

SKRIPSI

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA POLISAKARIDA SULFAT DARI ALGA COKELAT (*Sargassum polycystum*) DENGAN METODE FRAP

ANTIOXIDANT ACTIVITY TEST OF SULFATED POLYSACCHARIDE COMPOUNDS FROM BROWN ALGAE (*Sargassum polycystum*) USING FRAP METHOD

Disusun dan diajukan oleh

NURUSSHOFA AULIA KURNIAWAN

N011 17 1059



**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA POLISAKARIDA SULFAT
DARI ALGA COKELAT (*Sargassum polycystum*) DENGAN METODE
FRAP**

**ANTIOXIDANT ACTIVITY TEST OF SULFATED POLYSACCHARIDE
COMPOUNDS FROM BROWN ALGAE (*Sargassum polycystum*)
USING FRAP METHOD**

SKRIPSI

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana

**NURUSHOFA AULIA KURNIAWAN
N011 17 1059**

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA POLISAKARIDA SULFAT
DARI ALGA COKELAT (*Sargassum polycystum*) DENGAN METODE
FRAP**

NURUSSHOFA AULIA KURNIAWAN

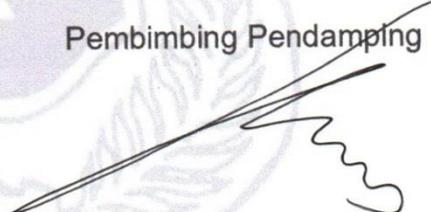
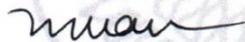
N011 17 1059

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr.rer.nat. Marianti A. Manggau, Apt.

Muhammad Raihan, S.Si., M.Sc.Stud., Apt.

NIP.19670319 199203 2 002

NIP. 19900528 201504 1 001

Pada tanggal 20 Mei 2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA POLISAKARIDA SULFAT
DARI ALGA COKELAT (*Sargassum polycystum*) DENGAN METODE
FRAP**

Disusun dan diajukan oleh :

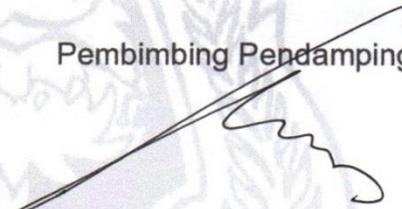
**NURUSHOFA AULIA KURNIAWAN
N011 17 1059**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Farmasi
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin
pada tanggal 20 Mei 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr.rer.nat. Marianti A. Manggau, Apt.
NIP.19670319 199203 2 002

Muhammad Raihan, S.Si., M.Sc.Stud., Apt.
NIP. 19900528 201504 1 001



Pt. Ketua Program Studi S1 Farmasi,
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.rer.nat. Marianti A. Manggau, Apt.
NIP.19670319 199203 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nurushofa Aulia Kurniawan
NIM : N011171059
Program Studi : Farmasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Polisakarida Sulfat dari Alga Cokelat (*Sargassum polycystum*) dengan Metode FRAP adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 Mei 2021

Yang Menyatakan



Nurushofa Aulia Kurniawan

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat, petunjuk dan anugerah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salahsatu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari dukungan serta kritik dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. rer-nat. Marianti A. Manggau, Apt. selaku pembimbing utama dan Bapak Muhammad Raihan, S.Si., M.Sc.Stud., Apt. selaku pembimbing pendamping yang sangat sabar dan telah meluangkan waktu untuk membimbing peneliti hingga penelitian ini selesai.
2. Bapak Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt. dan ibu Dr. Aliyah MS., Apt. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, koreksi serta arahan dalam penelitian dan perbaikan skripsi ini.
3. Dekan dan Wakil Dekan, para dosen, serta staf Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang memwadahi peneliti untuk menyelesaikan penelitian.
4. Kak Mochammad Hamzah, S.Si, dan kak Anwar Syam, S.Si., yang telah banyak memberi masukan terhadap proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

5. Laboran-laboran Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang banyak membantu dalam proses penelitian, memberi masukan dan saran kepada peneliti.
6. Tim peneliti “rumput laut” terkhusus Zadila yang telah membantu dan selalu memberi semangat selama penelitian.
7. Tim “Jibang” yang senantiasa meluangkan waktu kosong dalam memberi *support* dan berkontribusi lebih selama penulisan skripsi.
8. Teman-teman dekat saya Feby, Andin, Niser, Selin, dan Novri yang terus memberi dukungan dari awal proses penelitian hingga saat ini.

Terkhusus ayah dan ibu saya telah memberikan dukungan materi, kasih sayang dan ketulusan hati dalam mendoakan. Serta kakak dan adik saya yang turut memberi semangat.

Demikianlah ungkapan terima kasih penulis untuk semua pihak yang telah berperan besar dalam membantu pembuatan skripsi ini. Harapan besar penulis, semoga setiap orang yang membaca skripsi ini, mendapat penambahan ilmu yang dapat bermanfaat bagi pembaca dan orang sekitarnya.

Makassar, 20 Mei 2021



Nurusshofa Aulia Kurniawan

ABSTRAK

NURUSSHOFA AULIA KURNIAWAN. *Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Polisakarida Sulfat dari Alga Cokelat (*Sargassum polycystum*)*. (dibimbing oleh Marianti A. Manggau dan Muhammad Raihan).

Sargassum polycystum merupakan salah satu jenis alga cokelat yang tersebar di perairan Indonesia. *Sargassum polycystum* telah diteliti memiliki senyawa bioaktif salah satunya polisakarida sulfat jenis fukoidan dan memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Analisis penghambatan isolat polisakarida sulfat terhadap reaksi oksidasi dari radikal bebas dilakukan dengan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antioksidan senyawa polisakarida sulfat dengan metode FRAP yaitu reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Penentuan kadar sulfat diukur dengan spektrofotometer UV-Visible menggunakan metode BaCl_2 -gelatin. Aktivitas antioksidan diukur berdasarkan metode FRAP dengan vitamin C sebagai kontrol positif dan selanjutnya dihitung nilai IC_{50} yang ditentukan dengan analisis probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat polisakarida sulfat dari alga cokelat (*Sargassum polycystum*) memiliki kadar sulfat total 40,45%. Aktivitas antioksidan menunjukkan nilai IC_{50} sebesar 91,306 bpj dibandingkan dengan kontrol positif yang memiliki nilai IC_{50} sebesar 4,1667 bpj. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa isolat polisakarida sulfat memiliki aktivitas antioksidan kuat menggunakan metode FRAP.

