

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI SENYAWA
KARAGENAN DARI ALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) HASIL
EKSTRAKSI SONIKASI DENGAN VARIASI PELARUT DAN
KONSENTRASI PELARUT**

SKRIPSI

**Oleh:
AFIFAH AYUDITYA
NIM. 17630029**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI SENYAWA
KARAGENAN DARI ALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) HASIL
EKSTRAKSI SONIKASI DENGAN VARIASI PELARUT DAN
KONSENTRASI PELARUT**

SKRIPSI

**Oleh:
AFIFAH AYUDITYA
NIM. 17630029**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana
Malik Ibrahim Malang Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI SENYAWA
KARAGENAN DARI ALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) HASIL
EKSTRAKSI SONIKASI DENGAN VARIASI PELARUT DAN
KONSENTRASI PELARUT**

SKRIPSI

Oleh :
AFIFAH AYUDITYA
NIM. 17630029

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 7 Desember 2021

Pembimbing I



A. Ghazaim Fasyaa, M.Si
NIP. 19820616 200604 1 002

Pembimbing II



Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIDT. 1989011320180201 1 244

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI SENYAWA
KARAGENAN DARI ALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) HASIL
EKSTRAKSI SONIKASI DENGAN VARIASI PELARUT DAN
KONSENTRASI PELARUT**

SKRIPSI

**Oleh:
AFIFAH AYUDITYA
NIM. 17630029**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi Dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 7 Desember 2021**

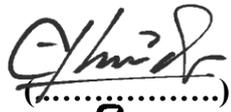
**Penguji Utama : Himmatul Barroroh, M.Si
NIP: 19750730 200312 2 001**

**Ketua Penguji : Ahmad Hanapi, S.Si, M.Sc
NIDT: 19851225 20160801 1 069**

**Sekretaris Penguji : A. Ghanaim Fasya, M. Si
NIP: 19820616 200604 1 002**

**Anggota Penguji : Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIDT. 1989011320180201 1 244**


(.....)


(.....)


(.....)


(.....)

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Afifah Ayuditya

NIM : 17630029

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Uji Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Karagenan dari Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) Hasil Ekstraksi Sonikasi dengan Variasi Pelarut dan Konsentrasi Pelarut.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila ini di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 Desember 2021

Yang membuat pernyataan



Afifah Ayuditya

NIM. 17630029

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku tercinta yang selalu mendoakan, mendukung dan membantu yang selalu ada disaat aku sedang jatuh. Serta adik-adikku yang selalu menjadi penyemangat.

Keluarga besarku khususnya kung wito dan uti serta saudara-saudaraku semuanya yang selalu membantu dan mendoakan yang terbaik buatku

MOTTO

Q.S 94:5

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan,

Q.S 94:6

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.

Q.S 94:7

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ

Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain),

Q.S 94:8

وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ

dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nam Allah swt yang maha pengasih dan maha penyayang, penulis panjatkan puji dan syukur atas rahmat, hidayah dan inayah-Nya yang selalu terlimpahkan sehingga terselesaikannya penulisan skripsi penelitian yang berjudul **“Uji Antioksidan dan Identifikasi senyawa Karagenan dari Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) Hasil Ekstraksi Sonikasi dengan Variasi Pelarut dan Konsentrasi Pelarut”**. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung penulis hingga bisa sampai di tahap ini.
2. Keluarga besar penulis yang sudah mendukung dan membantu
3. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
6. Bapak A. Ghanaim Fasya, M.Si selaku pembimbing dan Bapak Oky Bagas Prasetyo, M. Pd.I selaku pembimbing agama. Terimakasih banyak atas segala ilmu dan bimbingannya hingga terselesaikannya penelitian ini. Serta seluruh dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu, wawasan dan nasihat yang sangat bermanfaat.

7. Teman-teman terdekatku Devi, Ifit, Fira, Sakina, Arif, Faskho yang merupakan teman seperjuangan penelitian yang selalu saling membantu dan menyemangati
8. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2017 dan juga kelas Kimia A yang sudah mendukung dan mendoakan
9. Teman-teman yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian skripsi yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga amal perbuatan Bapak/Ibu serta semua pihak yang sudah membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini di ridhoi oleh Allah swt.

Malang, 12 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alga Merah (<i>Eucheuma cottonii</i>).....	8
2.2 Karagenan	10
2.2.1 Sifat Fisika Kimia Karagenan	11
2.2.2 Aplikasi Karagenan.....	14
2.3 Ekstraksi Sonikasi	15
2.4 Kromatografi Lapis Tipis.....	19
2.5 Identifikasi Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR	21
2.5 Antioksidan	23
2.6 Uji Aktivitas Antioksidan	24

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan.....	27
3.2.1 Alat.....	27
3.2.2 Bahan	27
3.3 Rancangan Penelitian.....	27
3.4 Tahapan Penelitian	28
3.5 Pelaksanaan Penelitian	28
3.5.1 Ekstraksi karagenan dengan metode sonikasi	29
3.5.2 Analisis rendemen karagenan	29
3.5.3 Uji Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR	29

3.5.4 Uji Kemurnian Karagenan dengan KLT dan Uji Titik Leleh	29
3.5.4.1 KLT	30
3.5.4.2 Uji Titik Leleh	30
3.5.5 Uji Kelarutan	30
3.5.6 Uji Aktivitas Antioksidan Karagenan	30
3.5.6.1 Pembuatan Stok Larutan Diphenyl Picrylhydrazyl (DPPH)	30
3.5.6.2 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH	31
3.5.6.3 Pembuatan Larutan Blanko	31
3.5.6.4 Pembuatan Larutan Kontrol Positif Vitamin C	31
3.5.6.5 Pembuatan Larutan Uji Karagenan	31
3.5.6.6 Pengukuran Serapan dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	31
3.5.6.7 Penentuan Nilai IC ₅₀ (<i>Inhibitory Concentration</i>)	32
3.5.6.8 Penentuan Nilai AAI (<i>Antioxidant Activity Index</i>)	32
3.5.7 Parameter Pengamatan	32
3.5.7.1 Parameter Utama	32
3.5.7.2 Parameter Pendukung	32
3.5.8 Analisis Data	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ekstraksi Karagenan	42
4.2 Rendemen Karagenan	47
4.3 Uji Kemurnian Karagenan	50
4.3.1 Kromatografi Lapis Tipis	50
4.3.2 Uji Titik Leleh	53
4.4 Uji Kelarutan	54
4.5 Uji Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR	56
4.6 Uji Aktivitas Antioksidan Karagenan	59
4.6.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH	59
4.6.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan	60
4.7 Pemanfaatan Senyawa Karagenan dalam Perspektif	65

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69

DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	78
Lampiran 2. Diagram Alir.....	78
Lampiran 3. Perhitungan dalam uji aktivitas antioksidan.....	82
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen.....	84
Lampiran 5. Perhitungan Rf.....	85
Lampiran 6. Spektra FTIR	87
Lampiran 7. Tabel spektrum FTIR	91
Lampiran 8. Data Hasil Uji Antioksidan	92
Lampiran 9. Nilai IC ₅₀	105
Lampiran 10. Analisis Anova	116
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i>	12
Gambar 2.2 Struktur Karagenan	15
Gambar 2.3 Model heliks ganda i-karagenan	16
Gambar 2.4 Struktur helix ganda pada kappa karagenan.....	17
Gambar 2.5 Reaksi siklisasi yang dikatalisasi oleh alkali pada karagenan	18
Gambar 2.6 Fenomena Kavitasi.....	24
Gambar 2.7 Spektogram Karagenan	31
Gambar 2.8 Spektra Karagenan	32
Gambar 2.9 Reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas	37
Gambar 4.1 Reaksi larutan alkali dengan mu-karagenan	48
Gambar 4.2 Mekanisme pembentukan kappa karagenan dengan larutan alkali	49
Gambar 4.3 Karagenan hasil ekstraksi.....	50
Gambar 4.4 Hubungan Konsentrasi Pelarut dengan Rendemen Karagenan.....	52
Gambar 4.5 Ilustrasi Hasil KLT.....	56
Gambar 4.6 Spektra hasil FTIR senyawa karagenan komersil dan karagenan hasil isolasi	61
Gambar 4.7 Spektra lamda maksimum larutan DPPH 0,2 Mm.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i>	13
Tabel 2.2 Daya kelarutan karagenan pada berbagai media pelarut.....	19
Tabel 2.3 Stabilitas pH Karagenan	19
Tabel 2.4 Spesifikasi mutu karagenan	21
Tabel 2.5 Analisis panjang gelombang pada ikatan karagenan	33
Tabel 2.6 Tingkat Kekuatan Antioksidan	38
Tabel 4.1 Rata-rata Rendemen Karagenan	49
Tabel 4.2 Data identifikasi KLT karagenan komersil dan karagenan isolasi	56
Tabel 4.3 Data identifikasi karagenan komersil dan karagenan isolasi dengan uji titik leleh.....	58
Tabel 4.4 Uji Kelarutan Karagenan	59
Tabel 4.5 Data Spektrum FTIR Karagenan	61
Tabel 4.6 Nilai IC ₅₀ aktivitas antioksidan karagenan	66

ABSTRAK

Ayuditya, A. 2021. **Uji Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Karagenan dari Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) Hasil Ekstraksi Sonikasi dengan Variasi Pelarut dan Konsentrasi.** *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: A. Ghanaim Fasya, M.Si; Pembimbing II: Oky Bagus Prasetyo, M.Si.

Kata Kunci : *Eucheuma cottonii*, Karagenan, Antioksidan, FTIR. Sonikasi

Eucheuma cottonii merupakan alga merah yang memiliki senyawa bioaktif yang sangat berguna dan dapat dikonsumsi. Karagenan adalah kelas polisakarida galaktan yang terdapat sebagai bahan matriks antar sel dalam rumput laut merah atau ganggang laut dari kelas *Rhodophyta*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan senyawa karagenan pada alga merah *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi.

Metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi sonikasi dengan menggunakan pelarut KOH dan NaOH masing-masing konsentrasi pelarut yaitu 5%, 7% dan 10% dengan frekuensi 40 kHz. Perbandingan rumput laut dan pelarut 1:30 (b/b). Ekstraksi dilakukan pada suhu 50°C dalam waktu 50 menit. Hasil ekstraksi akan diuji gugus fungsionalnya menggunakan FTIR. Kemudian, dilakukan uji kemurnian dengan menggunakan KLT (Kromatografi Lapis Tipis) dan uji titik leleh. Hasil dari uji kemurnian digunakan untuk uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH.

Hasil penelitian didapatkan rendemen karagenan dengan pelarut NaOH 5%, NaOH 7% dan NaOH 10% berurut-turut sebesar 22,08%, 45,23% dan 59,01%. Rendemen karagenan yang dihasilkan dengan pelarut KOH 5%, KOH 7%, dan KOH 10% berurut-turut sebesar 9,32%, 10,78% dan 28,53%. Nilai IC₅₀ karagenan dengan pelarut NaOH 5%, NaOH 7% dan NaOH 10% berurut-turut sebesar 276,4 ppm, 289,7 ppm, 208,6 ppm. Pelarut KOH 5%, KOH 7%, dan KOH 10% berurut-turut sebesar 245,3 ppm, 185,5 ppm, 359,6 ppm. Hasil analisis data menunjukkan bahwa penggunaan pelarut dan konsentrasi pelarut berpengaruh terhadap rendemen karagenan. Karagenan dengan pelarut NaOH 10% memberikan rendemen terbaik yaitu sebesar 59,01% dan aktivitas antioksidan sebesar 208,6 ppm.

ABSTRACT

Ayuditya, A. 2021. **Antioxidant Activity Test and Identification of Carrageenan Compounds From Red Algae (*Eucheuma cottonii*) Result of Sonication Extraction With Variation of Solvents and Concentrations of Solvents.** Thesis. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor I: A. Ghanaim Fasya, M.Si; Supervisor II: Oky Bagas Prasetyo, M.Si.

Keywords: *Eucheuma cottonii*, Carrageenan, Antioxidants, FTIR. Sonication

Eucheuma cottonii is a red algae which has bioactive compounds which are very useful and can be consumed. Carrageenan is a class of galactant polysaccharides which is present as an intercellular matrix material in red seaweed or marine algae from the Rhodophyta class. This study was used to determine the antioxidant activity of carrageenan compounds in the sonication extracted red algae *Eucheuma cottonii*.

The extraction method used is sonication extraction using KOH and NaOH with concentration solvents is 5%, 7 % and 10% and frequency of 40 kHz. The ratio of seaweed and solvent is 1:30. Extraction was carried out at 50 ° C within 50 minutes. The results of the extraction will be tested for their functional groups using FTIR. Then, the purity test was carried out using TLC (Thin Layer Chromatography) and the melting point test. The results of the purity test were used to test the antioxidant activity using the DPPH method.

The results showed that the yield of carrageenan produced with 5% NaOH, 7% NaOH and 10% NaOH solvents was 22.08%, 45.23% and 59.01%, respectively. The yield of carrageenan produced with 5% KOH, 7% KOH, and 10% KOH solvents were 9.32%, 10.78% and 28.53%. The IC₅₀ values of carrageenan with 5% NaOH, 7% NaOH and 10% NaOH solvents were 276.4 ppm, 289.7 ppm, 208.6 ppm, respectively. The solvents for KOH 5%, KOH 7%, and KOH 10% were 245.3 ppm, 185.5 ppm, 359.6 ppm. The results of data analysis showed that the use of solvents and solvent concentration had an effect on the yield of carrageenan. Carrageenan with 10% NaOH solvent gave the best yield of 59.01% and antioxidant activity of 208.6 ppm.

مستخلص البحث

أيودتيا، أ. ٢٠٢١. إختبار نشيطة المضادة للأوكسدة مستحضر كاراجينان من الطحالب الحمراء (*Eucheuma cottonii*) حصيلة استخراج الصوتنة بتنوع المذيب والإكترات. البحث العلمي. قسم الكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج.

الكلمات المفاتيح: (*Eucheuma cottonii*)، كاراجينان، المضادة للأوكسدة، (FTIR)، الصوتنة. المشرف الأول: أ غنائم باشا، الماجستير؛ المشرف الثاني: أوكي باجاس براستيو، الماجستير.

Eucheuma cottonii هو الطحالب الحمراء التي تملك مستحضر النشطة بيولوجيا الذي ينفع جدا وتستطيع ان تتناول. كاراجينان هو فصل السكاريد السكر اللبن الذي يكون مادة القالب بين الخلية في حشيشة البحر الحمراء أو طحلب البحر من فصل (*Rhodophyta*). يستخدم هذا البحث لمعرفة نشيطة المضادة للأوكسدة مستحضر كاراجينان من الطحالب الحمراء (*Eucheuma cottonii*) حصيلة استخراج الصوتنة.

طريقة الإستخراج التي تستخدم هي استخراج الصوتنة بمذيب (KOH) و (NaOH)، كل إكترات المذيب ه ٥ %، ٧ %، و ١٠ % بتردد ٤٠ (kHz). مقارنة بين حشيشة البحر والمذيب ١:٣٠ (ب/ب). يفعل استخراج في الحرارة ٥٠ درجة في خلال ٥٠ دقائق. ستختبر حصيلة استخراج مجموعاتا وظيفية باستخدام (FTIR). ثم، يفعل اختبار الصفاء باستخدام (KLT) كروماتوغرافي الصفيحة واختبار النقطة الإنصهار. تستخدم حصيلة اختبار الصفاء لاختبار نشيطة المضادة للأوكسدة بطريقة (DPPH).

