

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MIKROALGA (*Spirulina platensis*)**

**DENGAN METODE DPPH DAN FRAP**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Farmasi (S.Farm.) di Jurusan Farmasi pada Fakultas Mipa**



**Oleh :**

**JIHAAN NABIILA**

**08061381823105**

**JURUSAN FARMASI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH HASIL PENELITIAN

Judul : Uji aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina platensis* dengan Metode DPPH dan Metode FRAP  
Nama Mahasiswa : Jihaan Nabiila  
NIM : 08061381823105  
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Seminar Hasil di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 April 2023, serta diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 08 Mei 2023

### Pembimbing:

1. apt. Vitri Agustiarini, M.Farm  
NIP. 199308162019032025

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

2. Laida Neti Mulyani, M.Si.  
NIP. 198504262015042002

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

### Pembahas:

1. apt. Indah Solihah, M.Sc.  
NIP. 198803082019032015

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

2. apt. Sternatami Liberitera, M.Farm.  
NIP. 199403182022032018

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

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi FMIPA UNSRI



  
Dr. Pr. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP. 197103101998021002

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Uji aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina platensis* dengan Metode DPPH dan Metode FRAP  
Nama Mahasiswa : Jihaan Nabiila  
NIM : 08061381823105  
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2023, serta diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran panitia sidang skripsi.

Inderalaya, 22 Mei 2023

Ketua:

1. Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt  
NIP. 199308162019032025



()

Anggota:

1. Laida Neti Mulyani, M.Si.  
NIP. 198504262015042002
2. Indah Solihah, M.Sc., Apt  
NIP. 198803082019032015
3. Dra. Syafrina Laminm M.Si  
NIP. 196211111991022001

()  
()  
()

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi FMIPA UNSRI

()  
  
Dr. fer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP. 197103101998021002

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Jihaan Nabiila

NIM : 08061381823105

Fakultas/Jurusan : Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberi penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 22 Mei 2023

Penulis,



Jihaan Nabiila

NIM. 08061381823105

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Jihaan Nabiila  
NIM : 08061381823105  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Uji aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina platensis* dengan Metode DPPH dan Metode FRAP” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 22 Mei 2023

Penulis,



Jihaan Nabiila

NIM. 08061381823105

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO



*(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang)*

Skripsi ini saya persembahkan kepada Ayah, Ibu, Adik tercinta, keluarga besar, dosen, sahabat, teman seperjuangan Farmasi 2018 serta almamater  
**Universitas Sriwijaya.**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*

**(QS. Al-Baqarah : 286)**

*“Untuk mendapatkan apa yang diinginkan, kau harus bersabar dengan apa yang  
kau benci”*

**(Imam Ghazali)**

**MOTTO :**

*“Bila tak sanggup berlari maka berjalan saja sudah cukup”*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Uji Aktivitas Antioksidan Miroalga *Spirulina platensis* dengan Metode DPPH dan FRAP”. Tak lupa, juga shalawat serta salam akan selalu tercurahkan ke pada Nabi Muhammad SAW. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) pada Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, atas rahmat, izin dan kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dan studi ini.
2. Ayah dan Ibuku tercinta (Noperiansyah dan Nastikaini) atas doa, kasih sayang, perhatian serta dukungannya baik secara moril ataupun materil. Adik-adikku tersayang Johan Nabawi, Jessica Naysilah, Jamil Hendra Nasriansyah yang selalu menghibur dan memberi semangat. Keluarga besar yang dengan tulus turut serta memberi semangat kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan keselamatan untuk kalian.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya, Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si.,PhD. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Bapak Dr.rer.nat Mardiyanto, M.Si., Apt., selaku Ketua Jurusan Farmasi atas sarana dan prasarana yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
4. Ibu Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Laida Neti Mulyani, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan ilmu, arahan, saran, kepercayaan,

serta semangat dan motivasi selama penelitian yang penulis lakukan, hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

5. Ibu Indah Solihah, M.Sc., Apt; Ibu Sternatami Liberitera, M.Farm., Apt dan Ibu Dra. Syafrina Lamin, M.Si selaku dosen pembahas atas ilmu, saran, serta masukan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Kepada semua dosen Jurusan Farmasi, Bapak Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt; Ibu Herlina, M.Kes., Apt.; Ibu Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt.; Ibu Fitriya, M.Si., Apt.; Ibu Indah Solihah M.Sc., Apt.; Ibu Laida Neti Mulyani, M.Si.; Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt.; Bapak Adik Ahmadi, M.Si., Apt.; Ibu Vitri Agustriarini, M.Farm., Apt.; Ibu Elsa Fitri Apriani, M.Farm., Apt.; Ibu Annisa Amriani, S. M.Farm, Apt., dan Ibu Sternatami Liberitera, M.Farm., Apt. yang telah memberikan pengetahuan, wawasan, dan bantuan dalam studi selama perkuliahan.
7. Seluruh staf (Kak Ria dan Kak Erwin) dan analis laboratorium (Kak Tawan, Kak Fit, Kak Isti dan Kak Fitri) Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan bantuan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi tanpa hambatan.
8. Tim tugas akhirku Nadiyya Isfahani Mutaef dan Lili Atrix Rewani Nefreiser yang sudah berjuang bersama dalam penelitian hingga sidang sarjana. Terima kasih atas segala kerjasama, bantuan, saran dan kesabaran sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik dan lancar.
9. Sahabat-sahabatku sejak awal perkuliahan yakni, Dea Oktareyinda, Rizki Prapitasari, Septia Peramahani, Shulfa Firliani, Natasya Dini Aini, Riza Fadhilah dan Winda Agustria yang selalu mewarnai hari-hariku semasa kuliah. Juga Miftah Mishbah Huzzullam yang selalu jadi tempat bercerita dan mensupport penulis agar tetap bertahan menyelesaikan tanggung jawab studi ini, dan Risma Dona teman seperjuangan di akhir studi.
10. Teman-teman Alumni PP. Sabilul Hasanah dan terkhusus Dewi Rahmawati yang sudah sangat banyak membantu dan memberi semangat penulis menyelesaikan penyusunan skripsi ini hingga selesai.