Kata kunci: alga cokelat, polisakarida sulfat, antioksidan, UV-Visible, metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

ABSTRACT

NURUSSHOFA AULIA KURNIAWAN. *Antioxidant Activity Test of Sulfated Polysaccharide Compounds from Brown Algae (*Sargassum polycystum*)* (supervised by Marianti A. Manggau and Muhammad Raihan).

Sargassum polycystum is a type of brown algae that can be found in Indonesian ocean. It has been studied to exhibit bioactive compounds, one of which is the sulfated polysaccharide type fucoidan. It has also been reported for antioxidant activity. Analysis of the inhibition of sulfated polysaccharide isolates against the oxidation reaction of free radicals was carried out by testing the antioxidant activity with the FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) method. The purpose of this study was to determine the antioxidant activity of sulfated polysaccharide compounds using the FRAP method, that is the reduction of Fe^{3+} to Fe^{2+} . Sulfate determination was measured by a UV-Visible spectrophotometer using the BaCl_2 -gelatin method. Antioxidant activity was measured based on the FRAP method with vitamin C as a positive control and then the IC_{50} which was determined by probit analysis. The results showed that sulfated polysaccharide isolates from brown algae (*Sargassum polycystum*) had a total sulfate content was 40,45%. The antioxidant activity showed an IC_{50} value is 91,306 ppm compared to positive control which had an IC_{50} value of vitamin C was 4,1667 ppm. From this research it can be concluded that the sulfated polysaccharide isolates have strong antioxidant activity using the FRAP method.

Keywords: brown algae, sulfated polysaccharide, antioxidant, UV-Visible, metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxindant Power*)

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|------------------------------------|---------|
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH | vi |
| ABSTRAK | xiii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Rumusan Masalah | 3 |
| I.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| II.1 Alga | 5 |
| II.1.1 Uraian umum alga | 5 |
| II.1.2 Kandungan alga | 5 |
| II.1.3 Kegunaan alga | 6 |
| II.2 Alga cokelat | 6 |
| II.2.1 Tinjauan umum alga cokelat | 6 |
| II.2.2 Klasifikasi alga cokelat | 7 |
| II.2.3 Morfologi alga cokelat | 8 |
| II.2.4 Kandungan alga cokelat | 9 |
| II.3 Isolasi fukoidan | 9 |
| II.4 Polisakarida sulfat | 10 |
| II.5 Fukoidan | 11 |
| II.6 Radikal bebas | 14 |
| II.7 Antioksidan | 16 |

| | |
|--|----|
| II.8 Metode analisis antioksidan | 18 |
| II.9 Metode analisis | 22 |
| II.9.1 Spektrofotometri UV-Vis | 22 |
| II.9.2 FT-IR | 23 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 26 |
| III.1 Alat dan Bahan | 26 |
| III.2 Metode Kerja | 26 |
| III.2.1 Penyiapan sampel | 26 |
| III.2.2. Metode ekstraksi sampel | 28 |
| III.2.3 Pembuatan pereaksi | 28 |
| III.2.4 Identifikasi senyawa polisakarida sulfat | 28 |
| III.2.5 Uji aktivitas antioksidan metode FRAP | 30 |
| III.2.6 Rumus persen inhibisi FRAP | 33 |
| BAB IV | 34 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 34 |
| IV.1 Hasil ekstraksi dan isolasi | 34 |
| IV.2 Hasil identifikasi fukoidan menggunakan FT-IR | 35 |
| IV.3 Hasil identifikasi kandungan sulfat | 39 |
| IV.4 Hasil uji aktivitas antioksidan | 41 |
| BAB V | 44 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| V.1 Kesimpulan | 44 |
| V.2 Saran | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| LAMPIRAN | 54 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Tingkat kekuatan antioksidan | 19 |
| 2. Karakteristik pita inframerah | 25 |
| 3. Bilangan gelombang hasil FT-IR | 37 |
| 4. Interpretasi serapan FT-IR | 38 |
| 5. Hasil pengukuran kandungan sulfat | 40 |
| 6. Data uji aktivitas antioksidan | 42 |
| 7. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan vitamin C | 59 |
| 8. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan senyawa polisakarida sulfat | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. <i>Sargassum polycystum</i> | 8 |
| 2. Struktur fukoidan | 12 |
| 3. Reaksi Reduksi $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ | 18 |
| 4. Reaksi penghambatan radikal DPPH | 19 |
| 5. Reaksi oksidasi ABTS | 20 |
| 6. Reaksi metode CUPRAC | 21 |
| 7. Diagram spektrofotometri UV-Vis | 22 |
| 8. Skema kerja dari alat FT-IR | 23 |
| 9. Hasil FT-IR standar fukoidan | 35 |
| 10. Hasil FT-IR senyawa polisakarida sulfat | 35 |
| 11. Hasil uji kualitatif polisakarida | 39 |
| 12. Grafik kurva baku natrium sulfat | 40 |
| 13. Sampel segar alga cokelat <i>Sargassum polycystum</i> | 62 |
| 14. Proses ekstraksi alga cokelat <i>Sargassum polycystum</i> | 62 |
| 15. Ekstrak cair alga cokelat <i>Sargassum polycystum</i> | 62 |
| 16. Penambahan ekstrak cair ke dalam larutan CaCl_2 2% | 62 |
| 17. Hasil penambahan etanol 96% | 62 |
| 18. Isolat polisakarida sulfat yang telah dikeringkan | 62 |
| 19. Larutan standar Vitamin C untuk pengukuran antioksidan | 63 |
| 20. Larutan isolat polisakarida sulfat | 63 |
| 21.. Larutan standar Na_2SO_4 untuk pengukuran kadar sulfat | 63 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | halaman |
|---|---------|
| 1. Skema penyiapan simplisia dan isolasi | 54 |
| 2. Skema identifikasi senyawa polisakarida sulfat | 55 |
| 3. Skema uji aktivitas antioksidan metode FRAP | 56 |
| 4. Perhitungan persen rendemen dan kandungan sulfat | 57 |
| 5. Perhitungan uji aktivitas antioksidan | 58 |
| 6. Dokumentasi penelitian | 62 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dunia kesehatan banyak membahas tentang radikal bebas (*free radical*) dan antioksidan. Hal ini terjadi karena sebagian besar penyakit diawali dengan oksidasi yang berlebihan di dalam tubuh. Radikal bebas dikenal sebagai penyebab terbesar terjadinya penuaan dan penyakit degeneratif, misalnya kanker (Ko, *et al.*, 2009). Secara alami, tubuh mempunyai pertahanan yang dapat mencegah serangan radikal bebas yang disebut anti radikal bebas (antioksidan). Namun jumlahnya tidak mencukupi untuk mengatasi radikal bebas yang berlebih sehingga dibutuhkan antioksidan eksogen (Hernani, 2005).