تنال حصيلة البحث أثمر كاراجينان الذي يحصل بمذيب (NaOH) ٥ %، (NaOH) ٧ %، و (NaOH) ١٠ % تواترا ٢٢،٠٨ %، ٤٥،٢٣ %، و ٥٩،٠١ %. أثمر كاراجينان الذي يحصل بمذيب (KOH) ٥ %، (KOH) ٧ %، و (KOH) ١٠ % تواترا ٩،٣٢ %، ١٠،٧٨ %. و ٢٨،٥٣ % قيمة (IC50) الممتاز التي تنال في كاراجينان بمذيب (NaOH) ١٨٥،٥ ف ف م، تدل أن كاراجينان الذي يعزل بمذيب (NaOH) ١٠ % يستطيع ان يحفظ المضادة للأوكسدة في كاراجينان لاتتحرف وهذه الطريقة تستطيع ان تفعل للبحث التالي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai laut yang kaya akan berbagai sumber hayati dan lingkungan yang sangat potensial. Berbagai sumber daya hayati tersebut merupakan potensi pembangunan yang sangat penting sebagai sumber pertumbuhan ekonomi Indonesia. Jika dikelola dengan baik, maka bisa meningkatkan kesejahteraan rakyat, khususnya bagi para nelayan dan masyarakat yang tinggal di daerah pesisir, sehingga ketahanan ekonomi akan terwujud. Salah satu faktor yang dapat menunjang keberhasilan yaitu disektor perikanan, pada saat ini usaha-usaha pengolahan sumber daya alam yang banyak dihasilkan yaitu rumput laut yang telah menunjukkan berbagai kemajuan yang berarti bagi peningkatan kesejahteraan umat manusia.

Rumput laut (*sea weed*) menempati posisi penting dalam produksi perikanan Indonesia, khususnya usaha perikanan non ikan, rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan karena permintaan yang terus meningkat baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun untuk diekspor (Ega, dkk., 2016). Tidak hanya rumput laut, banyak sekali tumbuhan dan hewan laut yang bisa dimanfaatkan, sebagaimana dijelaskan dalam Al-Quran surat an Nahl ayat 14:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حَبْلًا حَلِيَّةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ
مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur”.

Menurut Imam ibn Jarir al-Tabari, Surat an Nahl ayat 14 ini mengungkapkan nikmat Allah swt kepada makhluk-Nya berupa menundukkan segala hal yang ada di lautan untuk manusia. Laut dapat diartikan dengan laut dengan airnya asin ataupun sungai yang airnya tawar. Kedua tempat tersebut diberikan Allah swt kepada manusia untuk digunakan sebaik mungkin.

Menurut al-Tabari pada ayat ini terdapat redaksi *Mawakhir* yang merupakan bentuk jamak dari kata *Makhir*. Redaksi ini dalam bahasa arab artinya suara arah angin. Tetapi jika dikaitkan dengan ayat ini, maka artinya menjadi suara perahu yang berlayar di lautan mengikuti arus air dan arah angin. Semua ini diciptakan oleh Allah swt agar manusia dapat mencari penghidupan dengan memanfaatkan hasil dari laut. Sehingga tujuan akhir dari hal ini agar manusia dapat mensyukuri nikmat Allah swt yang telah diberikan kepada hamba-Nya (Muhammad ibn Jarir al-Tabari, *Jami' al-Bayan 'An Ta'wil Ay al-Qur'an*)

Manusia dapat mengambil manfaat dari laut seperti mengonsumsi daging ikan segar, tumbuhan seperti rumput laut yang bisa di olah lagi menjadi tepung karagenan. Dengan ini Allah swt, menundukkan laut untuk hamba-Nya agar dapat dijadikan sarana kehidupan dan keberkahan untuk saling membantu antara umat manusia dan juga hal ini bertujuan supaya manusia dapat bersyukur kepada Allah swt atas nikmat yang telah diberikan.

Manfaat rumput laut dapat digunakan langsung sebagai bahan makanan, macam-macam hasil olahan rumput laut seperti agar-agar, karagenan dan alginat

adalah senyawa yang cukup penting dalam industri. Rumput laut yang cukup potensial dan banyak di perairan Indonesia yaitu *Eucheuma sp* yang dapat menghasilkan karagenan dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai kegunaan antara lain sebagai *emulsifier* (Ramasari, dkk., 2012), *thickener* (Desiana, 2015), bahan penstabil, perekat, pensuspensi, pembentukan tekstur (Murdiningsih, 2018), matriks tablet (Ferdiansyah, 2017), sebagai bahan pengemas *edible coating* dan *edible film* (Panggabean, 2018), sebagai ekstruksi dalam pembuatan pellet (Prihastuti dan Abdassah, 2019), serta pengemulsi yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Hasan, dkk., 2019)

Salah satu jenis rumput laut *Eucheuma sp.* yang dapat dimanfaatkan adalah *Eucheuma cottonii*. Jenis ini mempunyai nilai ekonomi tinggi karena sebagai penghasil karagenan. Dalam dunia industri dan perdagangan, karagenan, dapat digunakan sebagai bahan baku untuk industri makanan, farmasi, kosmetik, bioteknologi dan non pangan (Prasetyowati, dkk., 2008). Di industri makanan karagenan digunakan untuk memperbaiki penampilan produk kopi, susu, sosis, jeli dan es krim (Ega, dkk., 2016). Pada bidang farmasetik karagenan dikenal sebagai matriks tablet oral, agen pembentuk gel, peningkat viskositas, peningkat permeabilitas, sistem penghantar obat, dan juga dimanfaatkan dalam produksi semi sentetik antibiotik dan asam D-aspartat (Prihastuti dan Abdassah, 2019)

Widyastuti (2010) melaporkan rumput laut memiliki kandungan nutrisi yang cukup lengkap antara lain air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%), serat kasar (3%) dan abu (22,25%). Selain kandungan gizi yang baik, rumput laut juga mengandung senyawa hidrokoloid, seperti karagenan, agar dan alginat. Dahuri (2003) melaporkan karagenan dan agar dihasilkan oleh rumput

laut (alga) merah (*Rodhophyceae*), sedangkan alginat dihasilkan oleh alga coklat (*Phaeophyceae*). Ketiga senyawa hidrokoloid tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi, mengingat manfaatnya yang demikian luas sebagai pengemulsi dan pengental dalam industri makanan, kosmetik, obat-obatan, tekstil dan lain-lain mengingat potensi ekonominya yang demikian besar dan ketersediaannya yang beraneka ragam di perairan laut Indonesia yang luas.

Karagenan merupakan senyawa pengental yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat. Karagenan merupakan molekul besar yang terdiri dari lebih 1.000 residu galaktosa (Uju, dkk., 2018). Karagenan adalah polisakarida linear berupa galaktan tersulfatasi yang diekstrak dari rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Karagenan sebagai hidrokoloid, secara umum tidak dimanfaatkan dari segi nutrisinya, tetapi lebih sering karena sifat fungsionalnya. Sifat fungsional yang berhubungan dengan pembentukan gel banyak dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, bahan untuk perbaikan tekstur, pengental dan pengikat air (hidrogel). Sifat ini antara lain meliputi kekuatan gel (*gel strength*), waktu pembentukan gel, suhu pembentukan gel, dan suhu pelelehan gel. Secara umum, pemungutan karagenan dari rumput laut membutuhkan beberapa tahap, yaitu proses perendaman, ekstraksi, pemisahan karagenan dengan pelarutnya, kemudian pengeringan karagenan. Setiap tahap dalam pengolahan ini akan mempengaruhi rendemen dan kualitas karagenan (Distantina, dkk., 2012).

Panggabean, dkk. (2018) telah melakukan ekstraksi karagenan pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan metode uap. Ekstraksi ini dilakukan dengan menggunakan pelarut NaOH 3% dan KOH 4% dengan lama ekstraksi yaitu 5 jam rendemen yang dihasilkan yaitu 10% dan 14%. Karagenan yang

dihasilkan pada penelitian ini berwarna putih dan halus serta memiliki kualitas yang baik yang dilihat dari pengujian rendemen, kadar air, kadar abu, dan nilai pH.

Jaya, dkk. (2019) telah melakukan penelitian ekstraksi dan karakterisasi karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. Pada penelitian ini menghasilkan karagenan dengan karakteristik terbaik yaitu dengan perlakuan waktu 2 jam dan suhu 50 °C dengan rendemen 78,4% dengan karakteristik yaitu viskositas 9,155 cP, kadar sulfat 3,902% dan kekuatan gel sebesar 7g.

Junaidi, dkk. (2018) mengungkapkan konsentrasi KOH (6%, 8% dan 10%) berpengaruh terhadap rendemen proses pembuatan karagenan. Untuk lama ekstraksi 1 jam, peningkatan konsentrasi KOH dari 6% menjadi 8% dapat meningkatkan rendemen dari 32,04% menjadi 38,11% untuk *Kappaphycus alvarezii* umur 30 hari. Sedangkan untuk waktu ekstraksi 2 jam, peningkatan konsentrasi KOH dari 6% menjadi 8% dapat meningkatkan rendemen dari 31,45% menjadi 39,78% untuk *Kappaphycus alvarezii* umur 14 hari dan dari 37,06% menjadi 41,09% untuk *Kappaphycus alvarezii* umur 30 hari.

Kandungan karagenan dalam rumput laut merah jenis *Eucheuma cottonii* berfungsi sebagai pengental dan juga mengandung zat antioksidan. Antioksidan yang berasal dari sumber alam dapat meningkatkan ketahanan makanan. Karagenan merupakan senyawa polisakarida yang dihasilkan dari beberapa jenis alga merah memiliki sifat antibakteri, antiinflamasi, antipiretik, antikoagulan dan aktivitas biologis lainnya (Tejakusuma, dkk., 2015).

Antioksidan adalah senyawa yang bertugas untuk menetralkan peningkatan radikal bebas, melindungi sel dari efek toksik yang dihasilkan serta berkontribusi

dalam pencegahan penyakit-penyakit. Selama ini antioksidan sintetik sering digunakan karena dapat menetralkan radikal bebas namun dapat menimbulkan efek toksik. Hal tersebut membuat para peneliti semakin berminat meneliti antioksidan alami terutama yang berasal dari tanaman karena lebih aman daripada antioksidan sintetik dan mempunyai manfaat luas dibidang pengawetan pangan, kesehatan, kosmetik dan pencegahan penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas (Aminah, dkk., 2020).

Karagenan yang dihasilkan dari rumput laut menunjukkan adanya aktivitas antioksidan. Hasil penelitian Pangestu, dkk. (2017) mengungkapkan penambahan karagenan pada yogurt powder daun kopi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari $30,72 \pm 0,1\%$ menjadi $62,07 \pm 0,1\%$. Uji aktivitas antioksidan dalam penelitian ini menggunakan metode DPPH. Hasil uji yang diperoleh penambahan karagenan sampai 3% menyebabkan meningkatnya antioksidan dan viskositas yogurt powder tanpa mempengaruhi nilai pH.

Hasil pengukuran antioksidan yogurt powder daun kopi dan yogurt tanpa daun kopi dengan penambahan jumlah karagenan yang berbeda telah dilakukan oleh Pangestu, dkk. (2017) dimana penambahan karagenan pada yogurt dengan daun kopi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari $60,51 \pm 0,218\%$ menjadi $75,55 \pm 0,025\%$ atau terjadi peningkatan sebanyak 1,2 kali lipat. Sedangkan penambahan karagenan pada yogurt tanpa daun kopi juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari $30,72 \pm 0,1\%$ menjadi $62,07 \pm 0,1\%$ terjadi peningkatan 2 kali lipat. Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa penambahan jumlah karagenan akan meningkatkan secara nyata aktivitas antioksidan pada yogurt powder baik dengan daun kopi maupun tanpa daun kopi.

Melihat kegunaan dan kebutuhan karagenan dalam berbagai bidang yang semakin meningkat, maka produksi karagenan perlu ditingkatkan. Ada berbagai cara untuk menghasilkan karagenan, salah satunya adalah proses ekstraksi. Teknik ekstraksi konvensional yang digunakan selama ini (maserasi, soxhlet, dan hidrodistilasi) pada umumnya berdasarkan pada pemilihan dan penggunaan sejumlah besar volume pelarut yang tepat disertai dengan pemanfaatan panas dan/atau pengadukan untuk memperbaiki kelarutan komponen sehingga dapat meningkatkan laju perpindahan massa-nya. Teknik tersebut membutuhkan banyak waktu dan beresiko terjadinya degradasi thermal terhadap sebagian atau sejumlah besar konstituen nabati yang terkandung didalamnya serta pemanfaatan sejumlah besar volume pelarut berdampak pada penambahan biaya produksi, yaitu saat pengadaan maupun pembuangan racun pelarut yang berbahaya bagi lingkungan. Pada dekade terakhir diperkenalkan beberapa teknik ekstraksi alternatif untuk meminimalkan keterbatasan tersebut, diantaranya ekstraksi ultasonik dan gelombang mikro (Hasan, dkk., 2018)

Pada sepuluh tahun terakhir diperkenalkan beberapa teknik ekstraksi alternatif, di antaranya ekstraksi ultrasonik. Keuntungan terbesar dari pembentukan gel karagenan menggunakan metode ekstraksi ultrasonik adalah menjaga kualitas tekstur gel, dan prosesnya lebih aman, sederhana, efektif dan efisien. Penggunaan gelombang dengan frekuensi 20-40 kHz dapat meningkatkan sifat tekstur gel karagenan, seperti kekerasan gel. Selain itu pembentukan gel karagenan dengan metode ini potensial pada pembuatan gel karagenan berkualitas dengan sifat dan karakteristik yang sesuai dengan standar mutu karagenan (Mahyati, dkk., 2018).

Murdiningsih (2017) telah melakukan penelitian ekstraksi sonikasi dari rumput laut *Eucheuma cottonii* yang menyebutkan bahwa ekstrak karagenan hasil ekstraksi konvensional *yield* sebesar 65% pada waktu 3 jam, rasio rumput terhadap pelarut 1:40 (b/b), pH 9, dan suhu 90 °C, sedangkan pada ekstraksi dengan gelombang ultrasonik diperoleh *yield* sebesar 65,79 % pada kondisi operasi optimum yaitu waktu ekstraksi 40 menit, rasio rumput laut dengan pelarut 1:30 (b/b), suhu 50 °C, dan daya gelombang ultrasonik medium.

Berdasarkan penjelasan di atas, banyak sekali manfaat yang diperoleh dari senyawa karagenan. Maka dari itu perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang aktivitas antioksidan yang terdapat pada senyawa karagenan hasil ekstraksi sonikasi untuk dijadikan sebagai sumber senyawa antioksidan alami yang bisa dimanfaatkan di bidang industri makanan, kosmetik maupun obat-obatan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pelarut dan konsentrasi pelarut yang berbeda terhadap rendemen senyawa karagenan *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi ?
2. Apakah jenis senyawa karagenan *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi dengan variasi pelarut dan konsentrasi ?
3. Bagaimana aktivitas antioksidan pada senyawa karagenan *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi dengan variasi pelarut dan konsentrasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pelarut dan konsentrasi pelarut yang berbeda terhadap rendemen senyawa karagenan *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi
2. Mengetahui jenis senyawa karagenan *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi dengan variasi pelarut dan konsentrasi
3. Mengetahui aktivitas antioksidan pada senyawa karagenan *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi dengan variasi pelarut dan konsentrasi

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah alga merah jenis *Eucheuma cottonii* dari perairan Wongsorejo Banyuwangi
2. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode ekstraksi sonikasi dengan variasi pelarut (KOH dan NaOH) dan konsentrasi pelarut (5%, 7% dan 10%)
3. Uji kemurnian karagenan dengan menggunakan KLT dan uji titik leleh
4. Uji antioksidan menggunakan metode DPPH
5. Instrumen yang digunakan untuk uji gugus fungsi karagenan adalah FTIR

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah kepada pembaca bahwa terdapat aktivitas antioksidan pada senyawa karagenan yang berasal dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* hasil ekstraksi sonikasi. Penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan informasi mengenai cara ekstraksi karagenan *Eucheuma cottonii* dengan metode sonikasi yang diharapkan

dapat mempermudah pengkajian lebih lanjut senyawa karagenan di bidang kesehatan, farmasi, dan industri pangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alga Merah (*Eucheuma cottonii*)

Rumput laut adalah makhluk makroskopis dan alga multiseluler yang umumnya berada di daerah pesisir. Jumlah rumput laut diperkirakan sekitar 9.000 spesies yang diklasifikasi menjadi tiga kelompok utama berdasarkan pigmennya yaitu *phaeophyta*, *rhotophyta* dan *chlorophyta*. Produksi rumput laut yang dihasilkan dari budidaya secara global melebihi 24 juta ton (US\$ 6,4 miliar) (FAO, 2014)

Rumput laut merah mengandung senyawa metabolit sekunder dalam bentuk yang berbeda misalnya terpenoid, steroid, kumarin, flavonoid, dan alkaloid. Rumput laut coklat kaya akan zat bioaktif polifenol, florotanin, dan senyawa tanin yang memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas radikal bebas dan menyerap logam yang diaplikasikan pada makanan. Rumput laut juga memiliki kemampuan sebagai antioksidan, imunostimulan, dan aktivitas antibakteri (Yanuarti, dkk., 2017)

Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu *carragaenophytes* yaitu rumput laut penghasil karagenan, yang berupa senyawa polisakarida. Karagenan dalam rumput laut mengandung serat (*dietary fiber*) yang sangat tinggi. Serat yang terdapat pada karagenan merupakan bagian dari serat gum yaitu jenis serat yang larut dalam air. Karagenan dapat terekstraksi dengan air panas yang mempunyai kemampuan untuk membentuk gel. Sifat pembentukan gel pada rumput laut ini dibutuhkan untuk menghasilkan pasta yang baik, karena

termasuk ke dalam golongan *Rhodophyta* yang menghasilkan florin starch (Anggadiredja, 2011).

