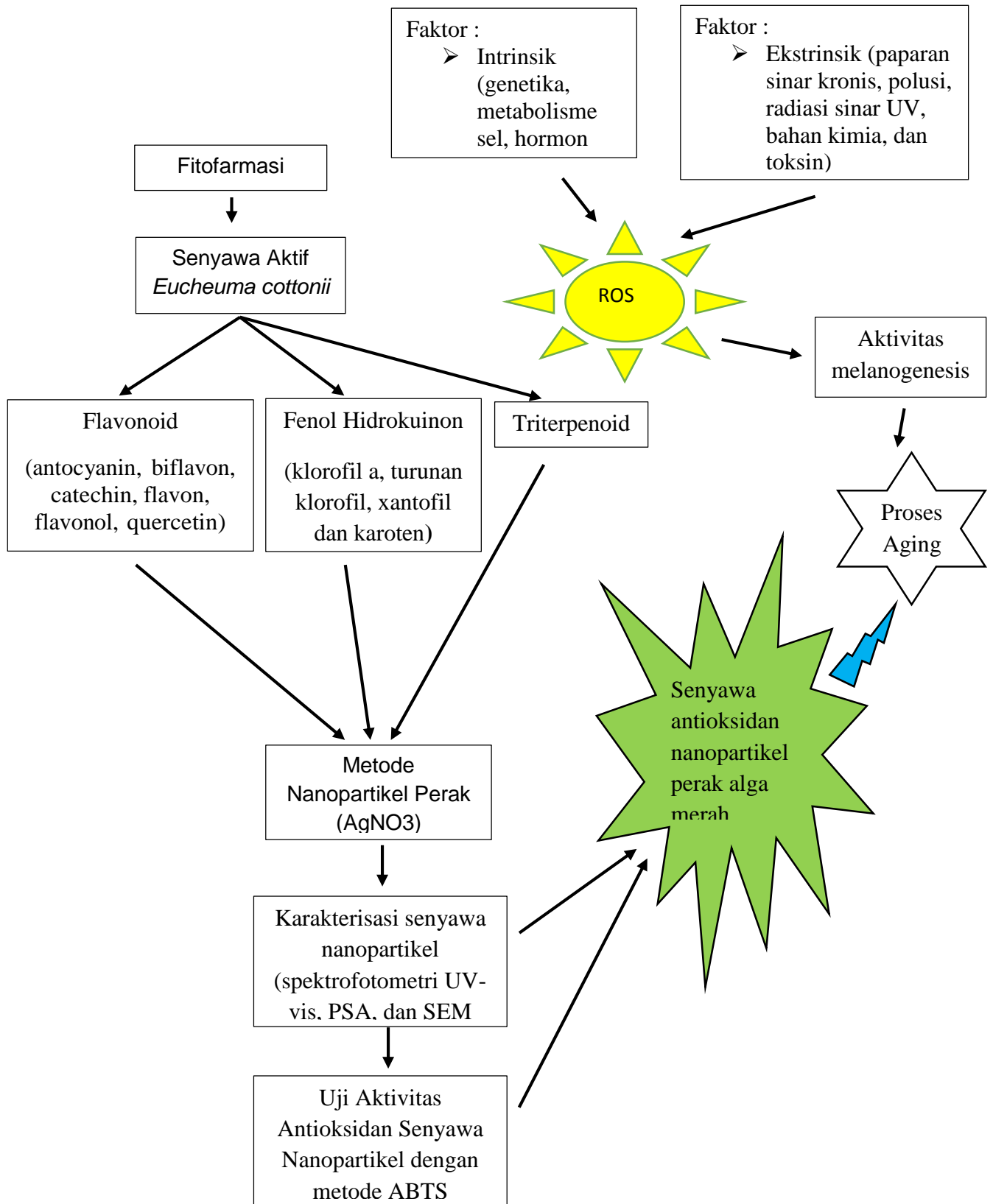
- Red Sea Coast. *International Journal of Medical and Biological Sciences*, 6(1), 79–84.
- Shalaby, E.A., and Shanab, S.M.M. 2013. Antioxidant Compounds, Assays of Determination and Mode of Action. *AJPP*. 7(10). pp.535-537.
- Sharma, V. K., Yngard, R. A. dan Lin, Y., 2009, *Silver Nanoparticles: Green Synthesis and Their Antimicrobial Activities, Advances in Colloid and Interface Science*, 145(1–2): 83–96.
- Shanmuganathan, R., Karuppusamy, I., Saravanan, M., Muthukumar, H., Ponnuchamy, K., Ramkumar, V. S., & Pugazhendhi, A. (2019). Synthesis Of Silver Nanoparticles And Their Biomedical Applications - A Comprehensive Review. *Current Pharmaceutical Design*, 25(24), 2650–2660.
- Shonhaji, Achmad. 2014. Efektivitas sterilisasi eksplan lapang *Acacia mangium* Willd dalam perbanyakan tanaman melalui teknik kultur jaringan. *Skripsi*, Malang: UIN Maliki Malang.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R., 2007, Principles of Instrumental Analysis, 6th Edition, Thompson Brooks/Cole, USA, hal: 955-957.
- Sundrarajan, M. dan Gowri, S., 2011, *Green Synthesis of Titanium Dioxide Nanoparticles by Nyctanthes Arbor-Tristis Leaves Extract, Chalcogenide Letters*, 8(8): 447-451.
- Suparmi, Sahri A. 2009. Mengenal potensi rumput laut : kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. *Sultan Agung XLIV*. 118: 95-116.
- Srikar, S. K., Giri, D. D., Pal, D. B., Mishra, P. K., & Upadhyay, S. N. (2016). Green Synthesis Of Silver Nanoparticles: A Review. *Green And Sustainable Chemistry*. *Green And Sustainable Chemistry*, 6(February), 34–56.
- Syahrizal, D. 2013. Pengaruh proteksi vitamin C terhadap enzim transaminase dan gambaran histopatologis hati mencit yang dipapar plumbun. *Tesis Universitas Sumatera Utara*.
- Tanur, E., Ehrice, I. N., Fachrial, E., & Girsang, E. (2020). Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) And Inhibition Of Collagenase Enzyme Activity From Ethanol Extract Of Pineapple (*Ananas cosmus* (L .) Merr) Core. *American Scientific Research Journal For Engineering, Technology, And Sciences (ASRJETS)*, 70(1), 99–105.
- Truong, Nghia P., Whittaker, Michael R., Mak, Catherine W., Davis, Thomas P. (2015). The Importance of Nanoparticle Shape in Cancer Drug Delivery. *Expert Opinoin*. 12(1).
- Wandansari BD, Agustina LNA, Mulyani NS. 2013. Fermentasi rumput laut *Eucheuma cottonii* oleh *Lactobacillus plantarum*. *Chemical Engineering Journal* 1(1):64-69.
- Xu, Yifeng., Hou, Yanhua., Wang, Yatong., Wang, Yifan., Li, Tong., Song, Chi., Wei, Nana. (2019). Sensitive and selective detection of Cu²⁺ ions based on fluorescent Ag nanoparticles synthesized by R-phycoerythrin from marine algae *Porphyra yezoensis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol 168.
- Yuniarti, R., Nadia, S., Alamanda, A., Zubir, M., Syahputra, R. A., & Nizam, M. (2020). Characterization, Phytochemical Screenings And Antioxidant