Antioksidan yang umum digunakan adalah antioksidan sintetik, seperti butylated hydroxyanisol (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), tert- butylhydroquinone (TBHQ) dan propyl gallate (PG) (Vadlapudi *et al.*, 2012). Antioksidan sintetik bersifat karsinogenik dan dapat menimbulkan kerusakan hati sehingga pemilihan antioksidan alami lebih aman digunakan (Vadlapudi *et al.*, 2012). Ada berbagai sumber antioksidan alami dari laut, seperti alga (Cornish and Garbary, 2010; Sadati *et al.*, 2011), lamun, mikroalga, dan sponge (Santoso *et al.*, 2012). Salah satu senyawa dalam tumbuhan yang berkhasiat sebagai antioksidan adalah senyawa polisakarida sulfat yaitu fukoidan (Sinurat, 2011).

Alga tumbuh hampir disepanjang perairan pantai Indonesia. Di Indonesia jenis alga cokelat yang paling banyak tumbuh adalah jenis *Sargassum* sp. (Sinurat, Peranginangin & Saepudin, 2015). Pemanfaatan *Sargassum* sp. masih sangat terbatas, alga cokelat ini tergolong sebagai sampah laut dan harganya relatif murah. Alga coklat termasuk kelas phaeophyceae yang merupakan tumbuhan penghasil senyawa polisakarida sulfat (Putra, Rivaldo, 2018).

Sargassum sp. telah diteliti secara luas karena berbagai aktivitas biologisnya (Qu, G., Liu, X., Wang, D. et al., 2014), dan telah dimanfaatkan sebagai antivirus (Mohammed, et al., 2013), antiinflamasi (Takahashi et al., 2017), antiangiogenik, antikanker (Atashrazm et al., 2015), antitumor (Atashrazm et al., 2015; Ale et al., 2011), antikoagulan (Sinurat, 2011), imunomodulator dan ekstrak *Sargassum* sp. juga berpotensi sebagai antioksidan. Penelitian ini telah dilakukan di Indonesia (Budhiyanti et al., 2012), India (Bhaigyabati et al., 2011), dan Hawaii (Kelman et al., 2012).

Kandungan alga cokelat (*Sargassum polycystum*) memiliki potensi yang dapat meningkatkan kepentingan industri farmasi (Mak et al., 2013). Alga cokelat memiliki kandungan fukoidan, karotenoid, laminarin, alginat, phlorotanin serta memiliki kandungan senyawa fenolik sebagai sumber antioksidan. Diantara semua senyawa yang terdapat pada alga cokelat spesies *Sargassum polycystum*, fukoidan adalah senyawa komponen

terbesar yang terdapat pada *Sargassum polycystum* yang berfungsi sebagai antioksidan (Bono, 2014).

Beberapa penelitian terkait senyawa polisakarida telah ditemukan mempunyai aktivitas yang dapat menetralkan radikal bebas seperti senyawa fukoidan dari *Sargassum crassifolium* (Sinurat, dkk., 2011) dan *Sargassum sp.* (Hifney, et al., 2015). Penelitian uji aktivitas antioksidan dari ekstrak alga coklat yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan metode DPPH memiliki potensi penangkapan radikal pada *Sargassum siliquatum* dengan IC_{50} 1 mg/mL (Cho, 2007), pada *Sargassum pallidum* dengan IC_{50} 11,53 mg/mL (Ye, 2008), dan pada *Sargassum horneri* dengan IC_{50} 2,5 mg/mL (Shao, 2014).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka telah dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi aktivitas antioksidan senyawa polisakarida sulfat hasil isolasi dari alga coklat (*Sargassum polycystum*) dengan metode yang berbeda yaitu FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*).

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, peneliti dapat merumuskan sebuah masalah yaitu bagaimana aktivitas antioksidan senyawa polisakarida sulfat hasil isolasi dari rumput laut coklat (*Sargassum polycystum*) dengan metode FRAP?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan senyawa polisakarida sulfat yang telah diisolasi dari alga coklat (*Sargassum polycystum*) dengan metode FRAP.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Alga

II.1.1 Uraian umum alga

Alga terdiri dari mikroalga dan makroalga. Mikroalga adalah spesies uniselular atau multiselular sederhana yang tumbuh secara cepat, dapat bertahan hidup pada kondisi dan lingkungan dengan tekanan ekstrem seperti panas, dingin, anaerob, salinitas, foto oksidasi, tekanan osmotik, dan paparan radiasi ultraviolet (UV) (Oktarina *et.al*, 2017).

Alga merupakan salah satu organisme laut yang multiselular, namun tidak memiliki akar, batang atau daun yang nyata. Alga memiliki *thaloid* atau *stipe* yang fungsinya menyerupai akar dan batang (Baweja *et.al*, 2016).

Alga terbagi kedalam tiga kategori utama berdasarkan jenis pigmen dan komposisi bahan kimia yaitu alga coklat (Pheophyta), hijau (Chlorophyta), dan merah (Rhadophyta) (Tan *et. al*, 2018).

II.1.2 Kandungan alga

Alga semakin sering dimanfaatkan karena banyaknya kandungan senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya (Kadam *et.al*, 2015).

Komponen-komponen kimia yang terdapat dalam alga antara lain asam lemak, protein, vitamin, polisakarida, mineral, senyawa fenolik dan serat (Kadam *et.al*, 2015; Rodrigues *et. al*, 2015).

II.1.3 Kegunaan alga

Alga menjadi penghasil utama bahan organik di dalam ekosistem perairan. Dalam ekosistem perairan, alga menjadi bagian utama pada rantai makanan. Hal ini berkaitan dengan aktivitas fotosintesis yang terjadi pada alga. Hasil fotosintesis alga menjadi oksigen terhadap lingkungan perairan di sekitarnya, sehingga memberi keuntungan secara langsung terhadap organisme lainnya yang hidup dalam air (Chapman *et. al*, 2013).