Anggadireja (2011) mengungkapkan taksonomi dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Rhodophyta
Kelas : Rhodophyceae
Ordo : Gigartinales
Famili : Solieriaceae
Genus : *Eucheuma*
Spesies : *Eucheuma cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*)



Gambar 2.1 Rumput laut *Eucheuma cottonii* (Anton, 2017)

Wisnu dan Rachmawati (2007) telah melakukan uji laboratorium kandungan nutrisi rumput laut kering *Eucheuma cottonii*

Tabel 2.1 Kandungan Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		
			Asin	Tawar	Alkali
1.	Air	%	26,77	18,62	21,75
2.	Abu	%	34,38	15,13	15,77
3.	Lemak	%	0,51	0,58	0,55
4.	Protein	%	1,87	2,09	1,71
5.	Serat Kasar	%	0,90	5,29	19,64
6.	Karbohidrat	%	35,57	58,29	40,58
7.	Energi	Kkal/100gr	154,4	246,7	174,1
9.	Karagenan	%	23,68	20,97	18,23

Di dalam rumput laut terdapat nilai nutrisi yang tinggi, yaitu Protein, Karbohidrat, dan Serat Kasar. Zat-zat tersebut sangat baik untuk dikonsumsi sehari-hari karena mempunyai fungsi dan peran penting untuk menjaga dan mengatur metabolisme tubuh manusia.

Rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* selain memiliki daya tahan terhadap penyakit, juga mengandung karagenan kelompok kappa karagenan dengan kandungan yang relatif tinggi, yakni sekitar 50% atas dasar berat kering. Kappa karagenan bernilai ekonomi tinggi, yakni 10 sampai 20 kali harga rumput laut. Atas dasar tersebut kandungan karagenan rumput laut *Eucheuma cottonii* dijadikan sebagai faktor utama penentu mutu, dalam arti makin tinggi kandungan karagenan makin tinggi mutu rumput laut *Eucheuma cottoni* (Jaya, dkk., 2019).

2.2 Karagenan

Karagenan adalah polisakarida yang terdiri atas sejumlah unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa yang berikatan dengan gugus sulfat atau tidak

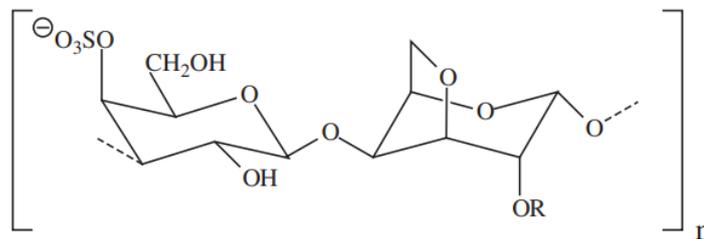
dengan ikatan α 1,3-D-galaktosa dan β 1,4-3,6-anhidrogalaktosa. Penamaan pada monomer karagenan berawal dari unit galaktosa sebelum terjadinya siklisasi. Penomoran substituent di mulai dari gugus karbonil. Pada cabang nomor 3 dan 6 terdapat substituent anhidro dikarenakan ada penghilangan gugus hidrogen pada OH maka dari itu monomer pertama disebut 3,6-anhidrogalaktosa. Sedangkan monomer yang kedua pada karagenan dinamakan galaktosa-4-sulfat, karena pada cabang nomor 4 terdapat gugus sulfat. Sistem penomoran nama cabang dipilih angka yang paling kecil.

Karagenan pada rumput laut memiliki fungsi sebagai struktur hidrofilik dan agar-agar yang fleksibel untuk mengakomodasi berbagai tekanan arus dan gerakan gelombang di dalam air. Karena sifatnya yang dapat terbiodegradasi, karagenan banyak digunakan sebagai pengatur viskositas, zat penstabil, zat pengental dan banyak lagi (Prihastuti dan Abdasah, 2019).

Karagenan sebagai hidrokoloid, secara umum tidak dimanfaatkan dari segi nutrisinya, tetapi lebih sering karena sifat fungsionalnya. Sifat fungsional yang berhubungan dengan pembentukan gel banyak dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, bahan untuk perbaikan tekstur, pengental dan pengikat air (hidrogel). Sifat ini antara lain meliputi kekuatan gel (*gel strength*), waktu pembentukan gel, suhu pembentukan gel, dan suhu pelelehan gel. Secara umum, pemungutan karagenan dari rumput laut membutuhkan beberapa tahap, yaitu proses perendaman, ekstraksi, pemisahan karagenan dengan pelarutnya, kemudian pengeringan karagenan. Setiap tahap dalam pengolahan ini dapat mempengaruhi rendemen dan kualitas karagenan. Metode etanol precipitation merupakan proses yang banyak digunakan untuk pemisahan karagenan dari pelarutnya. Pada proses ini, karagenan

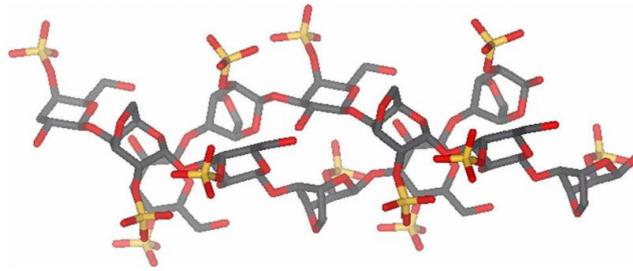
yang merupakan polimer dengan bobot molekul tinggi akan mengendap, sedangkan pelarut akan terlarut dalam etanol. Etanol yang digunakan dalam ethanol precipitation ini dapat dimurnikan kembali sehingga dapat dimanfaatkan lagi. (Distantina, dkk., 2012).

Karagenan diklasifikasikan menjadi enam kelas. Selain substituen utama sulfat, beberapa residu lain ditemukan dalam struktur karagenan, misalnya, xilosa, glukosa dan asam uronat, serta metil eter dan kelompok piruvat. Enam tipe karagenan tersebut diantaranya adalah Iota (τ)-, Lambda (λ)-, Kappa (k)-, Theta (θ)-, Nu (ν)-, dan Mu (μ)- karagenan. Dalam bidang farmasi tipe karagenan yang penting adalah Iota (τ), Lambda (λ), Kappa (k) (Prihastuti dan Abdasah, 2019) struktur karagenan dapat dilihat pada Gambar 2.2 :



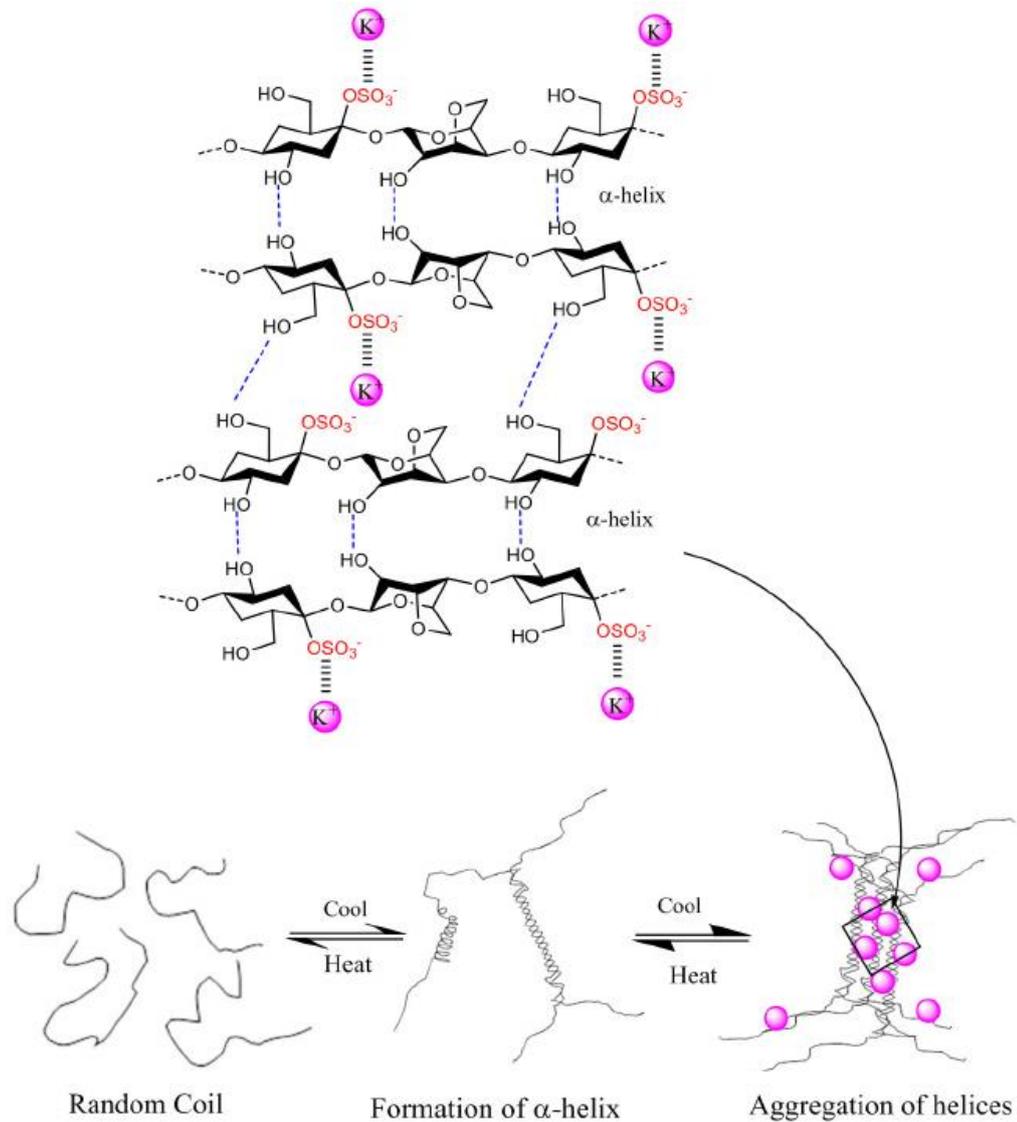
Gambar 2.2 Struktur Karagenan R=SO₃⁻ untuk i-Karagenan, R=H untuk k-Karagenan (Iglauer, dkk., 2011)

Kappa- dan iota-karagenan membentuk jaringan heliks ganda tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Campo, dkk., 2009):



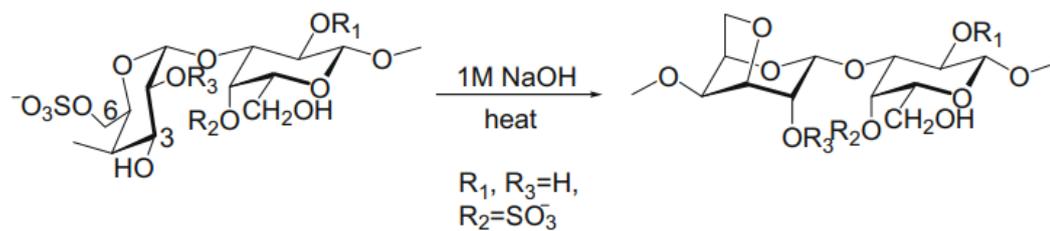
Gambar 2.3 Model heliks ganda i-karagenan (G. O. Phillips dan P. A. Williams, 2009)

Jaringan ini dihasilkan dari "ikatan silang" dari rantai spiral yang berdekatan yang mengandung gugus sulfat yang berorientasi ke bagian luarnya. Di k-karagenan, kelompok 2-sulfar berorientasi ke bagian internal, sehingga menghindari "ikatan silang" ini. Struktur helix ganda pada kappa karagenan bias dilihat pada Gambar 2.4 :



Gambar 2.4 Pembentukan helix ganda pada kappa karagenan (Knudsen, dkk., 2015)

Dalam proses industri, sebelum digunakan karagenan mentah dikirim ke pengolahan alkali atau ekstraksi basa untuk mengkatalisis reaksi siklisasi dengan hidroksida (OH^-) untuk menghasilkan jembatan 3,6-anhidrogalaktoza yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 : (Campo, dkk., 2009)



Gambar 2.5 Reaksi siklisasi yang dikatalisis oleh alkali pada karagenan

2.2.1 Sifat Fisika Kimia Karagenan

Karagenan merupakan senyawa cukup reaktif. Sifat – sifat yang dimiliki karagenan sebagai “*gelling agent*” antara lain kelarutan, pH, stabilitas, viskositas, pembentukan gel dan rekatifitas dengan protein. Sifat – sifat tersebut sangat dipengaruhi adanya unit bermuatan (ester sulfat) dan penyusun dalam polimer karagenan. Sifat fisika – kimia karagenan diantaranya adalah kelarutan, pH, viskositas dan pembentukan gel: (Loupatty, 2010)

a. Kelarutan

Semua karagenan larut pada suhu $> 70^\circ C$, baik dalam air maupun susu. Dalam larutan garam panas iota dan lambda karagenan larut, kecuali kappa tidak larut. Daya kelarutan karagenan pada berbagai macam pelarut dijelaskan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Daya kelarutan karagenan pada berbagai media pelarut.

No.	Medium	Kappa	Iota	Lamda
1.	Air Panas	Larut di atas 60°C	Larut di atas 60°C	Larut
2.	Air Dingin	Garam Na larut garam K dan Ca tidak larut	Garam Na Larut, Garam Ca memberi disperse thixotropic	Larut
3.	Susu Panas	Larut	Larut	Larut
4.	Susu Dingin	Garam Na, Ca, K tidak larut tetapi akan mengembang	Tidak Larut	Larut
5.	Larutan gula pekat	Larut (dipanaskan)	Larut, sukar larut (dipanaskan)	Larut (dipanaskan)
6.	Larutan garam pekat	Tidak Larut	Larut (dipanaskan)	Larut (dipanaskan)

Sumber: G. O. Phillips and P. A. Williams (2009)

b. pH

Hidrasi karagenan terjadi lebih cepat pada pH rendah, hidrasi lebih lambat pada pH 6 atau lebih

Tabel 2.3 Stabilitas pH Karagenan

Stabilitas	Kappa	Iota	Lambda
pH netral dan alkali	Stabil	Stabil	Stabil
pH asam	Terhidrolisis bila dipanaskan	Terhidrolisis stabil dalam gel	Terhidrolisis

Sumber: Glicksman (1983)

Menurut FAO (2007) pH karagenan yang telah dihasilkan menjadi produk berkisar antar 8-10.

c. Viskositas

Viskositas karagenan dipengaruhi konsentrasi, temperature, tingkat dispersi, kandungan sulfat, inti elektrik, keberadaan elektrolit dan non elektrolit, teknik perlakuan, tipe dan berat molekul karagenan. Viskositas karagenan akan menurun dengan adanya peningkatan suhu sehingga terjadi depolimerisasi yang dilanjutkan degradasi karagenan (Towle, 1973). Garam – garam akan menurunkan viskositas karagenan dengan menurunkan tolakan elektrostatis antar gugus sulfat. Moraino (1977) dalam Farida (2001) mengatakan, semakin kecil kandungan sulfat maka nilai viskositasnya makin kecil pula, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat

d. Pembentukan Gel

Konsistensi gel karagenan dipengaruhi jenis dan tipe karagenan, adanya ion – ion, serta pelarut yang menghambat terbentuknya hidrokoloid (Towle, 1973). Karagenan mampu mengikat jumlah air yang besar dan membentuk jaringan gel, sehingga memperkuat jaringan protein dan mencegah pengerasan, pembekuan dan pengeringan (Anggadiredja,dkk.,2006). Dari ke 3 tipe karagenan, kappa karagenan memiliki gel yang paling kuat. Jenis iota membentuk gel yang kuat dan stabil bila ada ion Ca^{+} sedangkan ion Na dapat menghambat pembentukan gel karagenan jenis kappa dan lambda. (Glicksman, 1983).