11. Seluruh keluarga besar Farmasi UNSRI 2018 terima kasih untuk kebersamaan dan pelajaran hidup yang telah kita lewati selama ini.
12. Seluruh mahasiswa farmasi angkatan 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, dan 2021 atas kebersamaan, solidaritas, dan bantuan kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi hingga selesai.
13. Semua pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung, melalui fisik ataupun doa yang banyak membantu Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Hanya kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala penulis menyerahkan segalanya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan seluruh pembaca.

Inderalaya, 22 Mei 2023

Penulis



Jihaan Nabiila

Nim. 08061381823105

## **Antioxidant Activity Test of Microalgae (*Spirulina platensis*) with DPPH and FRAP Methods**

**Jihaan Nabiila**  
**08061381823105**

### **ABSTRACT**

*Spirulina platensis* contains flavonoids and carotenoids which have pharmacological activity as antioxidants. This study aims to determine the content of phenolic and carotenoid compounds and antioxidant activity contained in *Spirulina platensis* microalgae using the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and FRAP (Ferric-Reducing Antioxidant Power) methods. The content of phenolic compounds obtained were total phenols and flavonoids of 7.25 mg GAE/g and 13.59 mg QE/g and carotenoid beta carotene of 1.771 mg/g. The IC<sub>50</sub> value of *Spirulina platensis* microalgae extract obtained by the DPPH method was 240.931 µg/mL and by the FRAP method was 1431.008 µg/mL. The results of this study indicate that the FRAP method affects the IC<sub>50</sub> value of the extract due to the process of reducing the reduction of antioxidant compounds due to acid protonation. Based on the research, it was concluded that the extract of Microalgae *Spirulina platensis* has potential as an antioxidant with weak antioxidant activity.

**Keywords:** Antioxidant activity, carotenoids, DPPH, FRAP, phenolics, *Spirulina platensis*

## **Uji Aktivitas Antioksidan Mikroalga (*Spirulina platensis*) dengan Metode DPPH dan FRAP**

**Jihaan Nabiila**  
**080611381823105**

### **ABSTRAK**

*Spirulina platensis* mengandung flavonoid dan karotenoid yang memiliki aktivitas farmakologi sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa fenolik dan karotenoid serta aktivitas antioksidan yang terdapat dalam Mikroalga *Spirulina platensis* dengan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil) dan FRAP (*Ferric-Reducing Antioxidant Power*). Kandungan senyawa fenolik yang diperoleh yakni total fenol dan flavonoid sebesar 7,25 mg GAE/g dan 13,59 mg QE/g serta karotenoid beta karoten sebesar 1,771 mg/g. Nilai IC<sub>50</sub> ekstrak Mikroalga *Spirulina platensis* yang diperoleh dengan metode DPPH sebesar 240,931 µg/mL dan dengan metode FRAP sebesar 1431,008 µg/mL. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode FRAP mempengaruhi nilai dari IC<sub>50</sub> ekstrak dikarenakan adanya proses penurunan reduksi senyawa antioksidan akibat protonasi asam. Berdasarkan penelitian disimpulkan ekstrak Mikroalga *Spirulina platensis* berpotensi sebagai antioksidan dengan aktivitas antioksidan lemah.

**Kata Kunci:** Aktivitas antioksidan, DPPH, FRAP, fenolik, karotenoid, *Spirulina platensis*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH HASIL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRACK.....	x
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Spirulina platensis.....	7
2.1.1 Morfologi dan Taksonomi Spirulina platensis.....	7
2.1.2 Kandungan Kimia dan Kajian Farmakologi Spirulina platensis.....	8
2.1.3 Manfaat Spirulina platensis.....	9
2.2 Ultrasound-Assisted Extraction (UAE).....	9
2.3 Antioksidan.....	10
2.3.1 Penggolongan dan Klasifikasi Antioksidan.....	10
2.4 Uji Aktivitas Antioksidan secara In Vitro.....	14
2.4.1 Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl).....	14

2.4.2 Metode FRAP (Ferric-Reducing Antioxidant Power).....	16
2.5. Kuersetin.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.3.1 Preparasi Sampel.....	19
3.3.2 Ekstraksi Spirulina plantensis.....	19
3.3.3 Skrining Fitokimia Ekstrak Spirulina platensis.....	19
a. Pembuatan Larutan Uji.....	19
b. Uji Alkaloid.....	20
c. Uji Flavonoid.....	20
d. Uji Saponin.....	20
e. Uji Steroid dan Triterpenoid.....	21
f. Uji Fenolik.....	21
3.3.4 Penentuan Kandungan Senyawa.....	21
3.3.4.1 Penentuan Kandungan Karotenoid.....	22
3.3.4.2 Penentuan Kandungan Total Fenolik.....	22
a. Pembuatan Larutan Standar.....	22
b. Pembuatan Ekstrak.....	23
3.3.4.3 Penentuan Kandungan Total Flavonoid.....	23
a. Pembuatan Larutan Standar.....	23
b. Pembuatan Ekstrak.....	23
3.3.5 Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Spirulina platensis secara In Vitro.....	24
3.3.5.1 Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil).....	24
a. Pembuatan Larutan Uji.....	24
b. Pengukuran Larutan Kuersetin sebagai Pembanding.....	24
c. Pembuatan Larutan dan Scanning Panjang Gelombang DPPH.....	24