Ditinjau dari segi produktivitas, alga lebih menguntungkan daripada tanaman karena tidak adanya variasi musiman, lebih mudah diekstraksi, dan bahan mentah yang berlimpah (Baweja *et. al*, 2016; Wang *et. al*, 2014).

II.2 Alga cokelat

II.2.1 Tinjauan umum alga cokelat

Alga cokelat atau *Phaeophyceae* ditandai dengan warna cokelat yang berasal dari pigmen karotenoid, fucoxanthin, dan beragam tanin phaeophycean. (Verma *et. al*, 2015).

Sargassum merupakan salah satu jenis alga cokelat yang berbentuk thallus umumnya silindris atau gepeng dengan tinggi kurang lebih 90 cm, warna umumnya cokelat, bentuk daun melebar, oval, atau seperti pedang, mempunyai gelembung udara (bladder) (Verma *et. al*, 2015). Daun di cabang utama berbentuk bulat telur, panjang hingga 12 mm. *Sargassum* biasanya dicirikan oleh 3 sifat yaitu adanya pigmen cokelat yang menutupi warna hijau, hasil fotosintesis disimpan dalam

bentuk laminaran dan algin serta adanya flagel (Tjitrosoepomo, 2001; Shams *et. al*, 2015).

Berbagai kandungan senyawa bioaktif alga cokelat diketahui mengandung polisakarida yang tergolong besar yaitu sekitar 40 sampai 80% dari berat alga kering, yang terdiri dari alginat, fukoidan dan laminaran (Sinurat *et. al*, 2015). Diantara genus *Sargassum*, ada dua jenis *Sargassum* yan melimpah yang tumbuh di bebatuan yakni *Sargassum ilicifolium* dan *Sargassum angustifolium* (Kordjazi *et. al*, 2017).

II.2.2 Klasifikasi alga cokelat

Alga cokelat merupakan jenis dari mikroalga yang mendominasi di perairan Indonesia. Kelompok alga cokelat yang sering ditemukan yaitu *Turbinaria* sp., *Sargassum* sp., *Padina* sp. (Sinurat *et. al*, 2015).

Klasifikasi *Sargassum* adalah sebagai berikut : (Guiry *et. al*, 2019)

Kingdom : Chromista
Divisi : Ochrophyta
Kelas : Phaeophyceae
Ordo : Fucales
Famili : Sargassaceae
Genus : *Sargassum*
Spesies : *Sargassum polycystum*



Gambar 1. *Sargassum polycystum* (Guiry, 2019)

II.2.3 Morfologi alga cokelat

Karakteristik dari alga cokelat *Sargassum polycystum* pada umumnya tidak jauh berbeda dengan ciri umum dari Phaeophyta lainnya. Alga cokelat jenis sargassum memiliki thallus dengan panjang sekitar 35 cm, berwarna coklat kekuning-kuningan, *holdfast* berbentuk *discoid berrhizoid*, dengan axis silindris. *Sargassum* ini mempunyai *thallus* berbentuk batang dan vesikel. Talus batang pendek, percabangan utama tumbuh rimbun di bagian ujungnya. Panjang talus bentuk daun 1,3 - 4,2 cm, lebar talus bentuk daun 0,25 - 1,15 cm. Pada umumnya berbentuk membujur dan runcing atau membulat, dengan tepi bergerigi. *Cryptostoma* jelas, urat daun tidak begitu jelas. Vesikel berbentuk oval atau *spherical*, berukuran kecil, jumlah banyak pada talus dewasa, dengan diameter 1,5 - 3 mm. Ujungnya berduri dan membulat, melekat pada talus batang primer atau sekunder, dapat hidup secara bergerombol atau sendiri-sendiri. Reseptakel bulat memanjang/gepeng dengan pinggirnya yang berduri, dan terdapat dalam satu rangkaian bersama antara daun dan vesikel (Widyartini *et al*, 2012).

II.2.4 Kandungan alga cokelat

Komposisi kimia dan pigmen yang terdapat dalam alga cokelat merupakan hasil dari fotosintesis yang jumlahnya sangat bervariasi, tergantung pada jenis, masa perkembangan dan kondisi tempat tumbuh. Senyawa kimia terbanyak yang terdapat pada rumput laut cokelat adalah fukoidan, dalam jumlah sedikit terdapat pula laminaran, alginat, selulosa, manitol, dan senyawa bioaktif lainnya (Widyartini *et al*, 2012).

Dinding sel alga cokelat (*Sargassum polycystum*) mengandung senyawa utama yaitu fukoidan, alginat dan laminarin dengan perbandingan (3:1:1). Fukoidan adalah polisakarida tersulfasi yang mengandung fukosa. Kandungan fukoidan pada alga cokelat (*Sargassum polycystum*) sekitar 7,30-850 mg/g (Balboa, 2013). Alga cokelat (*Sargassum polycystum*) dilaporkan memiliki kandungan alginate 89,80 mg/g (Dousip *et al.*, 2014).

II.3 Isolasi Fukoidan

Beberapa hasil penelitian tentang isolasi fukoidan dari rumput laut coklat yang sudah dipublikasikan antara lain : fukoidan dari rumput laut coklat *Sargassum crassifolium* dengan cara mengendapkan fukoidan menggunakan larutan CaCl₂ 2% dari hasil isolasi tersebut diperoleh rendemen fukoidan sebanyak 1,46% dari tepung rumput laut (Sinurat, 2011). Kim *et al.* (2007) memperoleh fukoidan dari rumput laut *Undaria pinnatifida Sporophyll* dengan rendemen sebanyak 3,9% dari berat tepung melalui ekstraksi menggunakan asam, diendapkan dengan metanol dan

pengendapan berikutnya dengan CaCl_2 2%. Proses ekstraksi menggunakan asam klorida kemudian diendapkan dengan etanol dan pengendapan berikutnya dengan CaCl_2 2% diperoleh fukoidan dari *Sargassum sp.* dengan persen rendemen sebanyak 7,15% dari berat tepung rumput laut (Sugiono, 2015).