Activity Test Of Kratom Leaf Ethanol Extract (*Mitragyna speciosa* Korth) Using DPPH Method. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1462(1), 0–7.

Zhang, S., Du, C., Wang, Z., Han, X., Zhang, K. and Liu, L., 2013, *Reduced Cytotoxicity Of Silver Ions To Mammalian Cells At High Concentration Due To The Formation Of Silver Chloride*, *Toxicology in Vitro*, 27(2): 739– 744.

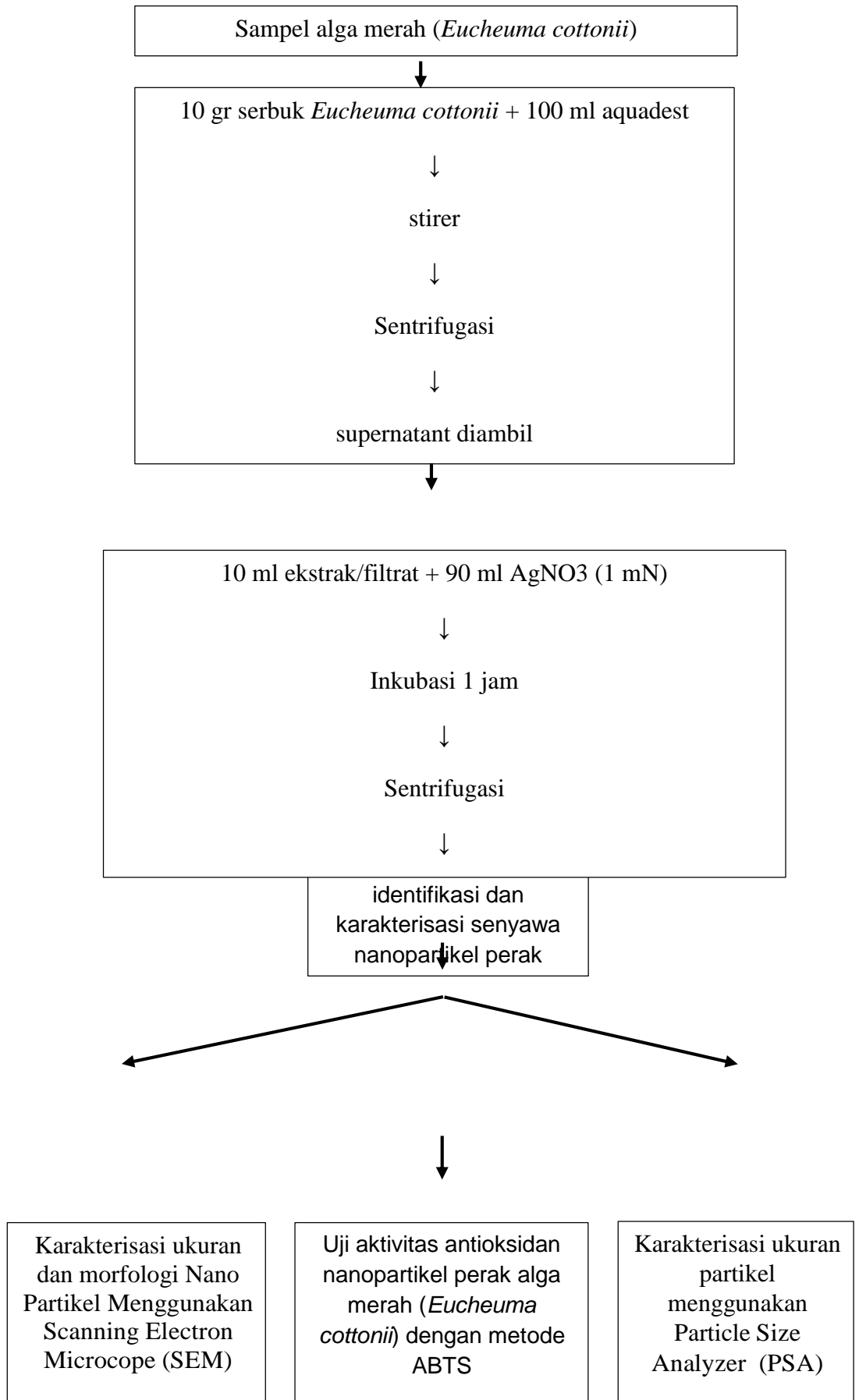
Lampiran 1

Kerangka Konseptual



Lampiran 2

Kerangka operasional/ Prosedur Penelitian



Lampiran 3

- Perhitungan larutan perak atau AgNO₃ (1 mM) dalam 200 ml dalam pembuatan sintesis nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*)

Diketahui:

Larutan yang digunakan 1 mM = 1/1000 M

Volume yang digunakan 200 ml

Ditanya:

Massa molar AgNO₃ yang dibutuhkan ?