Di Indonesia belum ada standar mutu karagenan namun secara Internasional telah ditetapkan spesifikasi mutu karagenan sebagai syarat minimum yang diperlukan bagi industri pengolahan meliputi kualitas dan kuantitas hasil ekstraksi rumput laut. Standar mutu karagenan yang telah diakui dikeluarkan oleh Food Agriculture Organization (FAO), Food Chemicals Codex (FCC) dan standar

mutu karagenan komersial. Spesifikasi mutu karagenan dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Spesifikasi mutu karagenan

Spesifikasi	Karaginan Komersial	Karaginan Standar FAO	Karaginan Standar FCC
Kadar Air (%)	14,34±0,25	Maks 12	Maks 12
Kadar Abu (%)	18,60±0,22	15-40	18-40
Kadar Protein (%)	2,80	-	-
Kadar Lemak (%)	1,78	-	-
Serat Kasar (%)	Maks 7,02	-	-
Karbohidrat (%)	Maks 68,48	-	-
Titik Leleh (°C)	50,21±1,05	-	-
Titik Jendal (°C)	34,10±1,86	-	-
Viskositas (cP)	5	-	-
Kekuatan gel (dyne/cm ²)	685,50±13,43	-	-

Sumber: Ega, dkk., 2016

2.2.2 Aplikasi Karagenan

Dalam industri farmasi dan makanan yang banyak digunakan adalah kappa karagenan yang merupakan karagenan yang diekstrak dari jenis rumput laut *Kappaphycus alverizii* atau dalam perdagangan dikenal sebagai *E.cottonii*. Hal tersebut disebabkan kappa karagenan dapat memberikan peningkatan viskositas, pembentukan gel (Ferdiansyah, dkk., 2017).

Senyawa ini juga digunakan untuk mengentalkan bahan bukan pangan seperti odol, shampoo, dan bahan pembantu dalam industri kosmetik, tekstil, cat, farmasi, saniter, keramik, dan tekstil. Dalam industri makanan digunakan untuk

membentuk gel dalam selai, sirup, saus, makanan bayi, produk susu, daging, ikan, bumbu-bumbu dan sebagainya (Fitri, 2013).

2.3 Ekstraksi Karagenan

Ekstraksi rumput laut menghasilkan dua jenis karagenan yaitu *semi refine carrageenan* (SRC) dan *refine carrageenan* (karagenan murni). Karagenan semi murni merupakan karagenan yang memiliki tingkat kemurnian rendah, karena masih mengandung sejumlah kecil selulosa yang ikut mengendap bersama karagenan, sedangkan karagenan murni merupakan karagenan yang sudah bebas dari selulosa melalui proses pengendapan (Panggabean, dkk., 2018).

Proses ekstraksi rumput laut menjadi karagenan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi alkali, suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, jenis rumput laut, dan pengendapan. Konsentrasi alkali yang tinggi dapat menghasilkan rendemen yang tinggi. Menurut Nasruddin dkk. (2016) penambahan larutan alkali (NaOH) menyebabkan kemampuan mengekstrak semakin tinggi. Hal ini dapat membantu ekstraksi polisakarida menjadi sempurna dan mempercepat terbentuknya 3,6-anhidro galaktosa selama proses ekstraksi berlangsung, sehingga rendemen meningkatkan (Panggabean, dkk., 2018)

2.3.1 Ekstraksi Sonikasi

Penggunaan sonikasi pada dasarnya menggunakan prinsip dasar yaitu dengan mengamati sifat akustik gelombang ultrasonik yang dirambatkan melalui medium yang dilewati. Pada saat gelombang merambat, medium yang dilewatinya akan mengalami getaran. Getaran akan memberikan pengadukan yang intensif

terhadap proses ekstraksi. Pengadukan akan meningkatkan osmosis antara bahan dengan pelarut sehingga akan meningkatkan proses ekstraksi.

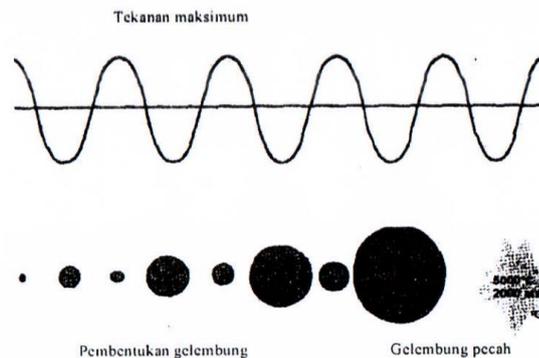
Cara kerja metode sonikasi dalam mengekstraksi adalah sebagai berikut:

1. Gelombang ultrasonik pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi akan menyebabkan pemanasan pada bahan tersebut, dan melepaskan senyawa ekstrak.
2. Terdapat efek ganda yang dihasilkan yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak.
3. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat-cair.
4. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa (Keil, 2007).

Ultrasonik adalah gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz. Salah satu sifat dari ultrasonik adalah non-destructive dan non-invasive, sehingga dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi gelombang ultrasonik dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas.

Tenaga ultrasonik pada proses-proses kimia secara tidak langsung kontak dengan sampel, akan tetapi dengan media perantara yang berupa cairan contohnya pada medium air. Gelombang bunyi yang dihasilkan oleh tenaga listrik (lewat transduser), diteruskan oleh media cair ke sampel melalui fenomena kavitasi. Fenomena kavitasi adalah terbentuknya gelembung kecil pada media

perantara, yang lama kelamaan gelembung-gelembung akan bertambah besar dan akhirnya akan pecah atau collapse dan mengeluarkan tenaga yang besar, tenaga inilah yang digunakan untuk proses kimia. Fenomena kavitasi dapat digambarkan seperti gambar berikut ini: (Wardiyati, 2004)



Gambar 2.6 Fenomena Kavitasi

Ekstraksi ultrasonik termasuk salah satu alternatif dari preparasi sampel padat, karena dapat mempermudah dan mempercepat beberapa langkah preparasi, seperti pelarutan, fusi dan leaching. Hal ini dikarenakan efek dari gelombang ultrasonik yang membentuk local high temperature dan gerakan mekanik antarmuka zat padat dan zat cair, sehingga akan mempercepat laju perpindahan massa-nya (Murdiningsih, dkk., 2018).

Wardiyati (2004) mengungkapkan terdapat beberapa parameter pada proses *Sonochemistry* yaitu:

1. Frekuensi

Meningkatnya frekuensi akan memperkecil tekanan minimum, sehingga energi lebih banyak diperlukan untuk pembentukan kavitasi dalam sistem. Sebagai contoh, energi yang diperlukan untuk membuat kavitasi dalam air

sepuluh kali lebih besar dengan menggunakan frekuensi 400 kHz dibandingkan dengan menggunakan frekuensi 10 kHz. Dengan alasan inilah frekuensi yang biasa digunakan pada sonochemistry berkisar antara 20 dan 40 kHz

2. Viskositas Pelarut

Viskositas pelarut berpengaruh terhadap terjadinya proses kavitasi. Semakin kental pelarut maka kavitasi akan semakin sulit terbentuk, sehingga efisiensi proses menjadi berkurang

3. Tegangan Permukaan dan Tekanan Uap

Tegangan dan tekanan uap berpengaruh terhadap terjadinya proses kavitasi. Semakin rendah tegangan permukaan pelarut, kavitasi akan semakin sulit terjadi. Pelarut yang lebih volatil sering digunakan dalam proses *sonochemistry*, karena pelarut ini mempunyai tekanan uap yang tinggi yang bisa memisahkan terbentuknya gelembung. Uap pelarut ini akan mengisi gelembung tadi sehingga energi yang diperlukan untuk terbentuknya kavitasi lebih kecil.

4. Gas-Gas Terlarut

Adanya gas terlarut atau gelembung-gelembung gas dalam suatu cairan, bisa berperan sebagai inti terjadinya kavitasi. Pada awal sonikasi suatu cairan, biasanya gas-gas terjebak atau terlarut dalam cairan itu. Gas-gas inilah yang akan mempercepat proses kavitasi dan akan hilang saat pecahnya gelembung kavitasi. Oleh karena itu, penambahan sejumlah gas terlebih dahulu pada proses *sonochemistry* dilakukan untuk membuat proses kavitasi lebih cepat dan seragam. Gas-gas yang digunakan biasanya monoatomik, seperti He, Ar, dan Ne karena pertumbuhan energi gas-gas tersebut relatif besar, sehingga saat terjadinya

collapse gelembung akan mengeluarkan energi yang lebih besar dibandingkan gas-gas diatomik seperti N_2 dan O_2 . Gas CO_2 tidak cocok digunakan dalam hal ini

5. Tekanan Luar

Kenaikan tekanan luar berarti kenaikan fasa *refraction* (indeks bias) yang diperlukan untuk mengawali terjadinya kavitasi. Lebih penting lagi bahwa kenaikan tekanan luar akan menyebabkan bertambahnya besar intensitas untuk terjadinya pecahnya kavitasi dan secara konsekuen akan meningkatkan pengaruh *sonochemical*

6. Suhu

Pengaruh suhu pada proses *sonochemistry* sangatlah besar, tingginya suhu akan menaikkan tekanan uap dalam medium, sehingga kavitasi akan mudah terbentuk. Gejala ini akan disertai dengan penurunan viskositas dan tegangan permukaan. Pada suhu yang lebih tinggi (mencapai titik didih pelarut), gelembung-gelembung dihasilkan secara bersamaan. Hal ini dapat menjadi *barrier* (penghalang) transmisi suara yang masuk ke media, sehingga mengurangi efektifitas ultrasonik.

Kenaikan suhu yang tinggi akan menaikkan tekanan uap pada media, sehingga kavitasi akan mudah terbentuk, akan tetapi gelembung yang pecah akan sedikit, karena dengan kenaikan suhu yang tinggi akan disertai dengan pengurangan kekentalan dan tegangan permukaan. Pada suhu mendekati titik didih, gelembung kavitasi timbul secara bersamaan dalam jumlah yang besar. Ini akan menghalangi transmisi suara dan mengurangi efektifitas energi yang masuk ke media cairan sehingga proses *sonochemistry* menjadi kurang efisien.

7. Intensitas

Intensitas sonikasi secara langsung sebanding dengan kuadrat amplitudo vibrasi sumber ultrasonik. Tinggi rendahnya amplitudo dipengaruhi oleh tenaga ultrasonik yang digunakan dalam sistem. Dengan demikian, besarnya intensitas berhubungan langsung dengan besarnya energi yang diberikan. Secara umum, bertambahnya intensitas sonikasi akan meningkatkan proses *sonochemical*, akan tetapi hal ini dibatasi oleh energi ultrasonik yang masuk

Cameron (2006) mengungkapkan bahwa pengembangan proses ekstraksi untuk mendapat hasil yang lebih baik dan waktu yang lebih singkat terus dilakukan. Salah satunya adalah dengan metode ultrasonik. Hasil waktu uji rendemen pati jangung dengan menggunakan ekstraksi ultrasonik selama 2 menit adalah sekitar 55,2-67,8 % hampir sama dengan rendemen yang didapat dari pemanasan dengan air selama 1 jam yaitu 53,4%. Penggunaan ultrasonik pada proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik dapat lebih cepat, getaran ultrasonik dapat memecahkan dinding sel sehingga kandungan didalamnya dapat keluar dengan cepat.

Keuntungan terbesar dari pembentukan gel karagenan menggunakan metode ekstraksi ultrasonik adalah menjaga kualitas tekstur gel, dan prosesnya lebih aman, sederhana, efektif dan efisien. Penggunaan gelombang dengan frekuensi 20-40 kHz dapat meningkatkan sifat tekstur gel karagenan, seperti kekerasan gel. Selain itu pembentukan gel karagenan dengan metode ini potensial pada pembuatan gel karagenan berkualitas dengan sifat dan karakteristik yang sesuai dengan standar mutu karagenan. Berdasarkan penjelasan di atas penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana gelombang ultrasonik yaitu Elma

sonikator mempengaruhi persentase yield karagenan yang dihasilkan dari rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* dan seperti apa pengaruh ekstraksi gelombang ultrasonik tersebut pada kadar air, viskositas, dan kekuatan gel dari karginan (Mahyati, dkk., 2018).

3.4 Kromatografi Lapis Lapis

Kromatografi lapis tipis termasuk jenis kromatografi padat-cair yang banyak digunakan untuk proses pemisahan karena menggunakan peralatan yang sederhana sehingga tidak membutuhkan biaya yang tinggi, selain itu hanya membutuhkan waktu yang relatif singkat untuk analisis. Kromatografi lapis tipis juga dapat digunakan untuk memisahkan banyak senyawa mungkin sampai mencapai 60 sampel per pelat sehingga sampai saat ini masih terus digunakan sebagai teknik pemisahan (Rachman, dkk., 2017).

Alat dan bahan yang digunakan pada KLT sederhana yaitu sebuah bejana tertutup (*chamber*) yang diisi dengan pelarut dan lempeng KLT. Proses analisis KLT diawali dengan menotolkan alikuot kecil sampel pada salah satu ujung fase diam (lempeng KLT), untuk membentuk zona awal, kemudian sampel dikeringkan. Ujung fase diam yang terdapat pada zona awal dicelupkan ke dalam fase gerak (pelarut tunggal atau campuran dua atau lebih pelarut murni) di dalam *chamber*. Fase diam dan fase gerak harus tepat agar campuran komponen-komponen sampel bermigrasi dengan kecepatan yang berbeda selama pergerakan fase gerak melalui fase diam. Hal ini disebut dengan kromatogram (Wulandari, 2011).

Prinsip Kromatografi Lapis Tipis yaitu pemisahan senyawa multi komponen dengan menggunakan dua fase yaitu fase diam dan fase gerak (Agustin, dkk., 2019). Ketika fase gerak telah bergerak sampai jarak yang diinginkan, fase diam diambil, fase gerak yang terjebak dalam lempeng dikeringkan, dan zona yang dihasilkan dideteksi secara langsung (visual) atau di bawah sinar ultraviolet (UV) dengan atau tanpa penambahan pereaksi penampak noda yang cocok. Perbedaan migrasi adalah hasil dari tingkat afinitas masing-masing komponen dalam fase diam dan fase gerak berbeda. Kecepatan migrasi komponen sampel tergantung pada sifat fisika dan kimia dari fase gerak, fase diam dan komponen sampel yang berupa ikatan hidrogen, pasangan elektron donor atau pasangan elektron-akseptor (transfer karge), ikatan ion-ion, ikatan ion-dipol dan ikatan van der waals (Wulandari, 2011).