d. Penentuan Waktu Operasi (Operating Time).....	25
e. Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Spirulina platensis.....	25
3.3.5.2 Metode FRAP (Ferric-Reducing Antioxidant Power).....	25
a. Pembuatan Larutan dan Scanning Panjang Gelombang FRAP.....	25
b. Penentuan Waktu Operasi (Operating Time).....	26
c. Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak Spirulina platensis.....	26
3.3.6 Perhitungan Inhibition Concentration 50 % (IC50).....	26
3.3.7 Analisis Data.....	27
BAB IV PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil Rendeman Mikroalga Spirulina platensis.....	28
4.2 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Mikroalga Spirulina platensis.....	29
4.3 Hasil Kandungan Senyawa Karotenoid.....	32
4.4 Penentuan Kandungan Senyawa Fenolik Ekstrak Etanol Mikroalga Spirulina platensis.....	33
4.4.1 Hasil Penentuan Total Fenol.....	33
4.4.2 Hasil Penentuan Total Flavonoid.....	35
4.5 Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Spirulina platensis Secara In Vitro....	37
4.5.1 Metode DPPH.....	37
4.5.2 Metode FRAP.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	89

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkat kekuatan antioksidan (Firdianny, 2013).....	15
Tabel 2. Hasil Skrining Fitokimia ekstrak Mikroalga Spirulina platensis.....	29
Tabel 3. Nilai absorbansi dan IC50 Ekstrak Spirulina platensis dan kuersetin.....	39
Tabel.4 Nilai absorbansi dan IC50 Ekstrak Spirulina platensis dan Fe2SO4.7H2O .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Spirulina platensis (Setiawan et al., 2014).....	7
Gambar 2. Mekanisme peredaman radikal bebas oleh DPPH.....	15
Gambar 3. Reaksi reduksi Fe <sup>3+</sup> menjadi Fe <sup>2+</sup> (Jayanthi, 2011).....	16
Gambar 4. Struktur senyawa β-karoten.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
Gambar 5. Kurva kalibrasi Asam Galat.....	34
Gambar 6. Kurva kalibrasi Asam Galat.....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Umum .....	57
Lampiran 2. Preparasi Ekstrak .....	58
Lampiran 3. Skema Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH ....	59
Lampiran 4. Skema Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode FRAP ....	60
Lampiran 5. <i>Certificate of Analysis Spirulina platensis</i> .....	61
Lampiran 6. <i>Certificate of Analysis DPPH</i> .....	63
Lampiran 7. <i>Certificate of Analysis FRAP</i> .....	64
Lampiran 8. Proses Pembuatan Ekstrak Ethanol Mikroalga <i>Spirulina platensis</i> ..	65
Lampiran 9. Perhitungan Persen Rendemen Ekstrak Mikroalga <i>Spirulina platensis</i> .....	66
Lampiran 10. Skrining Fitokimia Ekstrak Mikroalga <i>Spirulina platensis</i> .....	67
Lampiran 11. Penentuan Kandungan Senyawa Karotenoid $\beta$ -Karoten .....	68
Lampiran 12. Penentuan Kandungan Total Fenol.....	69
Lampiran 13. Perhitungan Total Fenol .....	70
Lampiran 14. Gambar Hasil Penentuan Total Fenol.....	71
Lampiran 15. Penentuan Kandungan Total Flavonoid .....	72
Lampiran 16. Perhitungan Total Flavonoid .....	73
Lampiran 17 . Gambar Hasil Penentuan Total Flavonoid.....	74
Lampiran 18. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum DPPH .....	75
Lampiran 19. Hasil Operating Time .....	76
Lampiran 20. Perhitungan IC <sub>50</sub> Metode DPPH .....	77
Lampiran 21. Gambar Hasil Metode DPPH .....	78
Lampiran 22. Panjang Gelombang Maksimum FRAP .....	79
Lampiran 23. Hasil Operating Time .....	80
Lampiran 24. Perhitungan IC <sub>50</sub> Metode FRAP .....	81
Lampiran 25. Gambar Hasil Metode FRAP.....	82
Lampiran 26. Perhitungan Laruan DPPH .....	83
Lampiran 27. Perhitungan Larutan FRAP.....	85
Lampiran 28. Hasil Analisi Data.....	87

## DAFTAR SINGKATAN

- DPPH : *1,1-Diphenyl-2-picrilhydrazil*  
FRAP : *Ferric Reducing Antioksidan Power*  
GAE : *Gallic Acid Equivalent*  
IC<sub>50</sub> : *Inhibition Concentration 50%*  
QE : *Quercetin Equivalent*  
TPTZ : *2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine*  
UV : *Ultraviolet*  
Vis : *Visible*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Radikal bebas merupakan suatu atom atau molekul yang sangat reaktif dan tidak stabil karena memiliki elektron yang tidak berpasangan (Droge, 2002). Reaksi ini dapat berlangsung secara terus menerus dalam tubuh dan mengakibatkan berbagai penyakit seperti jantung, penuaan dini, katarak, kanker serta penyakit degeneratif lainnya (Kikuzaki *et al.*, 2002).