II.4 Polisakarida Sulfat

Polisakarida juga dikenal sebagai poliosa, merupakan karbohidrat majemuk yang mempunyai susunan kompleks dengan bobot molekul. Makromolekul ini merupakan polimer monosakarida atau polimer turunan-turunan monosakarida. Apabila monomer polisakarida hanya terdiri dari satu jenis monosakarida, polisakarida ini disebut homopolisakarida; apabila monomer terdiri dari lebih dari satu jenis monosakarida atau turunan monosakarida, polisakarida ini disebut heteropolisakarida. Polisakarida juga merupakan senyawa yang pada umumnya memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan dapat dieksplorasi sebagai potensi baru antioksidan dibandingkan dengan sumber antioksidan alami lainnya (Murray, 2012).

Polisakarida merupakan komponen utama dari alga, sekitar 40-65% alga mengandung polisakarida dari total massa (Meillisa *et al*, 2015). Polisakarida pada alga tersusun dari hidrokoloid penyusun dinding sel dan bahan pengisi ruang antara sel (Usov, 2009). Polisakarida utama yang telah diteliti mempunyai aktivitas biologis (bersifat bioaktif) dalam rumput laut adalah polisakarida sulfat. Polisakarida sulfat yang terdapat pada

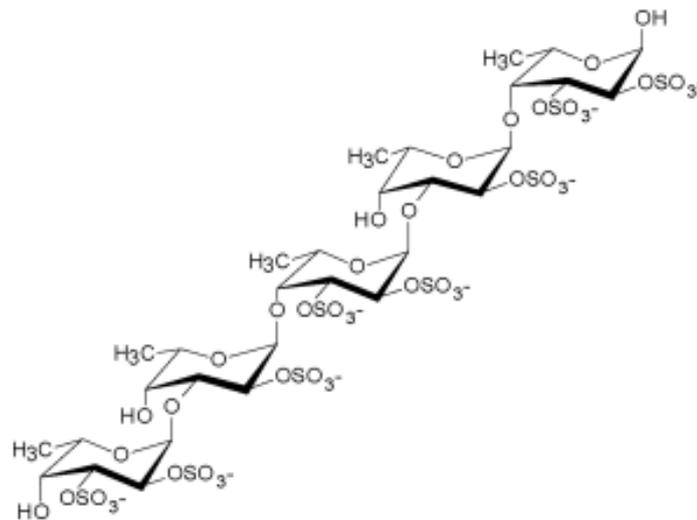
rumput laut cokelat diantaranya adalah fukoidan, laminarin dan alginat (Bono, 2014).

II.5 Fukoidan

Alga cokelat memiliki struktur yang berbeda yang ditemukan pada jenis alga cokelat terutama polisakarida fukoidan. Secara kimia, fukoidan mencakup beberapa entitas struktural yang berbeda yang menunjuk kelompok sulfat yang mengandung fukosa polisakarida (FCSP). Sementara FCSP terdiri dari berbagai jenis struktur polisakarida yang kaya fukosa, termasuk *fuco galacturonans sulfate* yang ditemukan pada *Sargassum* sp. (Ale et. al, 2012).

Fukoidan merupakan senyawa yang berasal dari dinding sel alga cokelat dan memiliki sifat larut dalam air (Charoesiddhi et. al,; Verma et. al, 2015). Fukoidan memiliki struktur polisakarida sulfat yang kompleks dengan berbagai aktivitas biologis (Wang et. al, 2018).

Fukoidan berwarna putih kekuningan sampai cokelat muda. Warna cokelat kehitaman menunjukkan adanya pigmen alga cokelat, seperti fucoxanthin, *chlorophyll* a dan c, beta karoten, dan violaxanthin. (Saepudin, E 2017). Senyawa fucoidan ini memiliki struktur sebagai berikut:



Gambar 2. Struktur fucoidan (Ale, Tutor 2012)

Fukoidan terdiri dari kelompok L-fucose dan sulfat, komponen monosakarida utama di antaranya adalah L-fucose-4-sulfate. Fukoidan banyak terdapat pada alga cokelat dalam bentuk polisakarida heterogen. (Sinurat *et. al*, 2015)

Polisakarida sulfat yang mengandung fucose (FCSPs) pada prinsipnya terdiri dari (1 → 3) – dan (1 → 4) - α -L-fucopyranose, yang dapat diatur dalam rentang (1 → 3) - α -fucan atau α (1 → 3) - dan α (1 → 4) residu L-fucopyranose. Residu L-fucopyranose bisa saja diganti dengan sulfat (SO_3^-) pada C-2 atau C-4 (jarang pada C-3), dengan residu L-fucosyl tunggal dan / atau dengan rantai samping fucoside (fucoside oligosaccharide) pendek. Rantai samping fucoside biasanya O-4 yang dihubungkan dengan α -L-fucopyranose. Selain variasi kandungan sulfat dan substitusi, komposisi monosakarida FCSP juga bervariasi di antara berbagai spesies alga cokelat (Ale, *et. al*, 2011). Oleh karena itu, selain

fucose, berbagai jenis FCSP juga dapat mengandung galaktosa, manosa, xilosa, glukosa dan / atau asam glukuronat dalam jumlah kecil (Ale, *et. al*, 2011).

Struktur fukoidan pada ordo fucales digabungkan melalui rantai (1→3) α-L-fucopyranose dan kelompok sulfat pada posisi C-4 atau C-2. Beberapa monosakarida seperti residu *fucose* berada pada posisi C-2,4 dan residu monosakarida galaktosa pada posisi C-3 atau C-4 (Zhao *et. al*, 2012).

Beberapa fukoidan memiliki cabang tersubstitusi pada posisi C-2 dan C-3. Secara umum, komposisi dan struktur fukoidan tergantung pada spesies alga, lokasi geografis, musim panen, daerah anatomi, dan prosedur ekstraksi (Fitton *et. al*, 2015).

Fukoidan memiliki aktivitas biologis yang berpotensi digunakan sebagai pengobatan. Baru-baru ini, pengobatan nano mulai menggabungkan penggunaan fukoidan terutama dalam kanker, penyakit degeneratif, dan penyakit kardiovaskular (Chollet *et. al*, 2016).

Fukoidan diketahui memiliki aktivitas biologis melalui pengaturan proliferasi sel dan memiliki efek biologis yaitu sebagai antikoagulan, sifat antitrombotik, antioksidan, antikanker dan anti-inflamasi, selain manfaat lain dari fukoidan yaitu sebagai imuno-modulator dan anti-tumor (Sinurat *et. al*, 2011; Dongre, R. 2017).