Eluen terpilih pada KLT adalah yang dapat memberikan pemisahan yang baik (dilihat dari jumlah spot dan pola pemisahan). Identifikasi sampel dilakukan dengan memperhatikan bercak atau noda pada lempeng silika di bawah sinar UV dengan panjang gelombang 254 dan 366 nm. Noda yang terpisah dari elusi menggunakan KLT, selanjutnya diukur nilai Rf-nya (Rusnaeni, dkk., 2016)

Untuk menghitung Harga Rf dihitung sebagai jarak yang ditempuh oleh komponen dibagi dengan jarak tempuh oleh eluen (fase gerak) untuk setiap senyawa. Oleh karena itu bilangan Rf selalu lebih kecil dari 1,0 (Sukmayati, dkk., 2010). Perhitungan nilai Rf didasarkan atas rumus (Agustin, dkk., 2019) :

$$Rf = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Bawa, dkk (2007) pada kromatografi lapis tipis senyawa karagenan akan menghasilkan bercak berwarna ungu ketika disinari lampu UV 366 nm. Pada saat itu noda akan berfluoresensi dan lempeng akan berwarna gelap. Penampakan noda pada lampu UV 366 nm adalah arena adanya daya interaksi antara sinar UV dengan gugus kromofor yang terikat oleh auksokrom yang ada pada noda tersebut. Fluoresensi cahaya yang tampak merupakan emisi cahaya yang dipancarkan oleh komponen tersebut ketika elektron yang tereksitasi dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi kemudian kembali ke keadaan semula sambil melepaskan energi. Sehingga noda yang tampak pada lampu UV 366 nm akan terlihat terang (Berwarna ungu) karena silika gel yang digunakan tidak berfluoresensi pada UV 366 nm (Anam, 2015)

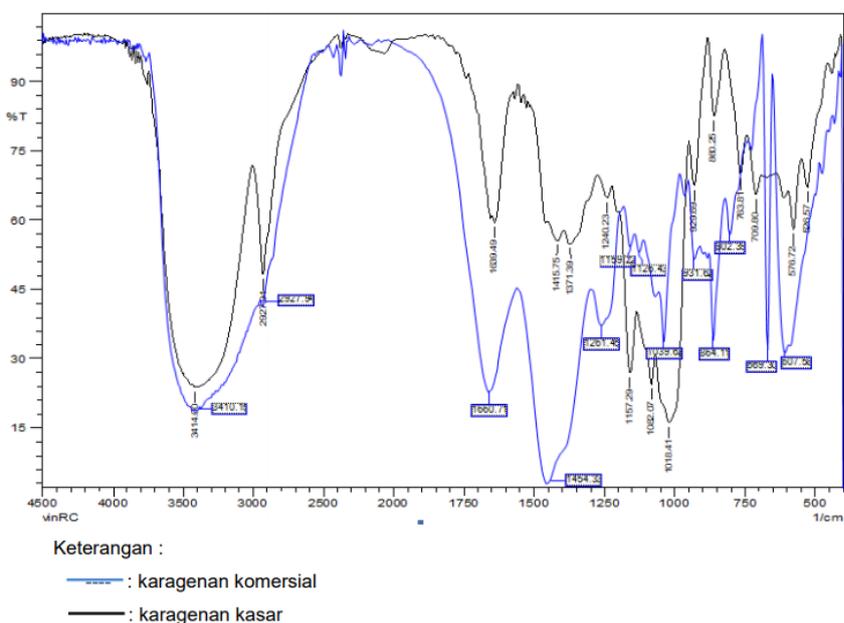
Bawa, dlk. (2007) telah melakukan uji kemurnian karagenan dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) yang dibandingkan dengan karagenan standar. Uji kemurnian ini menggunakan fase gerak yang berbeda yaitu metanol:air dan Etanol:air, dimana menghasilkan harga Rf yang tidak berbeda jauh dengan karagenan standar yaitu sekitar kurang lebih 0,7. Dari hasil uji KLT diperoleh bahwa hasil isolasi karagenan identik dengan karagenan standar.

2. Identifikasi Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR

Analisa FTIR digunakan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi molekul yang terdapat dalam isolat karagenan, dimana kesamaan gugus-gugus fungsi yang terdapat antara standar dan sampel menyatakan sampel yang dianalisa identik dengan standar (Hidayah, dkk., 2013)

Prinsip dasar dari analisis spektrofotometri IR adalah penyerapan radiasi elektromagnetik oleh gugus-gugus fungsi tertentu, sehingga dari spektrum serapan yang terbaca kita dapat mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat pada suatu senyawa. Bila sinar inframerah dilewatkan melalui sebuah cuplikan, maka sejumlah frekuensi diserap oleh cuplikan tersebut dan frekuensi lainnya diteruskan atau ditransmisikan tanpa adanya penyerapan. Persen absorbansi dengan frekuensi memiliki hubungan untuk menghasilkan sebuah spektrum inframerah (Hardjono, 1990).

Jaya, dkk. (2019) telah melakukan identifikasi gugus fungsional karagenan standar yang dibandingkan dengan karagenan hasil isolasi dari berbagai perlakuan pada *Eucheuma cottonii* pada gambar 2.7:

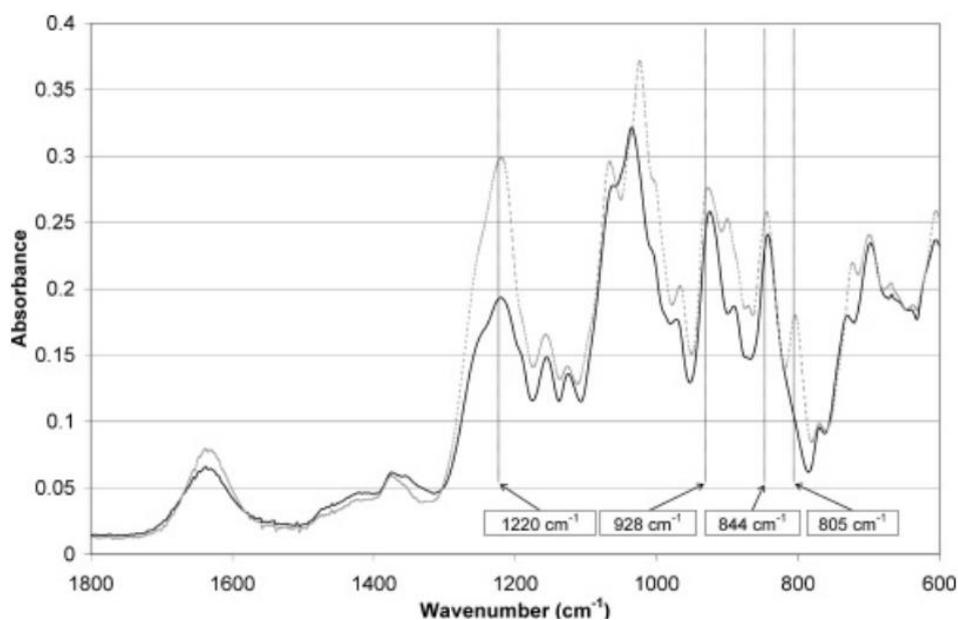


Gambar 2.7 Spektrogram Kappa Karagenan

Berdasarkan identifikasi dengan spektrofotometer inframerah diperoleh spektrogram yang sangat mirip antara karagenan standar dengan karagenan hasil

isolasi. Dalam spektra inframerah dari senyawa karagenan standar dan karagenan hasil isolasi terlihat adanya gugus OH, CH alifatik, CH₂, ester sulfat, ikatan glikosida, 3,6-anhidro-D-galaktosa, D-galaktosa-4- sulfat dan 3,6-anhidro-D-galktosa-2-sulfat (Bawa, dkk., 2007).

Karagenan tergolong kedalam tiga tipe yaitu kappa, lambda dan iota namun pada setiap tipe mengandung gugus-gugus yang berbeda sehingga hasil identifikasi FTIR pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa karagenan yang dianalisis termasuk kedalam karagenan tipe atau jenis kappa karena struktur kimia yang dihasilkan memperlihatkan struktur dari tipe kappa dan juga paling banyak mengandung gugus 3,6-anhidrogalaktosa yang menjadi ciri khas dari kappa karagenan, sedangkan gugus ester sulfat, galaktosa-4-sulfat dan ikatan gikosidik banyak terkandung pada karagenan tipe lain yaitu iota dan lambda. Vollery, dkk (2004) pada penelitiannya mengungkapkan perbedaan spektra FTIR iota dan kappa karagenan terlihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Spektra kappa karagenan (garis hitam) dan spectra iota karagenan (garis abu-abu)

Analisis panjang gelombang pada ikatan karagenan dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Analisis panjang gelombang pada ikatan karagenan

Panjang Gelombang (1/cm)	Pita serapan gugus fungsional	Absorbansi relative terhadap 1050 (1/cm)		
		Kappa	Iota	Lambda
1220 - 1260	Ester sulfat	0,3-1,4	1,2-1,7	1,4-2,0
928 - 933	3,6-anhidrogalaktosa	0,2-0,7	0,2-0,4	0-0,2
840 - 850	Galaktosa-4-sulfat	0,2-0,5	0,2-0,4	-
825-830	Galaktosa-2-sulfat	-	-	0,2-0,4
810-820	Galakosa-6-sulfat	-	-	0,1-0,3
800 - 805	3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat	0-0,2	0,2-0,4	-

Sumber: FAO (2007)

Karagenan mempunyai pita serapan gugus fungsional galaktosa-4-sulfat pada panjang gelombang 840-850 cm^{-1} yang merupakan gugus khas karagenan. Kappa karagenan mempunyai gugus khas yaitu 3,6-anhidrogalaktosa pada panjang gelombang 928-933 cm^{-1} . Sedangkan Iota karagenan mempunyai gugus khas yaitu 3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat pada panjang gelombang 800-805. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang mengatakan bahwa “pada karagenan terdapat beberapa gugus fungsi yaitu gugus fungsi ester sulfat dan ikatan glikosidik terdapat pada semua tipe karagenan, pada gugus galaktosa-4-sulfat juga terdapat pada semua tipe karagenan namun hanya gugus 3,6-anhidrogalaktosa yang terdapat pada karagenan tipe kappa” (Rachmaniar, 1999).

2.5 Antioksidan

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang mampu menunda, memperlambat, atau menghambat reaksi oksidasi. Senyawa antioksidan dapat melawan radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang terbentuk dari hasil metabolisme dalam tubuh. Radikal bebas dapat menyebabkan penyakit kanker, arteriosklerosis dan penuaan disebabkan oleh kerusakan jaringan karena oksidasi. Antioksidan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu antioksidan sintetik dan antioksidan alami (Agustina, 2017)

Antioksidan sintetik adalah antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesis reaksi kimia. Beberapa contoh antioksidan sintetik adalah butil hidroksi anisol (BHA), butil hidroksi toluene (BHT), dan tert-butil hidroksi quinon (TBHQ). Antioksidan alami adalah senyawa antioksidan yang diperoleh dari hasil ekstraksi bahan alami seperti tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan. Contoh antioksidan alami antara lain tokoferol, lesitin, fosfatida, sesamol, gosipol, karoten, asam tanat, asam galik (senyawa fenolik), asam ferulik (senyawa fenolik), quercetin (flavonoid) dan sebagainya. Antioksidan sintesis memiliki efektifitas yang tinggi namun kurang aman bagi kesehatan sehingga penggunaannya diawasi secara ketat di berbagai negara. Sedangkan antioksidan alami memiliki sifat yang lebih aman apabila dikonsumsi oleh manusia. Salah satu tanaman yang diduga memiliki kandungan senyawa antioksidan yang tinggi adalah daun Tiin (Miryanti, 2011).

Fungsi utama antioksidan yaitu dapat digunakan untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan.

Antioksidan tidak hanya digunakan dalam industri farmasi tetapi juga digunakan secara luas dalam berbagai industri seperti industri makanan, industri petroleum, industri karet dan sebagainya (Erawati, 2012).

Radikal bebas merupakan suatu molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan dalam orbital terluarnya sehingga sangat reaktif. Radikal ini cenderung mengadakan reaksi berantai yang apabila terjadi di dalam tubuh akan dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan yang berlanjut dan terus menerus. Tubuh manusia memiliki sistem pertahanan endogen terhadap serangan radikal bebas terutama terjadi melalui peristiwa metabolisme sel normal dan peradangan. Jumlah radikal bebas dapat mengalami peningkatan yang diakibatkan faktor stress, radiasi, asap rokok dan polusi lingkungan menyebabkan sistem pertahanan tubuh yang ada tidak memadai, sehingga tubuh memerlukan tambahan antioksidan dari luar yang dapat melindungi dari serangan radikal bebas (Wahdadingsih, dkk., 2011).

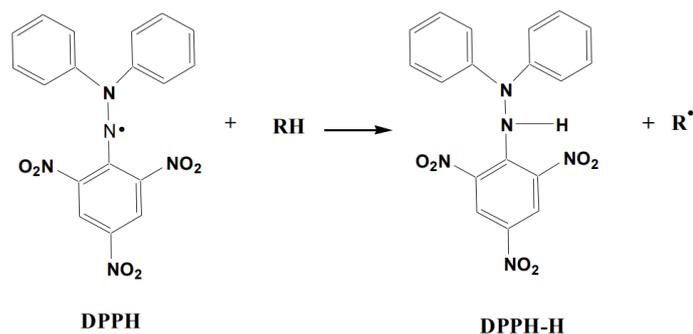
Mekanisme dari antioksidan itu sendiri pada umumnya adalah menghambat oksidasi lemak. Oksidasi lemak terdiri dari tiga tahapan yaitu inisiasi, propagasi, dan yang terakhir adalah terminasi. Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan asam lemak yaitu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat adanya kehilangan atom hidrogen. Tahap selanjutnya yaitu propagasi yaitu radikal asam lemak akan bereaksi dengan radikal oksigen membentuk radikal peroksi. Radikal peroksi akan menyerang asam lemak dan menghasilkan hidroperoksida dan radikal asam lemak baru. Hidroperoksida yang terbentuk bersifat tidak stabil dan akan terdegradasi lebih lanjut akan menghasilkan senyawa-senyawa karbonil pendek seperti aldehida dan

keton yang bertanggung jawab atas flavor makanan berlemak (Kumalaningsih, 2006).

2.6 Uji Aktivitas Antioksidan

Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan adalah metode serapan radikal DPPH, metode ini digunakan karena merupakan metode yang sederhana, mudah dan menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat. Metode pengujian ini berdasarkan pada kemampuan antioksidan tersebut dalam menetralkan radikal bebas. Radikal bebas yang digunakan adalah DPPH (*1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl*). DPPH merupakan radikal bebas yang stabil karena delokalisasi elektron di seluruh molekul sehingga terjadi dimerisasi yang menjadi masalah untuk radikal bebas lainnya. Delokalisasi elektron juga menyebabkan timbulnya warna ungu yang ditunjukkan oleh pita serapan larutan dalam etanol pada panjang gelombang sekitar 520 nm. Ketika DPPH dicampur dengan senyawa yang dapat mendonorkan atom hidrogen, terjadi peningkatan bentuk tereduksi dari DPPH yaitu *1,1 -diphenyl-2-picrylhydrazyl* yang mengakibatkan hilangnya warna ungu dan berubah menjadi terbentuk warna kuning pucat (Agustina, 2017).

Peredaman warna DPPH terjadi karena adanya senyawa yang dapat memberikan radikal hidrogen kepada radikal DPPH sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazin*). Reaksi reduksi DPPH dapat dilihat berikut ini:



Gambar 2.9 Reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas (Rahayu, dkk., 2010)

Reduksi DPPH menjadi DPPH-H disebabkan dengan adanya donor hidrogen dari senyawa hidrosil yang berada dalam sampel. Senyawa hidrosil tersebut akan terpisah menjadi bagian-bagian kecil. Semakin banyak gugus hidrosil bebas dapat menyumbangkan hidrogen maka semakin banyak juga reduksi yang dapat dilakukan terhadap DPPH. Jadi, reduksi DPPH menjadi DPPH-H ditandai dengan perubahan warna pada reagen, dari ungu menjadi kuning (Iqbal, 2016)

Pengujian menggunakan DPPH akan menghasilkan informasi mengenai aktivitas antioksidan dalam menangkal radikal bebas yang dilihat berdasarkan nilai IC_{50} dan data yang dihasilkan perlu dibandingkan dengan senyawa lain yang memiliki aktivitas antioksidan yang baik seperti vitamin C. IC_{50} yaitu besarnya konsentrasi inhibisi larutan uji terhadap kemampuannya menurunkan aktivitas radikal bebas sebesar 50%. Data tersebut akan digunakan untuk diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh intensitas antioksidan terhadap aktivitas lain yang berhubungan langsung terhadap ROS seperti efeknya terhadap antiaging dan whitening dalam bidang kosmetik maupun sebagai suplemen kesehatan (Wulansari, 2018)

Pengujian ini juga dilakukan pengukuran terhadap blangko (larutan DPPH yang tidak mengandung bahan uji) serta kontrol positif kuersetin. Aktivitas penangkap radikal DPPH (%) dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Aktivitas} = \frac{(A \text{ blangko} - A \text{ sampel}) \times 100 \%}{A \text{ blangko}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Data aktivitas antioksidan penangkap radikal DPPH hasil isolat dan kuersetin dianalisis dan masing-masing dihitung nilai IC_{50} melalui analisis probit. IC_{50} adalah konsentrasi yang mampu menghambat 50% DPPH (Wahdaningsih, dkk., 2011).