Pemanfaatan senyawa antioksidan dalam bidang pangan dan kesehatan semakin berkembang (Purwanto, 2017). Menurut Windono *et al.*, (2001), antioksidan pada bidang pangan dimanfaatkan sebagai bahan pengawet yang berguna untuk melindungi bahan pangan melalui perlambatan kerusakan, ketengikan ataupun perubahan pada warna. Senyawa antioksidan secara ilmiah telah dibuktikan mengurangi resiko penyakit-penyakit kronis, seperti kanker dan jantung koroner (Purwanto, 2017). Mekanisme kerja senyawa antioksidan dalam mencegah penyakit kronis tersebut yakni dengan cara menangkap radikal bebas dalam tubuh (Prakash, 2001). Mengonsumsi antioksidan dalam jumlah memadai dapat menurunkan kejadian penyakit degeneratif, seperti kardiovaskuler, kanker, aterosklerosis, dan osteoporosis (Droge, 2002).

Antioksidan terdiri dari dua jenis yakni antioksidan sintetis dan antioksidan alami (Lisdawati dan Broto, 2006). Menurut Tristanto *et al.*, (2014) antioksidan sintesis yang umum digunakan diantaranya butylated hydroxyl toluene (BHT), butylated hydroxyl anisol (BHA), butylated hydroxyl quione (BHQ) dan

Propylgallate (PG). Penggunaan antioksidan sintesis di bidang industri pangan sudah mulai ditinggalkan karena memiliki efek karsinogenik dan tidak direkomendasikan oleh badan pengawas obat dan makanan (Lisdawati dan Broto, 2006; Barus, 2009). Penggunaan antioksidan sintetis yang dapat membahayakan kesehatan tubuh tersebut mendorong penelitian untuk mencari senyawa alami baru sebagai antioksidan alami yang lebih aman bagi kesehatan manusia, salah satunya dengan memanfaatkan produk alam dari mikroalga yang diduga mengandung senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami (Firdiyani *et al.*, 2015).

Berbagai penelitian tentang senyawa bioaktif telah dilakukan untuk tujuan kesehatan manusia, mulai dari dijadikan suplemen sampai obat-obatan (Prabowo *et al.*, 2014). Ekstrak senyawa bioaktif *Spirulina platensis* segar berpotensi sebagai antioksidan karena didapati nilai  $IC_{50}$  yakni 65,89 ppm dan 76,36 ppm dengan pelarut yang berbeda (Firdiyani *et al.*, 2015).

Aktivitas senyawa antioksidan, antitumor serta antimikroba dapat ditemukan dalam mikroalga yang didapati dari komponen aktifnya seperti fenol, terpenoid, sterol, flavonoid, dan polisakarida, semua komponen aktif ini dimanfaatkan dalam bidang industri pangan, kosmetik, dan farmasi (Oktora *et al.*, 2016). Dalam mikroalga terdapat zat gizi seperti protein, serta mengandung biopigmen yang dapat dijadikan bahan pewarna alami (Agustini, 2015). Senyawa antioksidan yang terkandung di dalam mikroalga sebagai pigmen berupa klorofil, karotenoid, dan fikobiliprotein (Fabrowska *et al.*, 2015).

Mikroalga sendiri merupakan organisme tumbuhan primitif fitoplankton golongan eukariotik yang bereproduksi secara seksual dan aseksual dengan habitat

hidupnya di wilayah perairan seperti air tawar atau laut serta tempat-tempat lembab lainnya (Barsanti and Gualtieri, 2014). Menurut Aung *et al.*, (2013) diperkirakan sebanyak 40% fotosintesis secara global dilakukan oleh mikroalga. Mikroalga yang banyak digunakan yakni mikroalga hijau-biru, banyak dibudidayakan secara komersil dengan nama ilmiahnya *Spirulina platensis*, yang memiliki kandungan nutrisi seperti protein, asam lemak, vitamin, dan antioksidan yang tinggi sehingga berpotensi untuk dikembangkan, sebagai bahan pakan alami dan bahan baku industri, suplemen, farmasi, serta kosmetik (Agustini, 2015). *Spirulina platensis* merupakan mikroalga yang berpotensi kuat sebagai antioksidan alami, karena mengandung senyawa fenolat, karotenoid, fikobiliprotein, klorofil yang mampu mendonorkan atom hidrogennya pada radikal bebas (Ridlo *et al.*, 2015).

Proses ekstraksi dengan *ultrasonic* dalam penelitian Winata dan Yuniarta (2015) menghasilkan nilai yang jauh lebih baik pada semua parameter yang diuji. Waktu ekstraksi yang lebih singkat dibandingkan dengan metode perendaman/maserasi (Winata dan Yuniarta 2015 *dalam* Handaratri dan Yuyun, 2019). Uji skrining fitokimia ekstrak *Spirulina platensis* menunjukkan hasil positif pada uji senyawa fenolik, triterpenoid, steroid, flavonoid, dan saponin (Fiya Firdiyani *et al.*, 2015). Sudha *et al.*, (2011) juga menyatakan hasil uji fitokimia pada *Spirulina platensis* menunjukkan adanya senyawa terpenoid, saponin, protein, karbohidrat, dan asam amino. *Spirulina platensis* tergolong memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, karena mempunyai nilai IC50 antara 50-100 ppm (Firdiyani *et al.*, 2015).

Metode UAE (*Ultrasound-Assisted Extraction*) menggunakan kativasi akustik untuk memproduksi gelembung kativasi, menghasilkan gaya gesek tinggi

yang akan membantu merusak dinding sel sehingga pelarut dapat masuk kedalam bahan dan meningkatkan kontak antara pelarut dengan senyawa yang akan di ekstraksi. Keuntungan metode ini yakni dapat meningkatkan hasil ekstraksi, waktu ekstraksi yang singkat, menggunakan suhu rendah, dan volume pelarut yang sedikit (Dye dan Rathod, 2013).