Kemampuan antioksidan fukoidan berhubungan dengan kandungan sulfat dan rasio molar dari sulfat dan gulanya. Menurut Wang

et al. (2010) dalam Rivaldo (2018), semakin tinggi kandungan sulfat, maka semakin tinggi pula kemampuan peredaman radikal superoksida. Gugus sulfat dapat berperan sebagai gugus pendonor elektron, yang mendeaktivasi superoksida. Penelitian lain menunjukkan bahwa fukoidan dengan struktur modifikasi yang telah dioversulfatasi, asetilasi, dan benzotilasi memiliki kemampuan pemerangkapan radikal bebas yang lebih tinggi. Turunan fukoidan tersebut memiliki kemampuan donor hidrogen lebih tinggi yang berhubungan dengan rasio molar antara gugus sulfat dan gulanya. Semakin tinggi kemampuan donor hidrogen akan menghasilkan kemampuan antioksidan yang tinggi (Wang, *et al.*, 2010).

II.6 Radikal bebas

Radikal bebas merupakan molekul atau senyawa yang dapat berdiri sendiri yang mempunyai elektron tidak berpasangan, oleh karena itu bersifat sangat reaktif dan tidak stabil. Untuk memperoleh pasangan elektron, radikal bebas mencari pasangan dengan cara menyerang dan mengikat elektron yang berada disekitarnya. Radikal bebas sangat reaktif, sehingga dapat bereaksi dengan molekul lain seperti karbohidrat, protein, lemak dan DNA. Untuk memperoleh stabilitas kimia, radikal bebas tidak dapat mempertahankan bentuk asli dalam waktu lama, sehingga harus menyerang molekul stabil terdekat dan mengambil elektron. Zat yang terambil elektronnya akan menjadi radikal bebas, sehingga akan memulai reaksi berantai yang akhirnya menyebabkan kerusakan sel (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Secara umum, sumber radikal bebas dapat dibedakan menjadi dua yaitu endogen dan eksogen. Radikal bebas endogen dihasilkan tubuh secara alami dari proses biokimia yang berlangsung secara intraselular dan ekstraselular, proses ini terjadi berkelanjutan selama kehidupan. Keberadaannya dalam jumlah normal berguna untuk melawan peradangan, membunuh kuman, detoksifikasi racun xenobiotik, polimerisasi dinding sel serta untuk mengendalikan tonus otot polos pada pembuluh darah dan organ-organ dalam tubuh (Lingga, 2012).

Radikal bebas eksogen berasal dari luar sistem tubuh misalnya sinar UV, radiasi, polusi, asap rokok, makanan, minuman, ozon, dan pestisida (Rohmatussolihat, 2009). Radikal bebas dapat terbentuk dari oksigen dan nitrogen sebagai produk metabolisme sel normal, atau disebut dengan *reactive oxygen species* (ROS) dan *reactive nitrogen species* (RNS). RNS dan ROS yang sangat reaktif terdiri dari kelompok radikal antara lain superoksida ($O_2^{\bullet-}$), hidroksil (OH^{\bullet}), peroksil (RO_2^{\bullet}), hidroperoksil (HO_2^{\bullet}), alkoksil (RO^{\bullet}), nitrit oksida (NO^{\bullet}), nitrogen dioksida (NO_2^{\bullet}), lipid peroksil (LOO^{\bullet}) dan kelompok non radikal yang kurang reaktif namun masih tergolong radikal bebas seperti hidrogen peroksida (H_2O_2), asam hipoklorit ($HOCl$), ozon (O_3), oksigen singlet (1O_2), peroksinitrat ($ONOO^-$), asam nitrit (HNO_2), dinitrogen trioksida (N_2O_3) dan lipid peroksida ($LOOH$). Radikal bebas yang berasal dari oksigen merupakan spesies radikal yang lebih banyak dihasilkan dalam sistem kehidupan (Sen, *et al.*, 2010).

Radikal bebas dalam jumlah berlebih di dalam tubuh sangat berbahaya karena dapat mengganggu aktivitas sel normal, menghasilkan rantai reaksi perusakan. Kerusakan membran sel pada pembuluh darah dapat menyebabkan pengerasan dan tumpukan pada arteri dan dapat menyebabkan serangan jantung dan stroke (Sayuti dan Yenrina, 2015).

II.7 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (*electron donors*). Antioksidan mampu menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektron kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan dapat dihambat dan radikal bebas pun tidak terbentuk (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Antioksidan bekerja dengan cara mencegah pembentukan senyawa radikal baru, yaitu mengubah radikal bebas menjadi molekul yang berkurang dampak negatifnya sebelum senyawa radikal bebas bereaksi. Antioksidan memiliki sifat pemutus reaksi berantai (*chain breaking antioxidant*) dan memperbaiki kerusakan biomolekul sehingga mengubah senyawa radikal menjadi produk-produk yang lebih stabil (Mayara, 2016).

Mekanisme antioksidan dalam menghambat reaksi oksidasi dapat disebabkan oleh empat macam mekanisme, yaitu: pelepasan hidrogen dari antioksidan, pelepasan elektron dari antioksidan, adisi asam lemak ke

cincin aromatik pada antioksidan, serta pembentukan senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatik dari antioksidan (Lingga, 2012).

Berdasarkan fungsi dan mekanisme kerjanya antioksidan digolongkan menjadi (Winarsi, 2007):

1. Antioksidan primer

Antioksidan primer merupakan antioksidan yang bekerja dengan cara mencegah terbentuknya radikal bebas yang baru dan mengubah radikal bebas menjadi molekul stabil. Mekanisme kerja antioksidan primer adalah memutus reaksi berantai (polimerisasi) atau dikenal dengan istilah juga *chain breaking antioxidant*. Antioksidan primer seperti butil hidroksi toluen (BHT), tersier butil hidroksi quinon (TBHQ), propil galat dan tokoferol alami maupun sintetik.

2. Antioksidan sekunder

Antioksidan sekunder adalah suatu senyawa yang dapat mencegah kerja prooksidan yaitu faktor-faktor yang mempercepat terjadinya reaksi oksidasi seperti logam-logam seperti : Fe, Cu, Pb dan Mn. Antioksidan sekunder bekerja dengan cara menangkap radikal bebas serta mencegah terjadinya reaksi berantai. Antioksidan sekunder seperti Vitamin E yang diperoleh dari tumbuhan. Mekanisme kerja antioksidan sekunder adalah dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas atau dengan cara menangkap radikal bebas (*free radical scavenger*). Akibatnya radikal bebas tidak akan bereaksi dengan komponen seluler.