Menurut Jun (2006) dalam Wulansari (2018), menyatakan tingkat kekuatan antioksidan senyawa uji dengan menggunakan metode DPPH dapat digolongkan menurut nilai IC_{50}/EC_{50} , seperti yang nampak pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Tingkat Kekuatan Antioksidan

Intensitas Antioksidan	Nilai IC_{50}/EC_{50} (ppm)
Sangat Kuat	<50
Kuat	50-100
Sedang	100-250
Lemah	250-500
Tidak Aktif	>500

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai Ekstraksi Karagenan dari Alga Merah dimulai pada bulan Mei-Juli 2021. Penelitian ini bertempat di laboratorium kimia organik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Seperangkat alat gelas, *Ultrasonic bath* (DSA100, 200W) , blender, gelas arloji, erlenmeyer 100, 500 mL, gelas beaker 50, 100, dan 500 mL, pipet ukur 10 mL, bola hisap, labu ukur 10, 25, dan 100 mL, spatula, plat KLT silika gel F₂₅₄, *chamber*, aluminium foil, kain saring ukuran 150 mesh, desikator, *Melting Point Apparatus*, dan spektrofotometer IR, spektrofotometer UV-Vis.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah rumput laut *Euचेuma cottonii*, etanol, metanol, akuades, DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl), KLT gel 60 F₂₅₄, KOH dan NaOH masing-masing 5%, 7%, dan 10%, serbuk vitamin C, KBr, NaCl 25%, CH₃Cl.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil rendemen dan kemurnian proses ekstraksi karagenan dengan metode sonikasi dari alga merah *Euचेuma*

cottonii dengan variasi pelarut dan konsentrasi dan aktivitas antioksidannya. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah alga merah (*Eucheuma cottonii*) yang didapat dari perairan Wongsorejo Banyuwangi. Rumput laut kering disortir dan dibersihkan dengan cara dicuci secara berulang hingga tidak menyisakan kotoran. Setelah disortir dari kotoran-kotoran dan dibersihkan dengan menggunakan air tawar. Kemudian, rumput laut dikeringkan dengan sinar matahari selama 5 hari. Selanjutnya rumput laut direndam selama 12 jam dengan larutan alkali pH 8,5-9, dihaluskan dengan blender, dan diekstraksi. Ekstraksi sonikasi menggunakan alat yang namanya power sonic 445 yang bekerja pada suhu 50 °C, pH 9, frekuensi 40 kHz yang merambat kedalam sampel yang akan diekstraksi melalui medium air. Daya getar gelombang medium, Waktu ekstraksi 50 menit. Rasio rumput laut dan pelarut KOH dan NaOH adalah 1:30 (b/b), konsentrasi pelarut masing-masing 5%, 7% dan 10%, filtrat dicampur dengan etanol dengan rasio volume 1:45 untuk mengendapkan karagenan. Hasil dari ekstraksi dikeringkan selama 10 jam pada suhu 60 °C sampai berat konstan dan ditimbang beratnya untuk menentukan *yield*. Lalu dilakukan uji gugus fungsional karagenan menggunakan FTIR. Kemudian diuji kemurniannya dengan KLT dan penentuan titik leleh. Tahap terakhir dilakukan uji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dari penelitian ini adalah :

1. Ekstraksi Karagenan dengan Metode Sonikasi
2. Analisis Rendemen Karagenan
3. Uji Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR

4. Uji Kemurnian Karagenan dengan KLT dan Uji Titik Leleh
5. Uji Kelarutan
6. Uji Aktivitas Antioksidan Karagenan

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Ekstraksi karagenan dengan metode sonikasi

Gelombang ultrasonik digerakkan oleh suatu alat yang namanya power sonic 445 yang bekerja pada suhu 50 °C, pH 9, frekuensi 40 kHz yang merambat kedalam sampel yang akan diekstraksi melalui medium air. Daya getar gelombang medium, Waktu ekstraksi 50 menit. Konsentrasi pelarut KOH dan NaOH masing-masing 5%, 7%, dan 10%, perbandingan antara rumput laut dan pelarut 1:30 (b/v) (Murdiningsih, dkk., 2017). Filtrat dicampur dengan etanol dengan rasio volume 1:2 untuk mengendapkan karagenan (Husna, dkk., 2016)

3.5.2 Analisis rendemen karagenan

Hasil dari ekstraksi dikeringkan selama 10 jam pada suhu 60 °C sampai berat konstan dan ditimbang beratnya untuk menentukan *yield*. Rendemen karagenan kasar dihitung berdasarkan massa karagenan kasar yang dihasilkan dibandingkan dengan massa rumput laut kering. Persamaan rendemen karagenan kasar ditentukan sebagai berikut: (Jaya, dkk., 2019)

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

3.5.3 Uji Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR

Tepung karagenan (sampel) ditambahkan dengan KBr lalu digerus hingga halus dan dibentuk menjadi pellet, kemudian diukur serapannya dan dianalisis menggunakan alat spektrofotometer FTIR pada panjang gelombang antara 400–5000 cm^{-1} (Ferdiansyah dan Abdassah, 2017).

3.5.4 Uji Kemurnian Karagenan dengan KLT dan Uji Titik Leleh

Kemurnian isolat yang diperoleh diuji dengan dua metode yaitu menggunakan metode KLT dan penentuan titik leleh.

3.5.4.1 KLT

Uji kemurnian senyawa dapat dilakukan dengan menggunakan KLT. Disiapkan *chamber* yang telah dijenuhkan dengan fase gerak metanol : air (5:1) dan Etanol : air (3:2). Kemudian sampel ditotolkan pada plat KLT menggunakan pipa kapiler pada jarak 1,5 cm dari bagian bawah plat, jarak antara noda adalah 1,5 cm dibiarkan beberapa saat hingga mengering. Plat KLT yang telah mengandung cuplikan dimasukkan ke dalam chamber yang terlebih dahulu dijenuhkan. Dibiarkan hingga lempeng terelusi sempurna, kemudian plat KLT diangkat dan dikeringkan. Untuk mengetahui lokasi dari noda dapat dilihat dengan menggunakan cahaya ultra violet pada panjang gelombang 366 nm. Kemudian diukur harga R_f -nya (Agustin, dkk., 2019).

3.5.4.2 Uji Titik Leleh

Penentuan titik leleh dilakukan dengan alat Melting Point. Isolat dimasukkan ke dalam pipa kapiler, selanjutnya dimasukkan ke dalam alat pengukur titik leleh. Suhu pada saat isolat mulai meleleh hingga meleleh secara

keseluruhan dicatat sebagai jarak leleh. Isolat dikatakan murni apabila memiliki jarak titik leleh yang sempit ($\leq 2^\circ\text{C}$) (Putra, dkk., 2019).

3.5.5 Uji Kelarutan

Uji kelarutan karagenan dilakukan dengan cara melarutkan karagenan sebanyak 1,5% dengan menggunakan beaker glass sampel diaduk dengan menggunakan pengaduk *magnetic stirrer* selama ± 15 menit sampai tercampur merata (Uju, dkk., 2017). Pelarut yang digunakan adalah air, NaCl 25%, CH_3Cl (Bawa, 2007).

3.5.6 Uji Aktivitas Antioksidan Karagenan

3.5.6.1 Pembuatan Stok Larutan *Diphenyl Picrylhydrazyl* (DPPH)

Ditimbang sebanyak 1,98 mg DPPH kemudian dilarutkan dengan menggunakan larutan etanol p.a lalu dimasukkan ke dalam labu ukur hingga mencapai volume sebanyak 50 mL, larutan tersebut dikocok hingga keduanya homogen. Pada tahap akhir labu ukur dilapisi dengan menggunakan aluminium foil sehingga menghasilkan larutan DPPH yang siap untuk digunakan (Najib, 2019).

3.5.6.2 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Sebanyak 2 mL larutan DPPH 0,1 mM di masukkan ke dalam tabung reaksi kemudian di tambahkan etanol p.a sebanyak 2 ml, ditutup dengan aluminium foil, dihomogenkan dengan vortex lalu dituang ke dalam kuvet dan diukur pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Musfiroh dan Syarief, 2012).

3.5.6.3 Pembuatan Larutan Blanko

Dipipet 2 mL larutan DPPH 0,1 mM ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan etanol p.a sebanyak 2 ml. Tutup dengan aluminium foil. Kemudian dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi dalam ruangan gelap selama 30 menit (Molyneux, 2004).

3.5.6.4 Pembuatan Larutan Uji Karagenan

Hasil ekstraksi karagenan ditimbang sebanyak 10 mg dan dilarutkan dengan 10 mL etanol p.a dalam labu ukur 10 mL sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm (larutan induk). Kemudian dari larutan induk dibuat konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm (Rifqi,2017)

3.5.6.5 Pengukuran Serapan dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Semua larutan kontrol, larutan hasil ekstraksi, dan larutan kontrol positif (vitamin C) masing-masing diambil 2 ml larutan DPPH 0,1 mM. Campuran larutan dikocok dan diinkubasi pada temperature 37°C selama 30 menit dalam keadaan gelap (ditutup aluminium foil). Hal ini dilakukan karena radikal DPPH mudah didegradasi oleh cahaya. Kemudian absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya (Rifqi,2017).

3.5.6.6 Penentuan Nilai IC₅₀ (*Inhibitory Concentration*)

Untuk menghitung nilai IC₅₀ diperlukan data persen inhibisi dari pengujian yang dilakukan. Persen inhibisi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blank}} \times 100\%$$

Konsentrasi pada sampel inhibisi yang diperoleh pada sumbu x dan y pada persamaan regresi linear. Persamaan tersebut digunakan untuk Menentukan nilai IC_{50} dari masing-masing sampel yang dinyatakan dengan nilai y sebesar 50 dan nilai x yang akan diperoleh sebagai IC_{50} (Nurjanah, dkk., 2011).

3.5.7 Parameter Pengamatan

3.5.7.1 Parameter Utama

Parameter utama dalam penelitian ini adalah rendemen karagenan

3.5.7.2 Parameter Pendukung

Parameter pendukung digunakan untuk melengkapi data dari parameter utama. Parameter pendukung dari penelitian ini adalah uji kemurnian dengan KLT dan uji titik leleh serta uji FTIR dan uji aktivitas antioksidan.

3.5.8 Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah rendemen yang akan dianalisis dengan Anova (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui ada atau tidak perbedaan hasil dari setiap perlakuan. Jika dari analisis terdapat pengaruh yang berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut yaitu Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk membandingkan mana perlakuan yang terbaik. Titik leleh, dan kelarutan karagenan yang akan dibandingkan dengan standar karagenan murni sesuai yang dikeluarkan dengan FAO. Identifikasi karagenan menggunakan instrumen spektrofotometer FTIR berupa spektrum dan data aktivitas antioksidan berupa IC_{50}

BAB IV

HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Ekstraksi Karagenan

Eucheuma cottonii merupakan rumput laut yang saat ini telah banyak dibudidayakan. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan juga sebagai bahan baku utama penghasil karagenan. Karagenan mempunyai banyak manfaat pada berbagai bidang industri yaitu industri pangan, industri non pangan, farmasi dan kosmetik. Dalam bidang industri pangan dan farmasi banyak menggunakan karagenan jenis kappa yang merupakan karagenan yang diekstrak dari rumput laut jenis *Kappaphycus alverizzi* atau lebih dikenal dengan *Eucheuma cottonii*. Kappa karagenan ini bisa dihasilkan melalui proses ekstraksi.

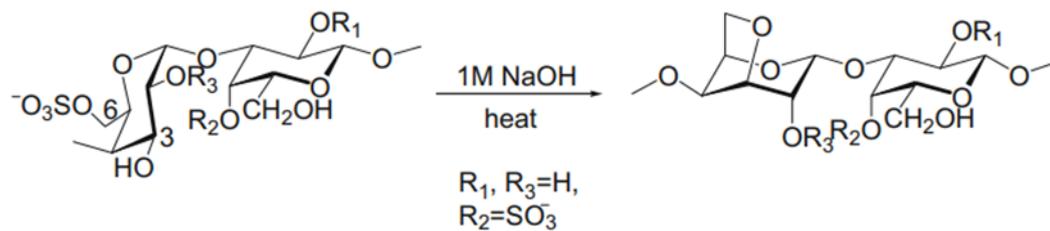
Pada penelitian ini ekstraksi karagenan dilakukan dengan proses sonikasi menggunakan pelarut alkali sebanyak 30 kali berat rumput laut. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pemecahan dinding sel rumput laut dibutuhkan luas permukaan kontak antar dinding sel rumput laut dengan pengeksrak yang besar. Pelarut alkali yang digunakan pada penelitian ini adalah NaOH dan KOH dengan konsentrasi masing-masing 5%, 7% dan 10%. Ekstraksi dilakukan pada suhu 50 °C selama 50 menit. Pada umumnya ekstraksi karagenan dilakukan pada suhu 90-100 °C dan bisa memakan waktu <1 jam dengan metode sonikasi tidak membutuhkan suhu tinggi dan waktu yang lama karena adanya efek kavitasi.

Gelembung-gelembung yang dihasilkan dari efek kavitasi mengakibatkan peningkatan pori-pori dinding sel dan dapat mempercepat proses difusi energi panas melalui dinding sel sehingga dinding sel lebih mudah mengalami

kerusakan. Medium yang dilewati akan mengalami getaran yang disebabkan oleh gelombang ultrasonik. Getaran tersebut akan memberikan pengadukan yang intensif proses pengadukan ini akan meningkatkan osmosis antara bahan dan pelarut. Hal ini menyebabkan proses ekstraksi dengan menggunakan gelombang ultrasonik menjadi lebih cepat (Sari, dkk., 2012).

Pemilihan pelarut dan konsentrasi pelarut juga dapat meningkatkan rendemen pada proses ekstraksi. Pelarut yang digunakan pada penelitian ini adalah pelarut alkali, yaitu KOH dan NaOH. NaOH dan KOH berfungsi sebagai katalis untuk menghilangkan gugus 6-sulfat yang bersifat hidrofilik dari unit monomer karagenan dan membentuk 3,6-anhidrogalaktosa yang bersifat hidrofobik sehingga dapat meningkatkan pembentukan gel pada karagenan (Suryaningrum, 2003)

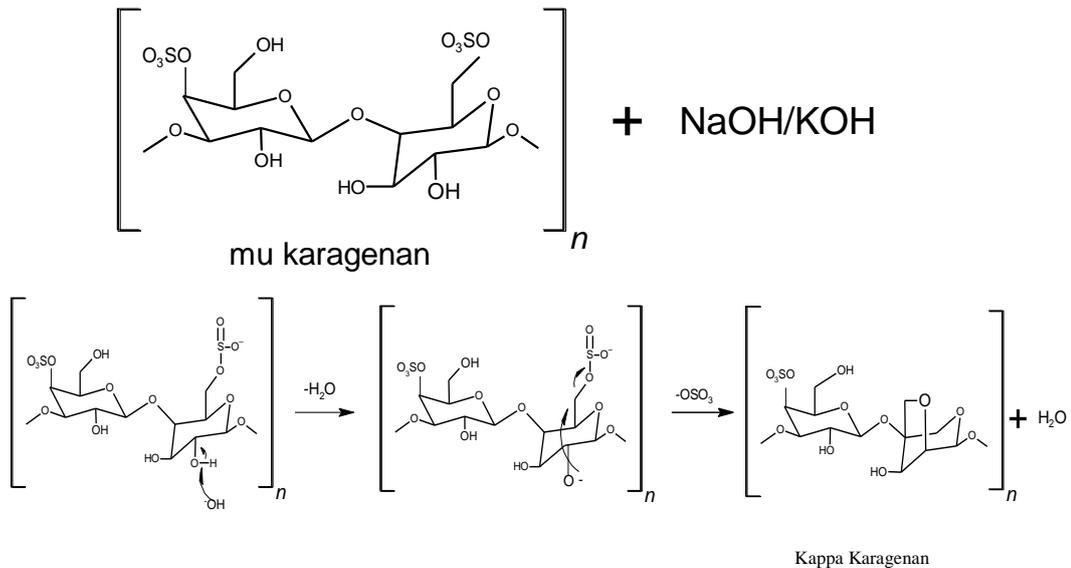
Pelarut alkali ini membantu perluasan jaringan sel rumput laut sehingga proses ekstraksi menjadi lebih maksimal. Pada saat ekstraksi larutan alkali menyebabkan pecahnya membran sel rumput laut dan melepaskan kandungan sel rumput laut. Selanjutnya, anion OH^- dari larutan alkali dapat mengubah prekursor karagenan (μ -karagenan, ν -karagenan, dan λ karagenan). Proses ini menyebabkan gugus 6 sulfat pada unit β 1-galaktosa berubah menjadi 3,6-anhidrogalaktosa (Tarman, dkk., 2020). Reaksi larutan alkali dengan μ -karagenan menghasilkan kappa karagenan ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Reaksi larutan alkali dengan mu-karagenan

Pengolahan dengan alkali atau ekstraksi basa akan mengkatalisis reaksi siklisasi dengan hidroksida (OH^-) untuk membentuk gugus 3,6-anhidrogalaktosa. Dimana gugus 3,6-anhidrogalaktosa merupakan gugus yang hanya terdapat pada karagenan jenis kappa. Pembentukan unit 3,6-anhidrogalaktosa pada saat ekstraksi diikuti dengan pelepasan kandungan sulfat rumput laut (Tarman, dkk., 2020).