Jawab:

$$\rightarrow M = \frac{\text{massa}}{BM \times V}$$

$$\rightarrow \frac{1}{1000} = \frac{X}{169,87 \times 0,2}$$

$$\rightarrow X = \frac{169,87 \times 0,2}{1000}$$

$$\rightarrow X = \frac{33,974}{1000}$$

$$\rightarrow X = 0,033974 \text{ g}$$

$$\rightarrow X = 33,9 \text{ mg}$$

$$\rightarrow X = 34 \text{ mg}$$

Jadi untuk melarutkan 1 mM AgNO₃ dalam volume 200 ml, dibutuhkan 34 miligram serbuk AgNO₃

- Perhitungan larutan ABTS (7 mM) dalam 5ml dalam pembuatan uji antioksidan

Diketahui:

Larutan yang digunakan 1 mM = 1/1000 M

Volume yang digunakan 5 ml

Ditanya:

Massa molar ABTS yang dibutuhkan ?

Jawab:

$$\rightarrow M = \frac{\text{massa}}{BM \times V}$$

$$\rightarrow \frac{7}{1000} = \frac{X}{514,62 \times 0,005}$$

$$\rightarrow X = \frac{514,62 \times 0,005 \times 7}{1000}$$

$$\rightarrow X = \frac{18,0117}{1000}$$

$$\rightarrow X = 0,0180117 \text{ g}$$

$$\rightarrow X = 18 \text{ mg}$$

Jadi untuk melarutkan 7 mM ABTS dalam volume 5 ml, dibutuhkan 18 miligram serbuk ABTS

- Perhitungan larutan Kalium Persulfat (2,45 mM) dalam 5 ml dalam pembuatan sintesis nanopartikel perak alga merah (*Eucheuma cottonii*)

Diketahui:

Larutan yang digunakan 1 mM = 1/1000 M

Volume yang digunakan 5 ml

Ditanya:

Massa molar Kalium Persulfat yang dibutuhkan ?

Jawab:

$$\rightarrow M = \frac{\text{massa}}{BM \times V}$$

$$\rightarrow \frac{2,45}{1000} = \frac{X}{270,322 \times 0,005}$$

$$\rightarrow X = \frac{270,322 \times 0,005 \times 2,5}{1000}$$

$$\rightarrow X = \frac{3,3114445}{1000}$$

$$\rightarrow X = 0,0033114445 \text{ g}$$

$$\rightarrow X = 3,3 \text{ mg}$$

Jadi untuk melarutkan 1 mM AgNO₃ dalam volume 5 ml, dibutuhkan 3,3 miligram serbuk Kalium Persulfat

- Perhitungan banyak volume yang dibutuhkan (μl) pada larutan ABTS dan sampel dalam 5 ml larutan ethanol pa (1000 ppm)

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. 10 ppm | $V_1 = 15.000/1000$ |
| $M_1.V_1 = M_2.V_2$ | $V_1 = 15 \mu\text{l}$ |
| $1000. V_1 = 10. 5000$ | |
| $V_1 = 50.000/1000$ | |
| $V_1 = 50 \mu\text{l}$ | |
| 2. 20 ppm | $V_1 = 200.000/1000$ |
| $M_1.V_1 = M_2.V_2$ | $V_1 = 20 \mu\text{l}$ |
| $1000. V_1 = 20. 5000$ | |
| $V_1 = 10.000/1000$ | |
| $V_1 = 10 \mu\text{l}$ | |
| 3. 30 ppm | $V_1 = 250.000/1000$ |
| $M_1.V_1 = M_2.V_2$ | $V_1 = 250 \mu\text{l}$ |
| $1000. V_1 = 30. 5000$ | |

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 4. 40 ppm | $M_1.V_1 = M_2.V_2$ |
| $1000. V_1 = 40. 5000$ | |
| $V_1 = 200.000/1000$ | |
| $V_1 = 20 \mu\text{l}$ | |
| 5. 50 ppm | $M_1.V_1 = M_2.V_2$ |
| $1000. V_1 = 50. 5000$ | |
| $V_1 = 250.000/1000$ | |
| $V_1 = 250 \mu\text{l}$ | |

- Perhitungan banyak volume yang dibutuhkan (μl) pada larutan ABTS dan asam askorbat dalam 5 ml larutan ethanol pa (1000 ppm)

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. 3 ppm | $M_1.V_1 = M_2.V_2$ |
| $M_1.V_1 = M_2.V_2$ | $1000. V_1 = 5. 5000$ |
| $1000. V_1 = 3. 5000$ | $V_1 = 25.000/1000$ |
| $V_1 = 15.000/1000$ | $V_1 = 25 \mu\text{l}$ |
| $V_1 = 15 \mu\text{l}$ | |
| 2. 4 ppm | $M_1.V_1 = M_2.V_2$ |
| $M_1.V_1 = M_2.V_2$ | $1000. V_1 = 6. 5000$ |
| $1000. V_1 = 4. 5000$ | $V_1 = 30.000/1000$ |
| $V_1 = 20.000/1000$ | $V_1 = 30 \mu\text{l}$ |
| $V_1 = 20 \mu\text{l}$ | |
| 3. 5 ppm | $M_1.V_1 = M_2.V_2$ |

$$1000 \cdot V_1 = 7.5000$$

$$V_1 = 35 \mu\text{l}$$

$$V_1 = 35.000/1000$$

➤ Perhitungan aktivitas antioksidan (%) pada ABTS dan sampel ekstrak alga merah

1. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,056-0,029)}{0,056} \times 100 \% = 48,214285\%$
2. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,056-0,047)}{0,056} \times 100 \% = 16,071428 \%$
3. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,056-0,030)}{0,056} \times 100 \% = 46,428571\%$
4. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,056-0,070)}{0,056} \times 100 \% = -25 \%$
5. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,056-0,067)}{0,056} \times 100 \% = -19,642857 \%$

➤ Perhitungan aktivitas antioksidan (%) pada ABTS dan sampel nanopartikel alga merah