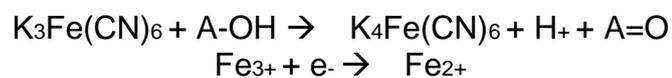
3. Antioksidan tersier

Antioksidan tersier merupakan senyawa yang memperbaiki sel-sel dan jaringan yang rusak karena serangan radikal bebas, yang termasuk kelompok antioksidan tersier adalah jenis enzim seperti metionin sulfoksidan reduktase yang dapat memperbaiki DNA dalam inti sel.

II.8 Metode Analisis Antioksidan

1. Metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) merupakan metode yang sederhana, cepat, reagen yang digunakan cukup sederhana dan tidak menggunakan alat khusus untuk menghitung total antioksidan. Prinsip metode ini adalah adanya reduksi ion ferri menjadi ion ferro oleh senyawa antioksidan dengan reaksi sebagai berikut (Jayanthi, 2011):



Gambar 3. Reaksi reduksi Fe³⁺ menjadi Fe²⁺ (Jayanthi, 2011)

Metode FRAP dilakukan berdasarkan kemampuan suatu senyawa dalam mereduksi kalium ferrisianida ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) menjadi kalium ferrosianida ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$). Antioksidan dalam sampel akan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dengan memberikan sebuah elektron. Jumlah kompleks Fe^{2+} dapat diketahui dengan mengukur sampel pada panjang gelombang 700 nm (Halvorsen, 2002). Tingkat kekuatan antioksidan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Tabel 1.)

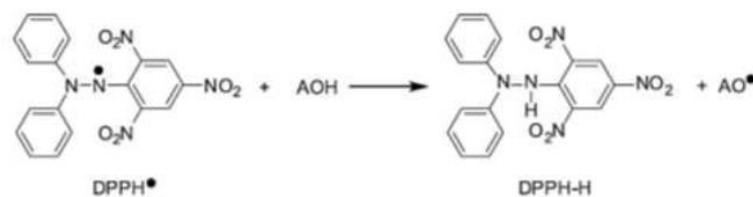
Tabel 1. Tingkat kekuatan antioksidan

| Intensitas | IC ₅₀ (bpj) |
|--------------|------------------------|
| Sangat Aktif | <50 |
| Aktif | 50-100 |
| Sedang | 101-250 |
| Lemah | 250-500 |

Sumber: Firdianny, 2013

2. Metode DPPH (2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil)

Metode DPPH menggunakan 2,2' difenil-1-pikrilhidrazil sebagai sumber radikal bebas. Prinsipnya adalah reaksi penangkapan hidrogen oleh DPPH dari zat antioksidan dengan reaksi sebagai berikut:



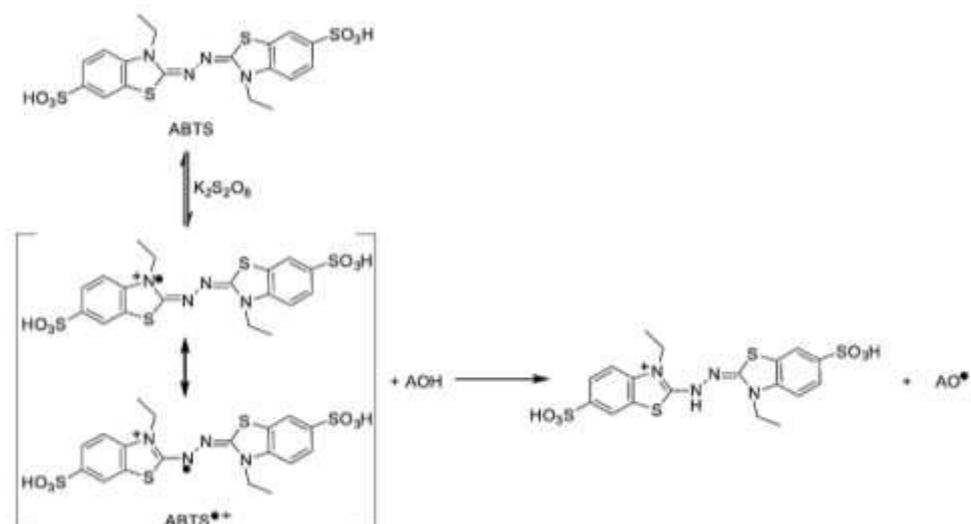
Gambar 4. Reaksi penghambatan radikal DPPH (Oliveiraa, 2014)

DPPH yang bereaksi dengan antioksidan yang terdapat pada sampel akan menghasilkan bentuk tereduksi difenil pikrilhidrazil. Reduksi DPPH yang berubah menjadi DPPH-H disebabkan adanya donor hidrogen dari senyawa hidroksil yang membuat radikal DPPH berubah warna menjadi kuning saat elektron berpasangan dengan antioksidan. Pengurangan intensitas warna yang terjadi berhubungan dengan jumlah elektron DPPH. Metode DPPH menggunakan parameter IC₅₀ yaitu menunjukkan konsentrasi uji yang mampu menangkap radikal bebas

sebanyak 50% yang diperoleh melalui persamaan regresi. Nilai IC_{50} berbanding terbalik dengan kemampuan antioksidan suatu senyawa yang terkandung dalam bahan uji. Semakin kecil nilai IC_{50} suatu senyawa uji maka senyawa tersebut semakin aktif sebagai penangkal radikal bebas (Firdianny, 2013).

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

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



Gambar 5. Reaksi oksidasi ABTS oleh kalium persulfat menghasilkan ABTS^{•+} kation radikal dan reaksinya dengan senyawa antiradikal (Oliveiraa, 2014)

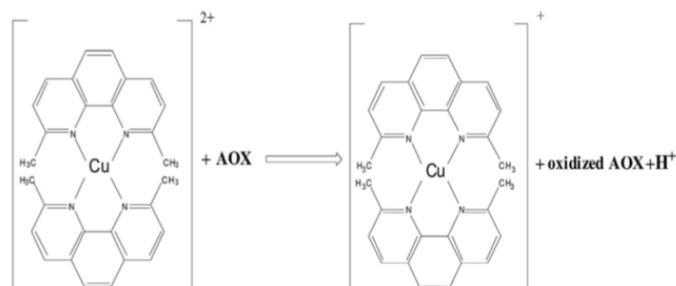
Suatu radikal ABTS dapat diproduksi dengan cara oksidasi kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) sebelum penambahan antioksidan. ABTS merupakan radikal dengan pusat nitrogen dengan karakteristik warna biru-hijau, ketika

tereduksi oleh antioksidan menjadi bentuk *non-radikal* 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 734 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, 2015).