Bhermana (2019) menyatakan reaksi yang terjadi pada pembentukan karagenan ada dua. Pertama adalah transformasi gugus sulfat terhadap gugus galaktosa oleh ion Na^+ dan K^+ dengan membentuk garamnya dalam larutan. Kedua dilanjutkan dengan proses hidrasi molekul air membentuk polimer anhidrogalaktosa, dimana alkali bereaksi dengan atom H menghasilkan senyawa karagenan dan air. Mekanisme pembentukan kappa karagenan dengan larutan alkali terlihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Mekanisme pembentukan kappa karagenan dengan larutan alkali

Karagenan yang keluar dari jaringan rumput laut yang ditandai dengan meningkatnya viskositas larutan ekstraksi menjadi lebih kental, hal ini terlihat pada saat penyaringan filtrat hasil penyaringan membentuk lapisan gel ketika filtrat dingin maka dari itu setelah selesai ekstraksi harus segera disaring dan dipresipitasi dengan alkohol. Alkohol ini digunakan untuk menarik serat-serat karagenan.

Selama proses ekstraksi karagenan keluar dari jaringan rumput laut yang ditandai dengan meningkatnya viskositas larutan ekstraksi menjadi lebih kental, hal ini terlihat pada saat penyaringan filtrat hasil penyaringan membentuk lapisan gel ketika filtrat dingin maka dari itu setelah selesai ekstraksi harus segera disaring dan dipresipitasi dengan alkohol. Penyaringan dilakukan dengan menggunakan corong buchner, filtrat yang dihasilkan dari proses penyaringan dipresipitasi dengan alkohol dengan perbandingan filtrat dan alkohol 1:2.

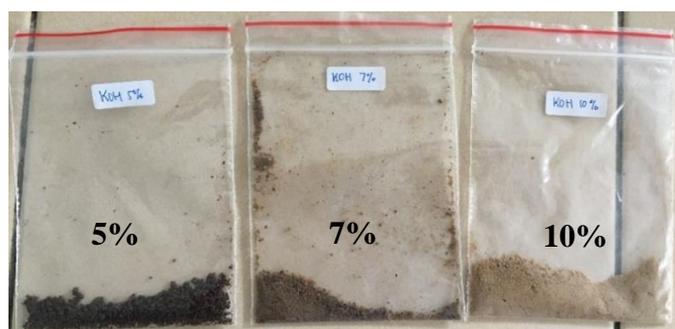
Alkohol yang digunakan pada penelitian ini adalah etanol 96%. Etanol digunakan karena mampu mengikat air yang terkandung di dalam hasil ekstraksi

dan dapat mengendapkan fraksi berat karagenan sehingga terbentuk serat-serat karagenan (Maghfiroh, 2016). Proses presipitasi ini berlangsung selama 24 jam agar maksimal, setelah itu filtrat dan endapan dipisahkan. Endapan yang terpisah dikeringkan di dalam oven pada suhu 50 °C selama kurang lebih 48 jam sampai berat konstan.

Setelah berat konstan, karagenan yang diperoleh dari ekstraksi dihaluskan sampai menjadi bubuk. Karagenan yang diekstraksi menggunakan pelarut KOH terlihat lebih pekat warnanya dibandingkan dengan karagenan yang diekstraksi dengan pelarut NaOH. Karagenan yang telah halus dapat dilihat pada Gambar 4.3



Pelarut NaOH



Pelarut KOH

Gambar 4.3 Karagenan hasil ekstraksi

Karagenan yang dihasilkan dari ekstraksi menggunakan pelarut KOH mempunyai warna yang lebih pekat, padat, tidak halus, keras seperti gel oleh

karena itu ketika dihaluskan tidak dapat menjadi halus secara sempurna. Karagenan yang diekstraksi dengan pelarut NaOH mempunyai warna putih kekuningan. Berbentuk serbuk halus, tidak keras sehingga mudah untuk dihaluskan. Warna karagenan hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut KOH menghasilkan warna yang lebih gelap dibandingkan dengan karagenan hasil ekstraksi menggunakan pelarut NaOH.

Warna karagenan yang dihasilkan dengan pelarut NaOH adalah putih-kekuningan, sementara warna karagenan dengan pelarut KOH adalah kecoklatan. Warna kecoklatan bisa disebabkan karena masih adanya selulosa, pigmen fikoertitin, dan fikosianin. Selain sebagai komponen yang tidak larut air, selulosa juga menyebabkan warna karagenan menjadi keruh (Wenno, dkk. 2012)

4.2 Rendemen Karagenan

Rendemen adalah salah satu parameter penting dalam menentukan efektif tidaknya proses ekstraksi karagenan. Efektif dan efisiennya ekstraksi karagenan bisa dilihat dari nilai rendemennya. Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini sekitar 9,32-59%. Rendemen karagenan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rata-rata Rendemen Karagenan dengan Pelarut dan Konsentrasi Pelarut yang Berbeda

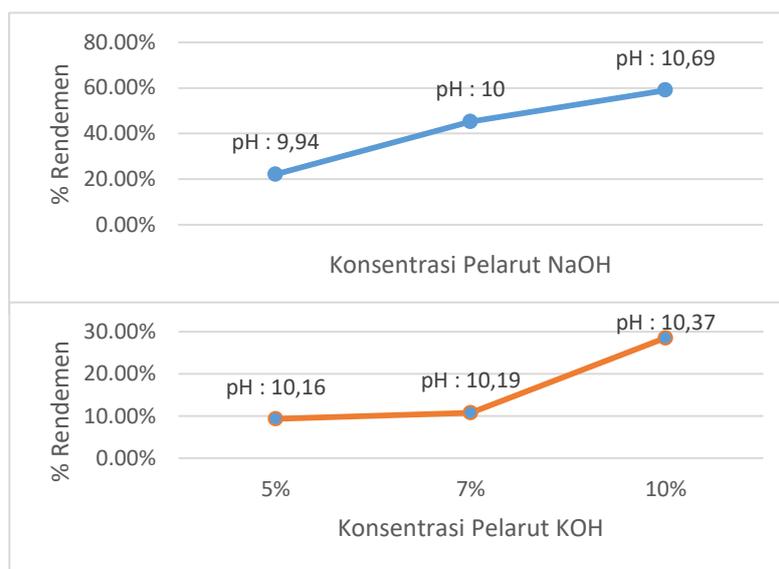
Perlakuan	Rendemen (%)		Rata-rata Rendemen (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	
NaOH 5%	22,082	21,008	21,545 ^d
NaOH 7%	42,226	44,616	44,921 ^b
NaOH 10%	58,866	59,001	58,933 ^a
KOH 5%	8,756	9,316	9,036 ^e
KOH 7%	10,286	10,782	10,534 ^e
KOH 10%	28,526	30,038	29,282 ^c

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan hasil rendemen karagenan yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 Menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan dengan menggunakan pelarut KOH 5% dan 7% belum memenuhi standar persyaratan minimum rendemen karagenan yang ditetapkan oleh Departemen Perdagangan (1989) dan SNI 01-2690-1888 yaitu sebesar 25%. Nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan dengan menggunakan pelarut NaOH yang memiliki konsentrasi 10% yaitu sebesar 58,93%, pada konsentrasi yang sama pelarut KOH hanya menghasilkan rendemen sebesar 29,28%.

Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini sudah cukup baik. Dimana rendemen yang paling baik yaitu dengan menggunakan pelarut NaOH 10% yang menghasilkan rendemen 58,93%. Menurut Aris dan Muchdar (2020) kandungan kappa karagenan pada rumput laut *K. alvarezii* sebesar 60%. Hal ini menunjukkan hampir semua karagenan pada rumput laut telah terekstrak.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka rendemen karagenan semakin besar



Gambar 4.4 Hubungan Konsentrasi Pelarut dengan Rendemen Karagenan

Meningkatnya konsentrasi pelarut akan meningkatkan rendemen karagenan. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi pelarut yang semakin tinggi akan menaikkan pH yang dapat mempercepat proses plasmolisis dinding sel sehingga mempermudah proses pemisahan antara dinding sel dan sitoplasma dari sel rumput laut *Eucheuma cottonii*, konsentrasi pelarut yang semakin tinggi juga meningkatkan kemampuan ekstraksi hal ini disebabkan karena konsentrasi alkali yang semakin tinggi maka semakin tinggi pula titik lelehnya sehingga rumput laut tidak banyak larut pada saat dipanaskan dan juga pada saat ekstraksi berlangsung penambahan konsentrasi pelarut akan membantu pelepasan polisakarida 3,6 anhidrogalaktoza dari dinding sel rumput laut menjadi lebih baik (Ruku, dkk., 2020)

Kecilnya rendemen yang dihasilkan oleh pelarut KOH dikarenakan pada saat ekstraksi larutan yang dihasilkan jauh lebih kental. Larutan yang lebih kental ini menandakan karagenan keluar dari jaringan rumput laut. Larutan yang kental membutuhkan waktu lebih lama untuk proses penyaringan dan menyebabkan larutan menjadi dingin hal ini mengakibatkan terbentuknya lapisan gel maka dari itu penyaringan tidak berjalan maksimal dan filtrat yang dihasilkan mengandung karagenan yang lebih sedikit.

Rendemen yang diekstrak dengan pelarut NaOH lebih besar dibandingkan dengan pelarut KOH, hal ini disebabkan karena ion Natrium mempunyai reaktivitas dan kemampuan daya pengendap koloid yang lebih besar dibandingkan dengan ion Kalium, sehingga menyebabkan karagenan lebih mudah membentuk gel (Budiyari dan Hargono, 2004).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan pelarut NaOH konsentrasi 10% memberikan rendemen yang tertinggi yaitu sebesar 58,93% dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu NaOH 5%, NaOH 7%, KOH 5%, KOH 7%, dan KOH 10% yang masing-masing 21,55%, 44,92%, 9,04%, 10,53%, dan 29,28%. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan pelarut dan konsentrasi pelarut berpengaruh nyata terhadap nilai rendemen karagenan. Hasil uji Anova menunjukkan bahwa penggunaan pelarut berbeda dan konsentrasi pelarut yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai rendemen karagenan yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut yaitu uji beda nyata jujur (BNJ) menunjukkan bahwa rendemen tertinggi diperoleh oleh perlakuan dengan menggunakan pelarut NaOH konsentrasi 10% yaitu sebesar 58,93%. Perlakuan tersebut berbeda nyata dengan pelarut NaOH 7%, NaOH 5%, KOH 5%, KOH 7% dan KOH 10% sedangkan pelarut KOH 5% dan KOH 7% tidak berbeda nyata.

4.3 Uji Kemurnian Karagenan

4.3.1 Kromatografi Lapis Tipis

Uji kemurnian karagenan hasil ekstraksi dilakukan menggunakan kromatografi lapis tipis. Prinsip KLT yaitu untuk memisahkan komponen kimia berdasarkan prinsip absorbansi dan partisi, yang ditentukan oleh fase diam dan fase gerak (Kusnadi dan Devi, 2017). Fase diam yang digunakan adalah plat silika gel F₃₆₆ dengan ukuran 10 cm x 10 cm yang diaktivasi terlebih dahulu di dalam oven pada suhu 100 °C selama 30 menit untuk menghilangkan kadar air pada plat sehingga daya serap plat menjadi maksimal. Selanjutnya ekstrak karagenan dibuat

konsentrasi 1000 ppm dan di totolkan pada plat sebanyak 3 totolan di tempat yang sama menggunakan pipa kapiler pada tepi bawah.

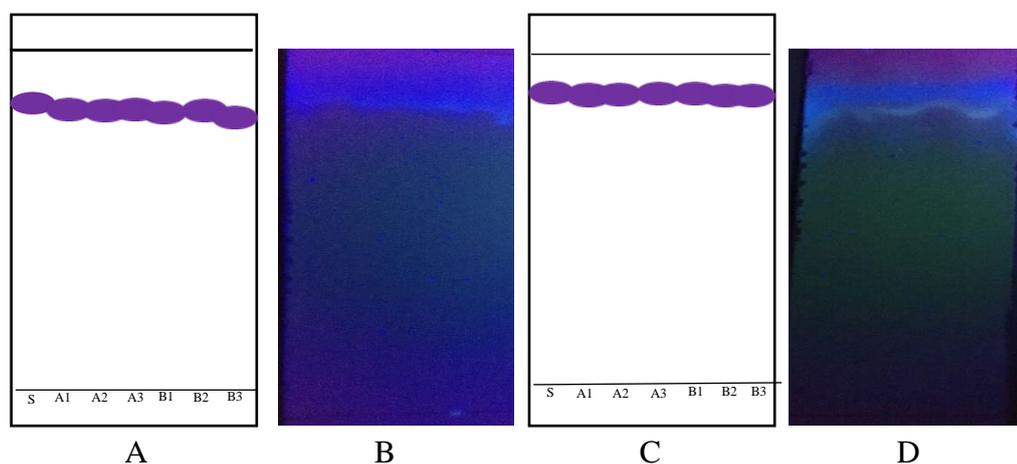
Sebelum dielusi, bejana dijenuhkan terlebih dahulu yang bertujuan untuk menyamaratakan tekanan uap dari fase gerak yang digunakan sehingga pemisahan dapat berjalan dengan baik (Dewi, dkk., 2018) dan meminimalkan penguapan pelarut dari lempeng KLT (Kusnadi dan Devi, 2017). Penjenuhan dilakukan dengan memberikan fase gerak di tepi chamber kemudian ditutup. Fase gerak yang di pakai pada proses ini berfungsi untuk menarik senyawa yang diduga karagenan sampai batas atas elusi (Agustin, dkk., 2019).

Setelah jenuh, plat yang sudah ditotolkan sampel dimasukkan ke dalam bejana untuk dielusi. Plat KLT yang terelusi akan mengabsorpsi fase gerak. Setelah mencapai batas atas plat kemudian plat diangkat dan dikeringkan. Setelah kering dideteksi senyawa dibawah sinar UV dengan panjang gelombang 366 nm untuk melihat bercak pada plat. Bercak yang tampak ditandai agar memudahkan proses analisa. Berdasarkan hasil identifikasi KLT terlihat bercak berwarna ungu, sehingga diperoleh nilai R_f yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel. 4.2 Data identifikasi KLT karagenan komersil dan karagenan isolasi.