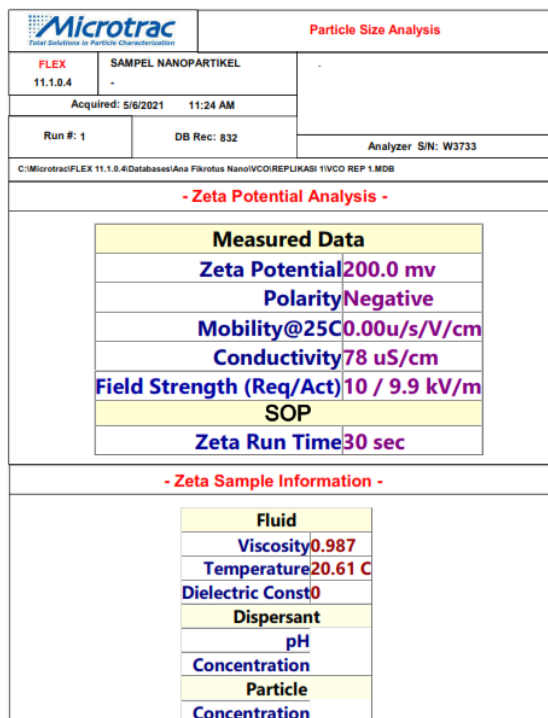
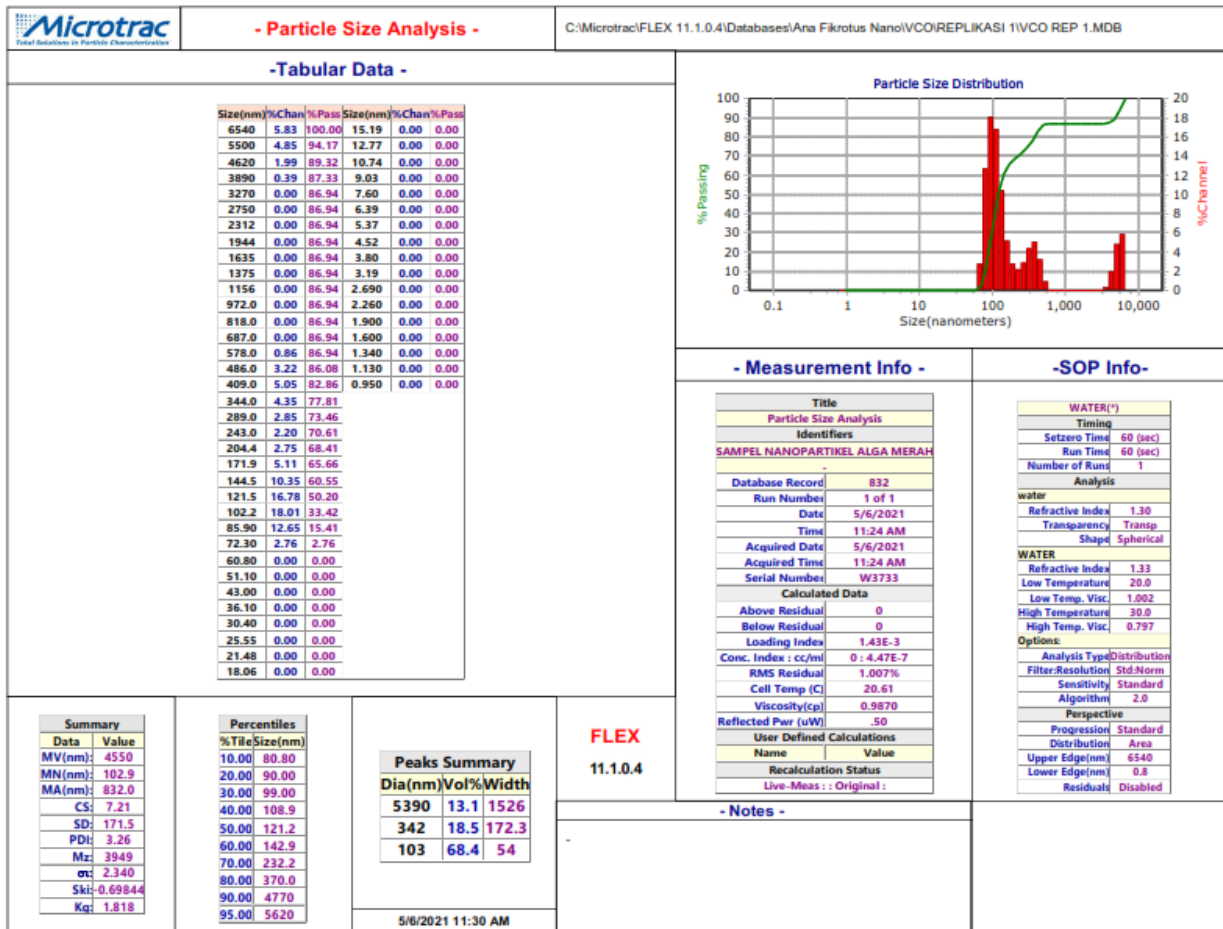
1. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,041)}{0,055} \times 100 \% = 25,1509054 \%$
2. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,084)}{0,055} \times 100 \% = -51,307847 \%$
3. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,118)}{0,055} \times 100 \% = -113,68209 \%$
4. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,076)}{0,055} \times 100 \% = -36,820926 \%$
5. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,136)}{0,055} \times 100 \% = -146,68008 \%$

➤ Perhitungan aktivitas antioksidan (%) pada ABTS dan asam askorbat

1. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,003)}{0,055} \times 100 \% = 94,7686117 \%$
2. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,012)}{0,055} \times 100 \% = 77,665996 \%$
3. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,022)}{0,055} \times 100 \% = 60,362173 \%$
4. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,030)}{0,055} \times 100 \% = 45,0704225 \%$
5. Aktivitas antioksidan = $\frac{(0,055-0,043)}{0,055} \times 100 \% = 21,7303823 \%$

Lampiran 4

Hasil sampel dengan uji PSA



Lampiran 5

Rata-rata serapan zat

NO	zat uji	Serapan			rata-rata absorbansi
		data 1	data 2	data 3	
1	sampel	0,033	0,024	0,025	0,022
		0,033	0,019	0,012	
		0,027	0,012	0,012	