Pengujian terhadap aktivitas antioksidan dari *Spirulina platensis* dalam penelitian ini dilakukan secara in vitro dengan dua metode yang digunakan yakni metode peredaman radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil) dan metode FRAP (*Ferric-Reducing Antioxidant Power*). Metode DPPH sendiri menurut Juniarti dkk (2009) termasuk metode pengukuran antioksidan yang sederhana, cepat, peka, memerlukan sedikit sampel dan tidak membutuhkan banyak pelarut seperti halnya uji lain (xantin-xantin oksidase, metode tiosianat, antioksidan total). Hasil pengukuran menunjukkan kemampuan antioksidan sampel secara umum dalam menghambat radikal bebas. Metode FRAP dilakukan dengan mengukur peningkatan serapan yang disebabkan oleh pembentukan ion  $Fe^{2+}$  dari pereaksi FRAP (Yu, 2008).

Berdasarkan uraian diatas, pemilihan Mikroalga *Spirulina platensis* sebagai sampel dalam penelitian ini dikarenakan *Spirulina platensis* cukup populer disaat ini. Proses UAE (*Ultrasound-Assisted Extraction*) dilakukan untuk menarik senyawa yang memiliki kepolaran yang sama dengan pelarutnya yaitu etanol. Pelarut etanol merupakan pelarut yang digunakan untuk menarik senyawa dengan sifat polar seperti flavonoid, polifenol dan kumarin. Penelitian tentang uji aktivitas antioksidan dari ekstrak *Spirulina platensis* secara in vitro ini diharapkan dapat

memperoleh aktivitas antioksidan yang sinergis. Penelitian dengan sumber mikroalga, penggunaan metode ekstraksi, serta penggunaan metode pengujian aktivitas antioksidan yang berbeda dari penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi penelitian yang baru dan dapat menambah informasi untuk penelitian selanjutnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka perumusan masalah penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana kandungan senyawa Fenolik dari mikroalga *Spirulina platensis* ?
2. Bagaimana kandungan senyawa Karotenoid dari ekstrak etanol mikroalga *Spirulina platensis* ?
3. Bagaimana aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol Mikroalga *Spirulina platensis* secara *In Vitro* dengan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrihidrazil*) dan FRAP (*Ferric-Reducing Antioxidant Power*)?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan kandungan senyawa Fenolik dari Mikroalga *Spirulina platensis*.
2. Menentukan kandungan senyawa Karotenoid dari ekstrak etanol Mikroalga *Spirulina platensis*.

3. Menguji aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol Mikroalga *Spirulina platensis* secara *in vitro* dengan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrihidrazil*) dan metode FRAP (*Ferric-Reducing Antioxidant Power*).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil uji aktivitas antioksidan secara *in vitro* dari mikroalga *Spirulina platensis* ini diharapkan :

1. Dapat menambah informasi tentang penggunaan dua metode secara *in vitro* dalam menentukan aktivitas antioksidan dari mikroalga *Spirulina platensis*.
2. Dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya dalam mengembangkan pemanfaatan mikroalga *Spirulina platensis* di bidang teknologi pembuatan obat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Baky HH, El-Baz FK, El-Baroty GS. 2007. Enhancement of antioxidant production in *Spirulina platensis* under oxidative stress. *Am-Euras J Sci Res* 2:170-179.
- Agustini, T.W, Widodo F. M, Dhani S. *Spirulina* : Teori dan aplikasinya sebagai bahan pangan. Laporan Penelitian MP3EI Tahun Anggaran 2014/2015. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Agustini, N.W.S. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Hayati Pigmen Fikobiliprotein dari Ekstrak *Spirulina platensis*. Dalam: Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS, Bogor, 535-543 hlm.
- Amarowicz R, Nazck M, Shahidi F. Antioxidant activity of crude tannins of canola and rapeseed hulls. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2000;77 No. 9:957.
- Antolovich, M., Prenzeler, P.D., Patsalides, E., Donald, M.S. & Robards, K. 2001, Methods for Testing Antioxidant Activity, *Analyst*, **127** : 183-198.
- Aung,W.L., Kyaw, N. & Nway, N.H. (2013). Biosorption of Lead (Pb<sup>2+</sup>) by using *Chlorella vulgaris*. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*, 1(2), 2320–4087.
- Barus, Pina. 2009. Pemanfaatan Bahan Pengawet dan Antioksidan Alami pada Industri Bahan Makanan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Kimia Analitik. Rapat terbuka Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Benzie, I.F.F., and Strain, J.J, 1996, The Ferric Reducing Ability of Plasma as a Measure of “Antioxidant Power” : The FRAP assay, *Analytical Biochemical* 239: 70-76
- Burtin P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *EJEAF Che* 2: 498-503
- Candra, L. M. M., Andayani, Y., & Wirasisya, D. G. 2021, Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Fenolik Total dan Flavonoid Total Pada Ekstrak Etanol Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.), *Jurnal Pijar Mipa*, 16(3) : 397–405. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i3.2308>
- Chandi, G. K., Gill, B. S. (2011) Production and characterization of microbial carotenoids as an alternative to synthetic colors: A review, *International Journal of Food Properties*, 14, 503 – 513.