4. Metode CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*)

Prinsip dari uji CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*) adalah pembentukan kelat oleh bis (neukuproin) besi (II) menggunakan pereaksi redoks kromogenik pada pH 7. Absorbansi dari pembentukan kelat Cu (I) merupakan hasil reaksi redoks pada panjang gelombang 450 nm. Untuk spektrum Cu (I) Ne diperoleh dengan cara mereaksikan asam askorbat berbagai konsentrasi dengan reagen CUPRAC (Apak, 2007).



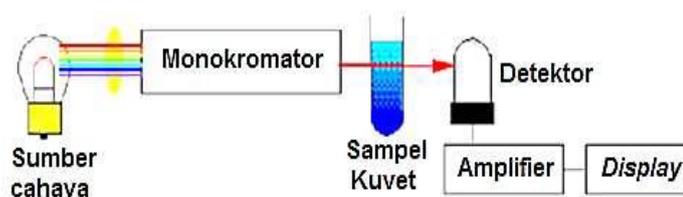
Gambar 6. Reaksi metode CUPRAC (Apak, 2007)

Kondisi reaksi seperti konsentrasi, reagen, pH, dan waktu oksidasi pada suhu kamar dan peningkatan suhu pada percobaan dapat berasal dari sumber lain. Kelebihan dari metode CUPRAC adalah pereaksi yang digunakan cukup cepat bekerja, selektif lebih stabil mudah didapatkan dan mudah diaplikasikan (Apak, 2007).

II.9 Metode Analisis

II.9.1 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 4.



Gambar 7. 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 dari 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*). Monokromator berputar sedemikian rupa sehingga kisaran panjang gelombang dilewatkan pada sampel sebagai *scan instrument* 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.

II.9.2 FT-IR

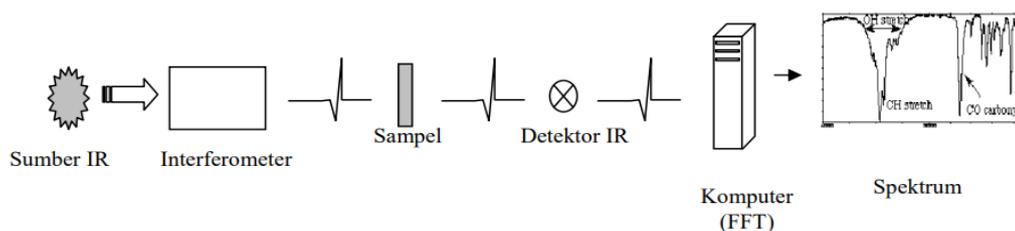
Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan metode analisis yang dipergunakan untuk identifikasi gugus fungsi. Spektroskopi FTIR didasarkan pada ide adanya interferensi radiasi antara 2 berkas sinar untuk menghasilkan suatu interferogram. Interferogram

merupakan sinyal yang dihasilkan sebagai fungsi perubahan *pathlength* antara 2 berkas sinar (Gandjar dan Rohman, 2012).

FTIR banyak dimanfaatkan dalam berbagai proses analisis, khususnya pada produk pangan karena proses analisisnya relatif cepat, dengan hasil pengukuran yang cukup akurat, dan pada proses preparasinya cukup mudah dikerjakan (Siregar *et.al*, 2015).

Penggunaan spektrofotometri inframerah pada bidang kimia organik menggunakan daerah dari $650 - 4000 \text{ cm}^{-1}$. Daerah dengan frekuensi lebih rendah 650 cm^{-1} disebut inframerah jauh, dan daerah dengan frekuensi lebih tinggi dari 4000 cm^{-1} disebut inframerah dekat (Stuart, 2004). Analisis kualitatif *system organic* memperhatikan daerah yang paling penting yakni inframerah dekat yang mana kebanyakan vibrasi-vibrasi normal ditemukan pada daerah ini (Gandjar dan Rohman, 2012).

Alat ini dapat membedakan spektrum dari dua sampel yang berbeda berdasarkan karakteristik struktur intramolekulernya, hal tersebut terjadi karena kemampuan menyerap cahaya dari suatu senyawa akan berbeda bergantung pada karakteristik gugus fungsinya, sifat fisikokimia, dan ikatan antar atom yang ada dalam senyawa (Siregar *et.al*, 2015).



Gambar 8. Skema kerja dari alat FTIR (Siregar, 2015)

Keuntungan yang didapatkan dari penggunaan metode analisis ini yaitu sampel yang digunakan sangat sedikit jumlahnya, metode analisis cukup sensitif, menggunakan pelarut dalam jumlah yang sedikit bahkan ada pula yang tidak menggunakan pelarut sedikitpun, cepat dan relatif efektif. Selain itu metode ini juga dapat menganalisis secara kualitatif dan kuantitatif (Rohman *et.al*, 2014).

Tabel 2. Karakteristik pita inframerah beberapa molekul

| Bilangan gelombang (cm^{-1}) | Jenis ikatan |
|---|---|
| 3750-3000 | O-H, N-H |
| 3000-2700 | -CH ₃ , -CH ₂ -, C-H, C-H aldehyd |
| 2300-2050 | -C≡C-, C≡N |
| 1900-1650 | C=O (asam, aldehyd, keton, amida, ester, anhidrida) |
| 1675-1500 | C=C (aromatic dan alifatik), C=N |
| 1475-1300 | C-H |
| 1000-1100 | C-O |
| 1000-650 | C=C-H, Ar-H |
| 700-600 | C-S |
| 550-450 | S-S |
| 2500 | S-H |
| 1390-1290 | SO ₂ (asymmetric stretching) |
| 1190-1120 | SO ₂ (symmetric stretching) |
| 1060-1020 | S=O |

Sumber : Stuart, Barbara. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons. 2004.