NO	zat uji	Serapan			rata-rata absorbansi
		data 1	data 2	data 3	
1	asam askorbat	0,036	0,039	0,042	0,043
		0,043	0,046	0,047	
		0,039	0,05	0,042	

NO	zat uji	Serapan			rata-rata absorbansi
		data 1	data 2	data 3	
1	ABTS	0,03	0,032	0,036	0,033
		0,028	0,034	0,04	
		0,03	0,036	0,035	

Lampiran 6

➤ **Perhitungan aktivitas antioksidan sampel ekstrak alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan zat uji beserta nilai IC50**

NO	zat uji	Konsentrasi (ppm)	Serapan			rata-rata serapan	aktivitas antioksidan (%)	R	Intercept (a)	slope (b)	nilai IC50	ket. aktivitas antioksidan
			data 1	data 2	data 3							
1	ABTS + etanol	Blanko	0,066	0,057	0,051	0,056						
			0,06	0,057	0,052							
			0,058	0,053	0,054							
2	sampel ekstrak alga merah (<i>Eucheua cottonii</i>)	10	0,03	0,029	0,03	0,029	47,83465	0,797245	0,019111	0,000984	30,58691	SANGAT KUAT
			0,028	0,029	0,03							
			0,029	0,031	0,029							
		20	0,049	0,047	0,046	0,047	16,92913					
			0,047	0,048	0,046							
			0,047	0,045	0,047							
		30	0,03	0,029	0,03	0,030	47,24409					
			0,03	0,031	0,031							
			0,025	0,03	0,032							
		40	0,07	0,071	0,069	0,070	-24,0157					
			0,07	0,07	0,07							
			0,07	0,07	0,07							
		50	0,069	0,067	0,068	0,067	-18,8976					
			0,064	0,067	0,068							
			0,067	0,066	0,068							
3	ABTS + asam askorbat	3	0,002	0,003	0,004	0,003	94,88189	0,999353	-0,02276	0,008644	52,63239	KUAT
			0,004	0,002	0,002							
			0,003	0,003	0,003							

			0,013	0,011	0,013							
			0,012	0,012	0,012							
		4	0,011	0,012	0,011	0,012	78,93701					
			0,023	0,021	0,022							
			0,02	0,02	0,021							
		5	0,023	0,021	0,02	0,021	62,40157					
			0,028	0,03	0,029							
			0,028	0,028	0,027							
		6	0,03	0,028	0,029	0,029	49,40945					
			0,037	0,038	0,037							
			0,038	0,037	0,038							
		7	0,039	0,038	0,038	0,038	33,07087					

➤ **Perhitungan aktivitas antioksidan sampel nanopartikel alga merah (*Eucheuma cottonii*) dengan zat uji ABTS beserta nilai IC50**

NO	zat uji	Konsentrasi (ppm)	Serapan			rata-rata serapan	daya antioksidan (%)	R	Intercept (a)	slope (b)	nilai IC50	ket. aktivitas antioksidan
			data 1	data 2	data 3							
1	ABTS + etanol	Blanko	0,058	0,059	0,054	0,055		0,772666	0,0364	0,001818	29,97555	SANGAT KUAT
			0,054	0,053	0,056							
			0,054	0,054	0,055							
2	ABTS + sampel nanopartikel alga merah	10	0,041	0,044	0,041	0,041	25,1509054	0,772666	0,0364	0,001818	29,97555	SANGAT KUAT
			0,041	0,042	0,04							
			0,042	0,041	0,04							
		20	0,083	0,086	0,081	0,084	-51,307847					

	<i>(Eucheua cottonii)</i>		0,086	0,084	0,082									
			0,083	0,083	0,084									
		30		0,119	0,12	0,117	0,118	-113,68209						
				0,117	0,118	0,119								
				0,118	0,116	0,118								
		40		0,066	0,068	0,068	0,076	-36,820926						
				0,065	0,086	0,066								
				0,096	0,097	0,068								
		50		0,131	0,134	0,142	0,136	-146,68008						
				0,133	0,138	0,133								
			0,143	0,136	0,136									
3	ABTS + asam askorbat	3	0,002	0,003	0,004	0,003	94,7686117							
			0,004	0,002	0,002									
			0,003	0,003	0,003									
		4	0,013	0,011	0,013	0,012	77,665996							
			0,012	0,014	0,012									
			0,013	0,012	0,011									
		5	0,023	0,021	0,022	0,022	60,362173	0,997483	-0,0272	0,009867	52,75676	KUAT		
			0,022	0,022	0,021									
			0,023	0,021	0,022									
		6	0,028	0,03	0,03	0,030	45,0704225							
			0,031	0,032	0,03									
			0,032	0,031	0,029									
		7	0,045	0,042	0,044	0,043	21,7303823							
			0,043	0,041	0,043									
			0,044	0,044	0,043									

Lampiran 7

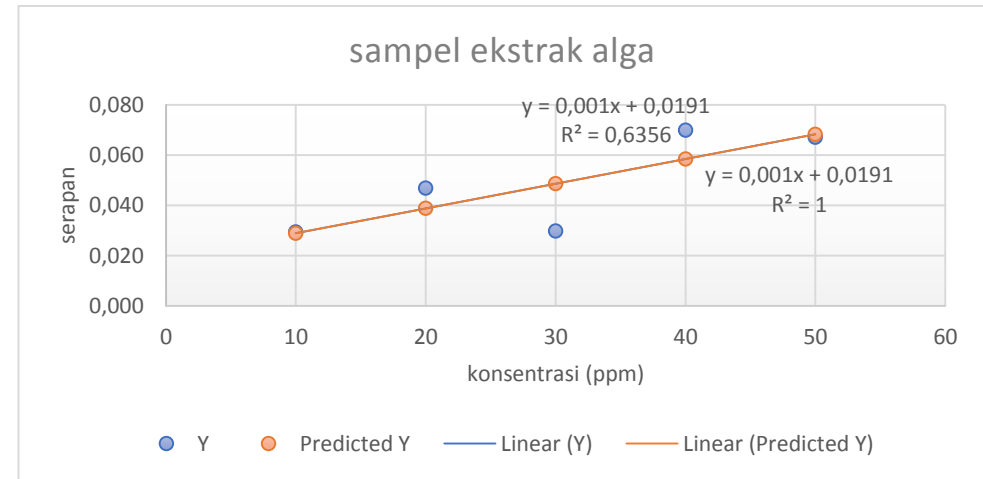
Hasil perhitungan regresi dan grafik

➤ SUMMARY OUTPUT (sampel ekstrak alga)