- Chang, C, Ming, H., Hwei, M., and Chern J. 2002. "Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods". *Journal of Food and Drug Analysis*. Vol. 10 (3): 1181.
- Chaovanalikit, A., Mingmuang, A., Kitbunluewit, T., Choldumrongkool, N., Sondee, J. & Chupratum, S. 2012, Anthocyanin and total phenolics content of mangosteen and effect of processing on the quality of mangosteen products, *International Food Research Journal*, 19 (3): 1047- 1053.
- D. A. Anggorowati, G. Priandini, & Thufail, "Potensi Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Sebagai Minuman Teh Herbal yang Kaya Antioksidan," *INDUSTRI Inovatif*, vol. 6, no. 1, pp. 1-7, 2016.
- Depkes RI. 1995. *Farmakope Indonesia*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Edisi 1, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, Jakarta, Indonesia.
- Dey S, and Rathod V.K. 2013. Ultrasound assisted extraction of b-carotene from *Spirulina platensis*. Chemical Engineering Department, Institute of Chemical Technology, Matunga, Mumbai 400 019, India.
- Droge W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews* 82:47-95.
- Duen as, M., Gonza lez-Manzano, S., Gonza lez-Parama s, A., & Santos-Buelga, C. (2010). Antioxidant Evaluation of O-methylated Metabolites of Catechin, Epicatechin and Quercetin. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51 (2), 443-449. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.04.007>
- Fabrowska, J, B. Leska, G. Schroeder, B.Messyasz, dan M. Pikosz. 2015. "Biomass and Extracts of Algae as Material for Cosmetics." In *Marine Algae Extracts: Processes, Products, and Applications*, edited by Se Kwon Kim and Katarzyna Chojnacka, First Edit, 681–706. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Farnsworth, N. R. 1966. Biological and Phytochemical Screening of Plant. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 55: 59
- Febriani, K. 2012, 'Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Gambir *Cocculus orbiculatus* (L.) DC. Dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi yang Aktif', Skripsi, S.Farm., Farmasi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok.

- Firdianny, I., Rahmiyani, I., Irasutisna, K. 2013. Antioxidant Capacities From Various Leaves Extracts of Four Varieties Mangoes Using DPPH, ABTS Assays and Correlation With Total Phenolic, Flavonoid, Carotenoid. *Int.J Pharmacy and Pharmaceutical Sci.* 5, pp.189-194.
- Firdiyani F, Winarni Agustini T. Ekstraksi Senyawa Bioaktif sebagai Antioksidan Alami *Spirulina platensis* Segar dengan Pelarut yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia.* 2015; 18(1):28-37.
- Fithria Risha Fillah, Budi Aryono, Muhammad Zainuddin. Pengaruh Intensitas Pencahayaan Yang Berbeda Pada Kultur *Spirulina platensis* Terhadap Kandungan Protein, Kadar Pigmen Dan Aktivitas Antioksidan. *Journal of Marine Research* Vol 11, No. 2022, pp. 819-828.
- Gholib, G., Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi: Analisis.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Goldbergh, G. 2003. Antioxodant Activity of Tea Polyphenols In Vivo; Evidence from Animal Studies. *The Journal of Nutrition* 133:3275-3284.
- Gordon MH. 1990. The Mechnism of Antioxidant Actions in Vitro. Di dalam : Hudson B.J.E., editor. *Food Antioxidant.* Elsevier Applied Science. London. Hlm 1-18.
- G. S. Kelly, "Quercetin. Monograph," *Alternative Medicine Review*, vol. 16, no. 2, pp. 172-194, 2011.
- Gulcin, L. 2012, Antioxidant activity of food constituents: an overview, *Arch. Toxicol*, 86:345-391.
- Halvorsen, B. L., K. Holte., M. C. W. Myhrstad., dkk. 2002. A systematic Screening of total antioxidant In Diethaey Plants. *J. Nutrition.* 135 :461-471.
- Handayani, E., Mun'im, A., & Sekarini, R. (2005). Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons *Callyspongia* sp. Dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 3(2), 127-133.
- Hariyati, R. 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Skala Laboratoris. *Bioma*, 10(1):19-22.
- Harborne, J.B. 1987, *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh Padmawinata, K. & Soediro, I., Penerbit ITB, Bandung, Indonesia.
- Harjanto. Pemulihan stress oksidatif pada latihan olahraga. *Jurnal Kedokteran YARSI.* 2004;12(3):81-87.

- Hasri, Anwar, M., Karim, M. 2017, Analisis Fenolik dan Daya Hambat Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (ten.) Steensis) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, *Indonesia Chemistry and Application Journal (ICAJ)*, 1(1).
- Holistic Health Solution. 2011, *Khasiat Fantastis Kulit Manggis*, Grasindo, Jakarta, Indonesia.
- Indrayani, S. 2008. "Validasi Penetapan Kadar Kuersetin Dalam Sediaan Krim Secara Kolorimetri dengan Pereaksi  $AlCl_3$ ". Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma. Hal: 7,8,25
- Juniarti, O.D., Yuhernita. (2009). Kandungan senyawa kimia, uji toksisitas (BSLT) dan antioksidan (1,1-diphenyl-2- pikrilhidrazil) dari ekstrak daun Kabinawa, K. 2006, *Spirulina Ganggang Penggempur Segala Macam Penyakit*, PT Argo Media Pustaka, Depok, Indonesia. saga. Makara Sains. SS13(1):50-54.
- Kar P, Laight D, Shaw K. M, Cummings M. H. 2006. Flavonoid rich grapeseed extracts: a new approach in high cardiovascular risk patients. *International Journal Clin Practice* 60(11):1484-1492.
- Kate, D. I. 2014, Penetapan Kandungan Fenolik Total dan Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-pikrilhidrazil) Ekstrak Metanolik Umbi Bidara Upas (*Merremia mammosa* (Lour) Hallier f.), Skripsi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Kawaroe, M., Prartono, T., Sunuddin, A., Sari, D.W. & Augustine, D. 2010, Mikroalga: potensi dan pemanfaatannya untuk produksi bio bahan bakar, PT. IPB Press, Bogor, Indonesia.
- Kikuzaki H, Hisamoto M, Hirose K, Akiyama K, Taniguchi H. Antioxidant properties of ferulic acid and its related compounds. *J Agric Food Chem.* 2002;50(7):2161-8.
- Kristanti, A.N., Aminah, N.S., Tanjung, M., dan Kurniadi, B. (2008). Buku ajar fitokimia. Surabaya: Airlangga University Press.
- Limantara L, Kusmita L. 2009. Biopigmen sebagai antioksidan potensial. Prosiding Seminar Nasional Farmasi, Antioksidan dalam Sediaan Obat, Kosmetika, Makanan dan Minuman. STIFAR Yayasan Farmasi. Semarang. p. 1-28.
- Lingga Lanny. The healing power of antioxidant. Jakarta: PT. Gramedia; 2012. xii.
- Lisdawati V dan Broto. 2006. Aktivitas antioksidan dari berbagai fraksi ekstrak daging buah dan kulit biji mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*). *Artikel Media Litbang Kesehatan* 16 (4).