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,797245
R Square	0,6356
Adjusted R Square	0,514133
Standard Error	0,013609
Observations	5

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,000969	0,000969	5,232702	0,106199127
Residual	3	0,000556	0,000185		
Total	4	0,001525			



	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	0,019111	0,014273	1,338941	0,273005	-	0,064535	-	0,064535
X	0,000984	0,00043	2,28751	0,106199	-	0,002354	-	0,002354

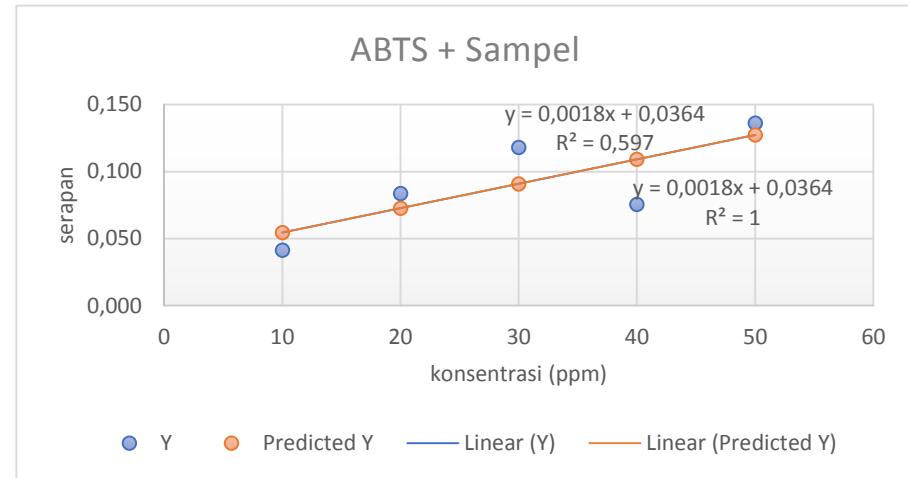
➤ SUMMARY OUTPUT (ABTS dan SAMPEL)

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,772665582
R Square	0,597012102
Adjusted R Square	0,462682803
Standard Error	0,027266827
Observations	5

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,003304316	0,003304	4,44439229	0,125585005
Residual	3	0,00223044	0,000743		
Total	4	0,005534756			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	0,0364	0,028597689	1,27283	0,2927637	-0,05461061	0,12741061	-0,05461061	0,12741061
X	0,001817778	0,000862253	2,108173	0,12558501	0,000926295	0,00456185	0,000926295	0,004561851



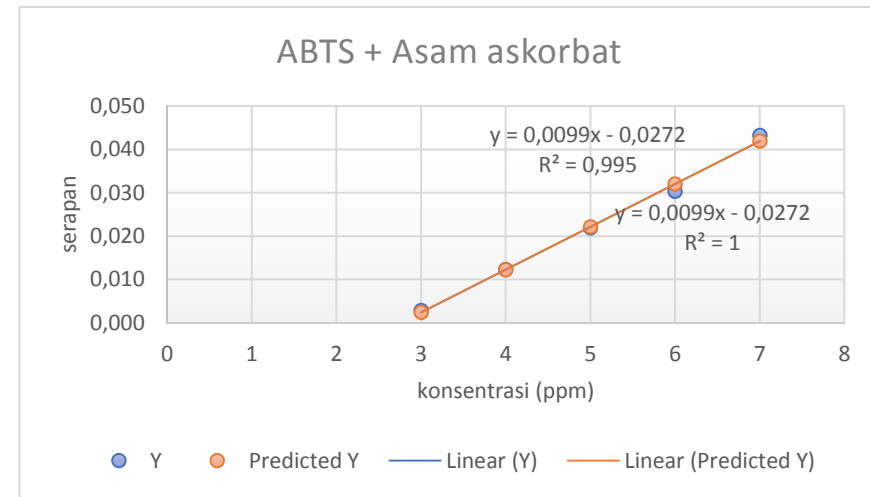
➤ SUMMARY OUTPUT (ABTS dan ASAM ASKORBAT)

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,997483357
R Square	0,994973048
Adjusted R Square	0,993297398
Standard Error	0,001280432
Observations	5

ANOVA

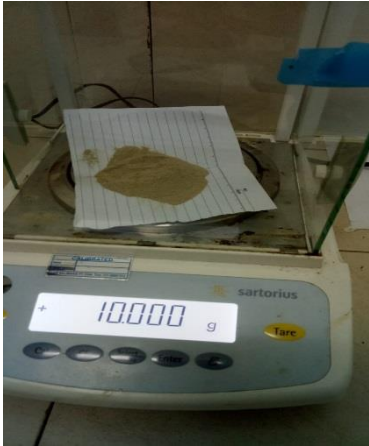

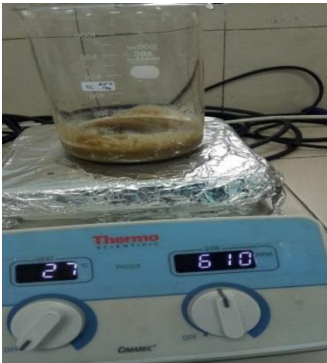

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,000974	0,000974	593,7831	0,000151496
Residual	3	4,92E-06	1,64E-06		
Total	4	0,000978			