- Maesaroh Kiki, Dikdik Kurnia, Jamaludin Al Anshori. 2018, Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin, Vol. 6 No. 2: 93-100.
- Marliana S, Venty S, Suyono. 2005. Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis komponen kimia buah labu siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz) dalam ekstrak etanol. *Jurnal Biofarmasi* 3(1):26-31.
- Molyneux, P. 2004, The Use of Stable Free Radical *Diphenylpicrylhydrazyl* (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, *J Sci Technol*, **26**:211-219.
- Mukti, A.R. 2014, 'Uji aktivitas antioksidan pada ekstrak daging daun lidah buaya (aloe vera) menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)', Skripsi, S.Ked., Jurusan Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Uin Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia.
- Nagata, M.; Yamashita, I. Method Tomato Masayasu \* National NAGATA \* and Ichiji YAMASHITA \* of Vegetables and Tea, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. *Forestry* 1992, 39, 1-4.
- Naziruddin, A.B., 2015, Pengaruh Penambahan Minyak Nabati Terhadap Kandungan Senyawa Likopen Pada Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill), Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Unhas, Makassar.
- Nuengchamnon, N., Hermans-Lokkerbol, A., & Ingkaninan, K. (2004). Separation and Detection of the Antioxidant Flavonoids, Rutin and Quercetin, Using HPLC Coupled on-line With Colorimetric Detection of Antioxidant Activity. *Naresuan University Journal*, 12, 25-37.
- Oktora, A.R., Ma'ruf, W.R. & Agustini, T.W. 2016. Pengaruh Penggunaan Senyawa Fiksator Terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Beta Karoten Mikroalga *Dunaliella salina* pada Kondisi Suhu Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3):206-213.
- Pannindriya Prayoga, Mega Safithri, Kustiariyah Tarman. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol *Spirulina platensis*, *Curr. Biochem.* 2020. 7(2): 47-51
- Parbuntari, H., Prestica, Y., Gunawan R., Nurman M. N., Adella, F. 2019, Preliminary Phytochemical Screening (Qualitative Analysis) of Cacao Leaves (*Theobroma cacao* L.), *Eksakta*, 19(2).
- Permata, F.P. 2017, Optimalisasi Ekstrak Daun Kopi Robusta (*Coffea Canephora Sp Var Robusta*) dengan Desain Faktorial dan Uji Antioksidan Formula Optimum dengan Metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), Skripsi, S.Farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Indonesia.

- Prabowo, A.Y, T. Estiasih, I. Purwatiningrum. 2014. Umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai bahan pangan mengandung senyawa bioaktif: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 (3):129-135.
- Prakash A. 2001. Antioxidant Activity, Medallion Laboratories: Analytical Progress, 19 (2) : 1-4.
- Pratt, D.E, B.J.F. Hudson. 1990. Natural antioxidants not exploited commercially. Elsevier Applied Science. London.
- Purwanto,D., Syaiful, B. & Ahmad R. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arbore Blume.*) dengan Berbagai Pelarut. *Jurnal Riset Kimia*. KOVALEN, 3(1):24-32.
- Ravi, M., De, S.L., Azharuddin, S., Paul, S.F.D. 2010. The Beneficial Effects of Spirulina Focusing on Its Immunomodulatory and Antioxidant Properties, Nutrition and Dietary Supplements, Dove Medical Press Ltd, 3–83 pp.
- Rasool, M. & Sabina, E.P. 2008, 'Evaluation of The Protective Potential of Spirulina fusiformis on lipid peroxidation and antioxidant status in adjuvant induced arthritic mic', *Pharmacologyonline*, 1:300-310.
- Ridlo, A., Sedjati, S. & Supriyantini, E.. 2015. Aktivitas Anti Oksidan Fikosianin dari Spirulina sp. Menggunakan Metode Transfer Elektron dengan DPPH (1,1-difenil-2 pikrilhidrazil). *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2):56-63.
- Rini. 2018, Formulasi dan Evaluasi Krim Antiaging dengan Variasi Konsentrasi Fikosianin *Spirulina platensis* serta Uji Aktivitas Antioksidan, *Skripsi*, S.Farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Indonesia.
- Rum, I.A., Suherman, A.W., Idar. 2021, Formulation and Evaluation of Peel-Off Gel Mask From Whole Milk Yoghurt and Seaweed (*Eucheima cottonii*) as Antioxidant Sources, *Pharm Pharmacol Int J*, 9(4) : 132 - 135.
- Rusanti, P. A. 2020, Optimasi Carboxymethylcellulose Sodium (CMC-Na) dan Carbopol® dalam Masker Gel Peel-Off Antioksidan Ekstrak Jamblang (*Szygium cumini* L.), *Skripsi*, Universitas Jember, Jember, Indonesia.
- Samosir, A.P., Runtuwene, M.R.J. & Citraningtyas, G. 2012. Uji aktivitas antioksidan dan total flavonoid pada ekstrak etanol pinang yaki (*Areca vestiaria*), diakses pada 3 Agustus 2022, <https://ejournal.unsrat.ac.id>.
- Sari, Rizka F. 2011. Kajian Potensi Senyawa Bioaktif *Spirulina platensis* sebagai Antioksidan [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.