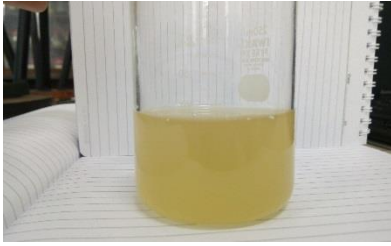
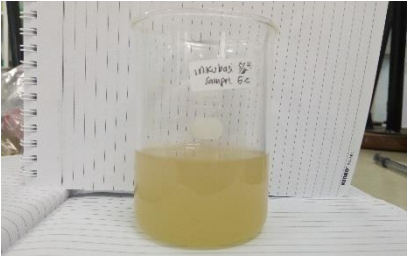


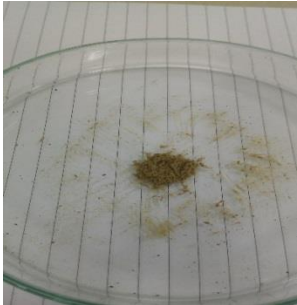
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-0,0272	0,002104	-12,928	0,000999	-0,033895754	-0,02050425	0,033895754	0,020504246
X	0,009866667	0,000405	24,36767	0,000151	0,008578068	0,011155265	0,008578068	0,011155265

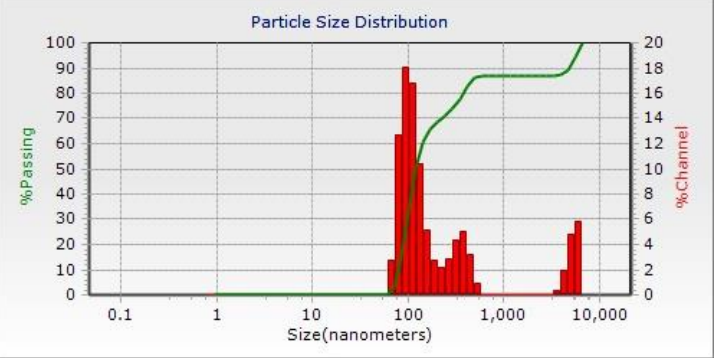
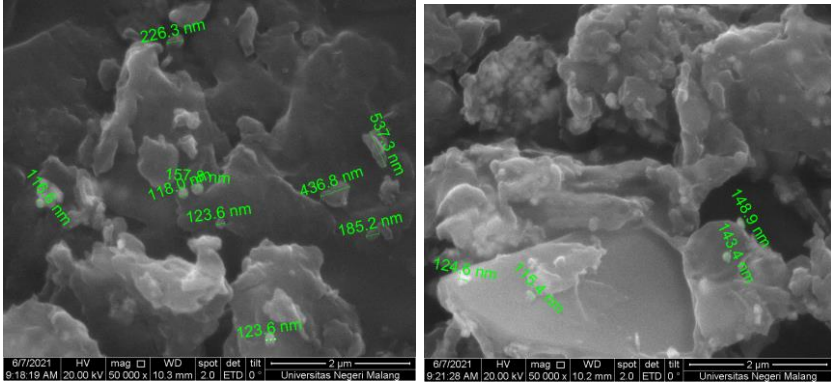


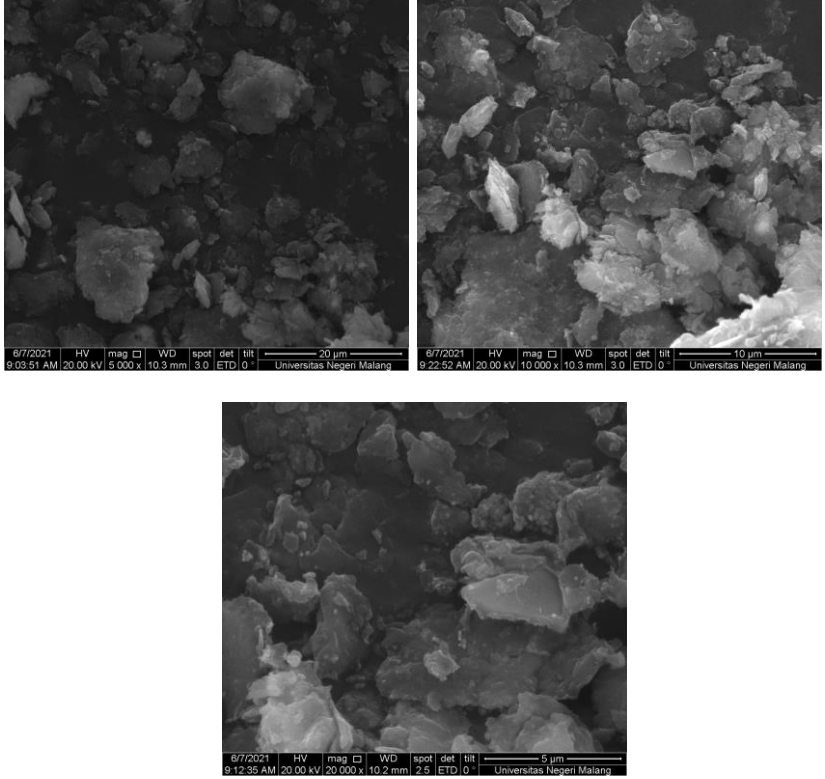

Lampiran 8

1. Kegiatan penelitian dalam laboratorium

NO	KEGIATAN	PROSEDUR	HASIL GAMBAR		TEMPAT
1	Persiapan sampel alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>) : penghlusan dan penyaringan sampel	10 gr serbuk <i>Eucheuma cottonii</i> + 100 ml aquadest ↓ stirer ↓ sentrifugasi ↓ supernatant diambil	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>10 gr serbuk <i>Eucheuma cottonii</i></p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>100 ml aquadest</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>Stirer</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>sentrifugasi (suhu 4°C)</p> </div> </div>		Lab. Fistum dan Lab. Biomol UIN MALIKI Malang

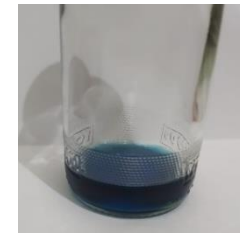
2	<p>Ekstraksi supernatant sampel alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)</p>	<p>10 ml ekstrak/filtrat + 90 ml AgNO₃ (1 mN)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Inkubasi 1 jam</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Sentrifugasi</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Pellet diambil dan dikeringkan dioven (45 °C-24 jam)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>10 ml filtrat + 90 ml AgNO₃ (1 mN)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Inkubasi 1 jam</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Sentrifugasi</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Dioven (45 °C-24 jam)</p> </div> </div>	<p>Lab. Fistum dan Lab. Biomol</p> <p>UIN MALIKI Malang</p>
3	<p>Pembuatan nanopartikel silver sampel alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)</p>	<p>Nanopartikel alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>) : dihaluskan menjadi serbuk</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Serbuk nanopartikel silver alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)</p>	<p>Lab. Fistum UIN MALIKI Malang</p>

4	Pengujian sampel alga merah (<i>Eucheuma cottonii</i>)	Pengujian dengan alat PSA Pengujian dengan alat SEM	<p>1. Hasil Uji PSA</p>  <p>1. Hasil Uji SEM</p> 	Lab. Farmasi UIN MALIKI Malang dan Lab. Mineral dan material maju UM Malang
---	--	--	--	---

				
5	<p>Uji aktivitas antioksidan senyawa nanopartikel alga merah dengan metode ABTS</p>	<p>18 mg ABTS + 3,3 mg kalium persulfat (masing-masing dilarutkan dengan 5 ml aquadest) dan dicukupkan hingga 25 ml</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>diinkubasi selama 12-16 jam</p>	 <p>a. Gambar larutan ABTS b. Larutanol etanol pa</p>	<p>Lab. Fistum</p> <p>UIN MALIKI Malang</p>



c.

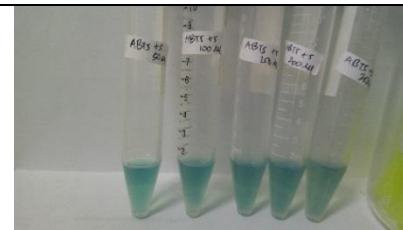


d.

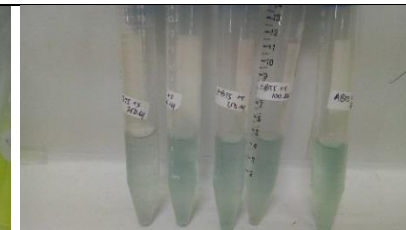
c. larutan ABTS + etanol pa

d. larutan ABTS yang sudah diinkubasi selama 16 jam

ABTS dan Sampel **pada konsentrasi larutan ABTS 1 ml, dan konsentrasi sampel sebanyak 10 ppm; 20 ppm; 30 ppm; 40 ppm dan 50 ppm dengan larutan etanol hingga tanda batas 5 ml.**

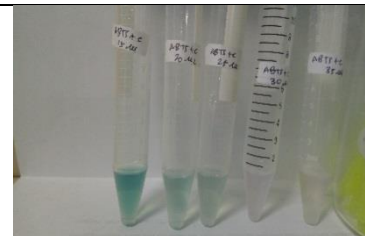


a. Larutan sampel dan ABTS

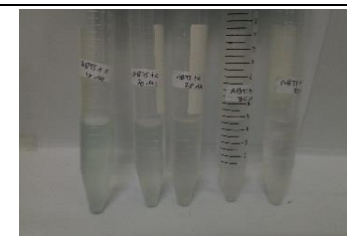


b. Larutan sampel dan ABT yang warnanya semakin memudar


ABTS dan Asam askorbat **pada konsentrasi larutan ABTS 1 ml, dan konsentrasi asam askorbat sebanyak 3 ppm; 4 ppm; 5 ppm; 6 ppm dan 7 ppm dengan larutan etanol hingga tanda batas 5 ml.**



a.



b.

			<p>a. Larutan asam askorbat dan ABTS</p> <p>b. Larutan asam askorbat dan ABTS yang warnanya semakin memudar</p>	
		<p>Daya antioksidan</p> $= \frac{(abs\ blanko - abs\ sampel)}{abs\ blanko} \times 100 \%$	 <p>Alat spektrofotometer UV-vis</p>	



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Malang 65144

BUKTI KONSULTASI TESIS

Nama : Achmad Shonhaji
NIM : 19820003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Magister Biologi
Judul Tesis : Sintesis, Karakterisasi dan Aktivitas Antioksidan Senyawa Nanopartikel Perak Menggunakan Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode ABTS
Pembimbing I : Dr. Evika Sandi Savitri, MLP

No	Tanggal	HAL	TandaTangan
1.	5 Januari 2021	Diskusi proposal tesis (BAB I,II,III,IV)	1.
2.	14 Januari 2021	Diskusi proposal tesis (kelompok alga merah)	2.
3.	19 Februari	Diskusi proposal tesis (BAB I,II,III,IV)	3.
4.	23 Februari 2021	Diskusi proposal tesis (kelompok alga merah)	4.
5.	17 Maret 2021	Seminar proposal tesis	5.
6.	12 April 2021	Diskusi hasil seminar proposal tesis (BAB I,II,III,IV)	6.
7.	9 Juni 2021	Konsultasi BAB III	7.
8.	21 Juni 2021	ACC seluruh naskah tesis	8.
9.	21 Juli 2021	Ujian Tesis	9.

Malang, 2021



Mengedarkan
Kedua Program Studi Magister Biologi
Prof. Dr. Hj. Bayvinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 197109192000032001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Malang 65144

BUKTI KONSULTASI TESIS

Nama : Achmad Shonhaji
NIM : 19820003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Magister Biologi
Judul Tesis : Sintesis, Karakterisasi dan Aktivitas Antioksidan Senyawa Nanopartikel Perak Menggunakan Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode ABTS
Pembimbing II : Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd

No	Tanggal	HAL	TandaTangan
1.	17 Maret 2021	Seminar proposal tesis	1.
2.	21 Juni 2021	ACC seluruh naskah tesis	2.
3.	21 Juli 2021	Ujian tesis	3.
4.	27 Agustus 2021	Revisi hasil ujian tesis	4.
5.	15 September 2021	Revisi hasil ujian tesis	5.
6.	23 September 2021	Revisi hasil ujian tesis	6.
7.	29 September 2021	Revisi hasil ujian tesis	7.

Malang, 2021



Prof. Dr. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 197109192000032001