- Sari, P.K.N., Ritmaleni & Sardjiman. 18 April 2015, Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Tetrahidroheksagamavunon-5 (THHGV-5), Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VII, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.
- Sastrahidayat IR. 2014. Peranan Mikroba Bagi Kesehatan Tanaman dan Lingkungan. Malang (ID): UB Press.
- Sayuti K, Yenrina R. Antioksidan alami dan sintetik. Padang: Andalas University Press; 2015. 31p.
- Sedjati, S., Yudiati, E & Suryono. 2012, Profil Pigmen Polar dan Non Polar Mikroalga Laut *Spirulina sp* dan Potensinya sebagai Pewarna Alami, *Jurnal Ilmu Kelautan*, **17(3)**: 176-181.
- Setiawan, B dan Eko Suhartono,. Stres Oksidatif dan Peran Antioksidan pada Diabetes Melitus. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 2005;55, No 2, hal 87–90.
- Shargel, L., Yu, A. B. C., & Wu-pong, S. (2012). Biofarmasetika dan farmakokinetika terapan (Fasich & S. Sjamsiah, Trans.). Surabaya: Airlangga University Press.
- Sharma, O.P. & Bhat, T.K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*. 113, 1201–1205.
- Shivaprasad, H.N., Mohan., M.D. & Kharya. 2005, In-vitro Models for antioxidant Activity Evaluation, diakses pada 23 November 2015,
- Sudha SS, Karthic R, Naveen, Rengaramanujam J. 2011. Anti hyperlipidemic activity of *Spirulina platensis* in triton x-100 induced hyperlipidemic rats. *Hygea Journal for Drugs and Medicines* 3(2):32-37.
- Sunanto, H. 2003. Budi Daya dan Penyulingan Kayu Putih. Kanisius. Yogyakarta. Indonesia.
- Supriyanto , Simon.BW, Rifa'i.M , Yunianta. 2017, Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica* Juss), Fakultas Teknik – Universitas Muria Kudus
- Tatraaljai D, Foldes E, Pukanszky B. Efficient melt stabilization of polyethylene with quercetin, a flavonoid type natural antioxidant. *Polym Degrad Stab*. 2014;102(1):41–8.
- Trinita, R.S. 2013, Aktivitas Antihiperlipidemik dan Antioksidan dari *Spirulina platensis* pada Umur Panen yang Berbeda, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Tristanto, R., Putri, M.A., Situmorang, A.P., Suryanti. 2014. Optimalisasi Pemanfaatan Daun Lamun *Thalassia hemprichii* sebagai sumber antioksidan alami. Available online at Indonesian Journal of Fisheries Science and Techonology (IJFST) Vol. 10 No.1: 26-29.
- Wahyulianingsih, Selpida, H. dan Abdul, M. 2016. “Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry)”. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, Vol. 3 (2): 188-193.
- Wanashundara, P.D. & Shahidi, F. 2005, Phenolic Antioxidant, *Food Sci Nutr*, 32(1): 185-191.
- Widowati W, Safitri R, Rumumpuk R, Siahaan M. Penapisan Aktivitas Superoksida Dismutase pada Berbagai Tanaman. *Jurnal Kedokteran Maranatha*. 2005;5 No. 1:33 48.
- Winarsi, H. 2007. Antioksidan alami dan radikal bebas. Kanisius. Jakarta. 23 hlm.
- Winata EW, Yunianta. Ekstraksi Antosianin Buah Murbei (*Morus alba* L.) Metode Ultrasonik Bath (Kajian Waktu dan Rasio Bahan : Pelarut). *J Pangan dan Agroindustri*. 2015;3(2):773–83.
- Windono, T., Soediman, S., Yudawati, U., Ermawati, E., Srielita, Erowati, T. I. Uji Peredam Radikal Bebas terhadap 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) dari Ekstrak Kulit Buah dan Biji Anggur (*Vitis vinifera* L.) Probolinggo Biru dan Bali. *Artocarpus*. 2001, 1, 34-43
- Young, I.S. and J.V. Woodside. 2001. Antioxodant in Health and Disease. *Journal of Clinical Pathology* 54; 176-186.
- Yudiati, E., Sedjati, S. & Agustian, R. 2011, Aktivitas antioksidan & toksisitas ekstrak metanol dan pigmen kasar *Spirulina* sp, *Ilmu Kelautan*, 16(4): 187 – 192
- Yu, L. 2008, *Wheat Antioxidant*, The University of Maryland, United States of America, Amerika Serikat.
- Zuhra, C.F., Tarigan, J.B., dan Sihotang, H., 2008, Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid dari Daun Katuk (*Sauropus androgunus* (L) Merr.), *Jurnal Biologi Sumatera*, 3(1) : 7-10