Fase Gerak	Senyawa	Penampak Noda	Harga Rf
		Lampu UV	
Metanol : Air (5:1)	Karagenan komersil	Ungu	0,86
	A1	Ungu	0,86
	A2	Ungu	0,84
	A3	Ungu	0,85
	B1	Ungu	0,83
	B2	Ungu	0,81
	B3	Ungu	0,81
Etanol : Air (3:2)	Karagenan komersil	Ungu	0,86
	A1	Ungu	0,85
	A2	Ungu	0,84
	A3	Ungu	0,84
	B1	Ungu	0,85
	B2	Ungu	0,85
	B3	Ungu	0,78

Ket: A1 : NaOH 5%, A2: NaOH 7%, A3: NaOH: 10%, B1: KOH 5%, B2: KOH 7% dan B3: KOH 10%



Gambar 4.5 (A) Ilustrasi plat KLT eluen metanol:air(5:1) (B) Plat KLT eluen metanol:air(5:1) (C) Ilustrasi plat KLT eluen etanol:air(3:2) (D) Plat KLT eluen etanol:air(3:2)

Hasil KLT menggunakan fase gerak metanol : air (5:1) dan etanol : air (3:2) menghasilkan satu bercak berwarna ungu pada penotolan sampel karagenan komersil dan karagenan hasil ekstraksi dan mempunyai nilai Rf yang tidak jauh berbeda. Bercak berwarna ungu ditimbulkan karena adanya interaksi antara sinar UV dengan gugus kromofor yang terikat oleh ausokrom yang terdapat pada bercak tersebut (Agustin, dkk., 2019).

Dari hasil tersebut dapat diartikan bahwa karagenan hasil ekstraksi identik dengan karagenan komersil. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya Bawa (2007) yang menghasilkan bercak berwarna ungu pada uji kemurnian karagenan dengan KLT dan menghasilkan harga Rf tidak jauh berbeda antara karagenan komersil dan karagenan hasil ekstraksi.

4.3.2 Uji Titik Leleh

Titik leleh adalah temperatur dimana suatu senyawa mulai beralih fasa dari padatan menjadi cairan, sampai dengan terjadinya pelelehan sempurna. Dalam pengertian lainnya, titik leleh juga dapat diartikan suatu temperatur dimana suatu zat padat berubah menjadi cairan pada tekanan satu atmosfer (Hidayanti, dkk., 2016). Hasil pengukuran titik leleh pada penelitian ini yang tertinggi adalah karagenan komersil yaitu sebesar 235 °C sedangkan yang terendah sebesar 234 °C yaitu karagenan hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut NaOH 5%, KOH 7% dan KOH 10%. Hasil pengukuran titik leleh bisa dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data identifikasi karagenan komersil dan karagenan isolasi dengan uji titik leleh

Sampel	Titik Leleh (°C)
Karagenan komersil	235-238
Karagenan NaOH 5%	232-235
Karagenan NaOH 7%	234-236
Karagenan NaOH 10%	234-236
Karagenan KOH 5%	234-236
Karagenan KOH 7%	232-234
Karagenan KOH 10%	232-235

Berdasarkan Tabel 4.3 titik leleh karagenan komersil dan karagenan hasil ekstraksi sonikasi tidak berbeda nyata. Suhu titik leleh karagenan komersil pada penelitian ini berkisar 235-238 °C sedangkan karagenan hasil ekstraksi sonikasi berkisar 232-236 °C. Suhu titik leleh karagenan hasil ekstraksi sonikasi pada penelitian ini lebih rendah dari karagenan komersil. Wulandari (2010) menyatakan suhu titik leleh yang lebih rendah ini disebabkan karena kandungan sulfat pada karagenan hasil ekstraksi lebih rendah dibandingkan dengan karagenan komersil.

Friedlander and Zelokovitch dalam Ega (2016) menyatakan bahwa suhu titik leleh berbanding lurus dengan kandungan 3,6-anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. Menurut standarisasi karagenan komersil syarat mutu titik leleh minimum yaitu sebesar 34,10 °C dan 50 °C maka karagenan yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar mutu karagenan.

4.4 Uji Kelarutan

Kelarutan merupakan keadaan suatu senyawa baik padat, cair, ataupun gas yang terlarut dalam padatan, cairan, atau gas yang akan membentuk larutan

homogen (Hendriani & Yoda, 2016). Jenis karagenan hasil isolasi dapat diidentifikasi dengan melihat daya kelarutan di berbagai media pelarut. Data hasil uji kelarutan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Uji Kelarutan Karagenan

Media Pelarut	Air		NaCl		Kloroform
	25 °C	80 °C	25 °C	80 °C	
Karagenan komersil	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
A1	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
A2	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
A3	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
B1	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
B2	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut
B3	Tidak Larut	Larut	Tidak Larut	Tidak Larut	Tidak Larut

Ket :

A1 = NaOH 5%
A2 = NaOH 7%
A3 = NaOH 10%
B1 = KOH 5%
B2 = KOH 7%
B3 = KOH 10%

Karagenan menunjukkan karakteristik kelarutan yang biasanya ditunjukkan oleh koloid hidrofilik. Karagenan larut dalam air dan tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik. Karakteristik kelarutan karagenan dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor penting diantaranya adalah: jenis karagenan, ion yang ada,

zat terlarut lainnya, suhu dan pH. Jenis karagenan mempunyai daya kelarutan yang berbeda-beda.

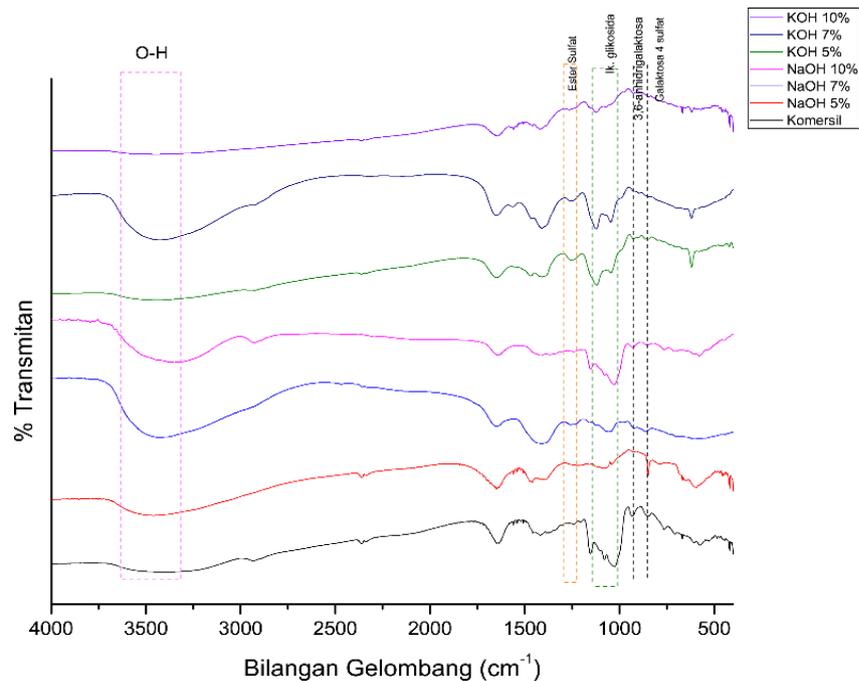
Kappa karagenan tidak larut dalam air pada suhu ruang tetapi larut pada suhu 80 °C hal ini dikarenakan kappa karagenan mengandung 3,6-anhidrogalaktosa sebagai bagian dari unit berulang dan gugus sulfat yang lebih sedikit menjadi kurang hidrofilik dan kurang larut dalam air. Berbeda dengan karagenan jenis lamda dan iota, lambda karagenan mudah larut pada semua kondisi karena tidak adanya gugus 3,6-anhidrogalaktosa dan mengandung gugus sulfat yang tinggi.

Karagenan jenis iota bersifat hidrofilik karena adanya gugus 2-sulfat yang dapat menetralkan 3,6-anhidrogalaktosa yang kurang hidrofilik (Wulandari, 2010) dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa karagenan hasil ekstraksi merupakan karagenan jenis kappa. Hal ini sesuai dengan Tarman, dkk., (2020) yang menyebutkan bahwa karagenan jenis kappa larut dalam air yang berada di atas suhu 60 °C, tidak larut pada larutan garam pekat, dan larut pada larutan gula panas. Dari hasil identifikasi uji kelarutan menggunakan berbagai media pelarut didapatkan data bahwa kelarutan karagenan hasil isolasi identik dengan karagenan komersil.

4.5 Uji Gugus Fungsional Karagenan Menggunakan FTIR

Sampel yang diduga karagenan jenis kappa hasil analisis kelarutan diperkuat dugaannya dengan melakukan identifikasi menggunakan spektrofotometer infra merah atau FTIR. Analisa spektrofotometer infra merah adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui gugus fungsional suatu senyawa. Senyawa sampel dapat dibandingkan dengan senyawa komersil jika gugus-gugus fungsional sama maka sampel dan senyawa karagenan komersil dapat dikatakan identik. Gambar

berikut merupakan spektrum FTIR karagenan komersil dengan karagenan hasil ekstraksi, dimana masing-masing spektrum dibawah dibandingkan dengan gugus fungsionalnya. Spektra hasil identifikasi FTIR dari senyawa karagenan hasil isolasi dan karagenan komersil ditampilkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Spektra hasil FTIR senyawa karagenan komersil dan karagenan hasil isolasi

Tabel 4.5 Data Spektrum FTIR Karagenan

No	Karagenan	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)				
		3000-3600	1500-2000	1000-1500	900-1000	700-900
1	Komersil	3349,968	1642,940	1152,246	931,680	851,500
2	NaOH 5%	3460,043	1647,149	1219,325	931,260	848,790
3	NaOH 7%	3436,493	1646,862	1256,919	928,194	864,520
4	NaOH 10%	3419,512	1646,447	1242,315	935,860	849,318
5	KOH 5%	3439,319	1649,646	1252,794	927,044	847,890
6	KOH 7%	3430,028	1648,909	1252,925	928,960	895,601
7	KOH 10%	3436,003	1647,274	1265,640	927,044	848,850
Jenis Ikatan		O-H	C-H	S=O (Ester sulfat)	C-O (3,6-anhidro galaktosa)	C-O-SO ₃ (Galaktosa 4 sulfat)

Berdasarkan Gambar 4.6 puncak-puncak yang dihasilkan pada pita-pita serapan memiliki besar sudut yang hampir sama dengan karagenan komersil sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa hasil isolasi merupakan senyawa karagenan. Panjang gelombang yang dihasilkan berbeda-beda setiap gugusnya. Pada karagenan komersil bilangan gelombang yang mengindikasikan karagenan terdapat pada panjang gelombang $851,500\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus galaktosa-4-sulfat. Serapan yang kuat pada panjang gelombang $1026,898\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan glikosidik. Selain itu pada panjang gelombang $931,680\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus 3,6-anhidrogalaktosa yang merupakan ciri khas dari kappa karagenan.

Pada karagenan hasil isolasi juga menunjukkan adanya serapan gugus khas karagenan yaitu galaktosa-4-sulfat. Karagenan NaOH 5% muncul pada panjang gelombang $848,790\text{ cm}^{-1}$. Karagenan NaOH 7% muncul pada panjang gelombang $864,520\text{ cm}^{-1}$. Karagenan NaOH 10% pada $849,318\text{ cm}^{-1}$. Karagenan KOH 5% muncul pada panjang gelombang $847,890\text{ cm}^{-1}$. Karagenan KOH 7% muncul pada panjang gelombang $895,601\text{ cm}^{-1}$, dan pada karagenan KOH 10% muncul pada panjang gelombang $848,850\text{ cm}^{-1}$.

Semua karagenan hasil isolasi juga menunjukkan adanya gugus 3,6-anhidrogalaktosa, gugus tersebut merupakan ciri khas dari kappa karagenan. Karagenan NaOH 5% muncul pada panjang gelombang $931,260\text{ cm}^{-1}$. Karagenan NaOH 7% muncul pada panjang gelombang $928,194\text{ cm}^{-1}$. Karagenan NaOH 10% muncul pada panjang gelombang $935,860\text{ cm}^{-1}$. Karagenan KOH 5% muncul pada panjang gelombang $927,044\text{ cm}^{-1}$. Karagenan KOH 7% muncul pada panjang

gelombang $928,960\text{ cm}^{-1}$. Karagenan KOH 10% muncul pada gelombang $927,044\text{ cm}^{-1}$.

Pada karagenan komersil dan hasil isolasi juga terdapat gugus ester sulfat, OH dan ikatan glikosida gugus tersebut ada disemua tipe karagenan hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.4. Menurut Van (2002) dalam Murdiningsih dan Hasan (2017) gugus galaktosa-4-sulfat yang merupakan gugus khas karagenan muncul pada rentang panjang gelombang $840-850\text{ cm}^{-1}$. Gugus khas kappa karagenan yaitu 3,6-anhidrogalaktosa muncul pada rentang panjang gelombang $928-933\text{ cm}^{-1}$. Ikatan glikosida menunjukkan rentang panjang gelombang $1010-1080\text{ cm}^{-1}$. Gugus ester sulfat muncul pada panjang gelombang $1220-1260\text{ cm}^{-1}$.

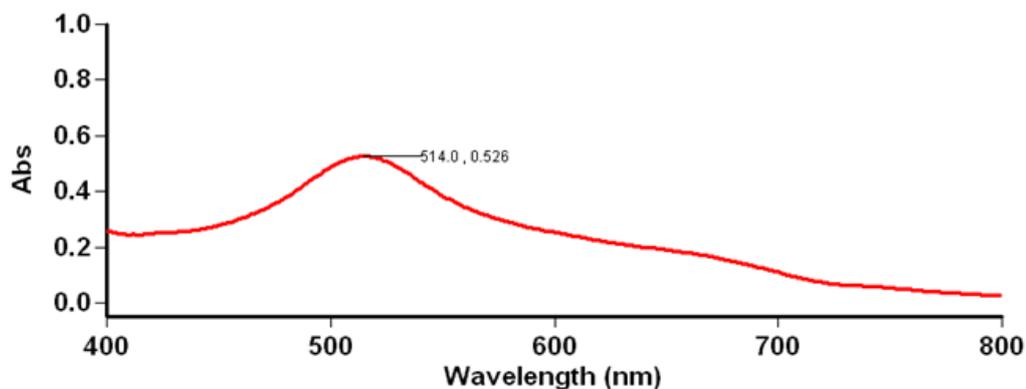
Gugus OH berada dalam rentang panjang gelombang $3200-3600\text{ cm}^{-1}$. Hal diatas membuktikan bahwa spektrum gelombang yang dihasilkan dari ekstraksi sesuai dengan literatur, walaupun ada sedikit pergesaran panjang gelombang. Maka dapat disimpulkan bahwa karagenan komersil dan karagenan hasil isolasi dari rumput laut *Eucheuma cottonii* pada penelitian ini merupakan karagenan jenis kappa.

4.6 Uji Aktivitas Antioksidan Karagenan

4.6.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Tahap awal untuk menentukan aktivitas antioksidan pada sampel adalah penentuan panjang gelombang maksimum larutan DPPH. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mengetahui λ yang memiliki serapan tertinggi. Pengukuran sampel harus dilakukan pada panjang gelombang maksimum agar kepekaannya lebih maksimal dan meminimalkan kesalahan karena pada panjang gelombang tersebut perubahan absorbansi untuk setiap

satuan konsentrasi adalah yang paling besar (Winahyu, dkk., 2019). Hasil spektra UV-Vis larutan DPPH 0,2 mM ditunjukkan pada Gambar 4.7 :



Berdasarkan spektra pada Gambar 4.7 lamda maksimum DPPH 0,2 mM berwarna ungu adalah 514 nm dengan absorbansi maksimum 0,526 A. Hasil ini sesuai dengan penelitian terdahulu yaitu Miranti, dkk (2016) yang menghasilkan panjang gelombang maksimum 514 nm dengan absorbansi maksimum 0,692 A. Pada penelitian Huda (2019) yang menghasilkan panjang gelombang maksimum DPPH sebesar 514 nm. Panjang gelombang maksimum DPPH ini akan digunakan untuk proses pengukuran aktivitas antioksidan sampel karagenan.

4.6.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi untuk menetralkan peningkatan radikal bebas, melindungi sel dari efek toksik yang dihasilkan serta berkontribusi dalam pencegahan penyakit-penyakit (Aminah, dkk., 2020). Pengujian antioksidan menggunakan metode DPPH, DPPH merupakan radikal sintetik yang larut dalam pelarut polar seperti metanol dan etanol. Metode DPPH dipakai karena sederhana, mudah, cepat dan hanya membutuhkan sedikit sampel. Senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui donasi atom

hidrogen dan menyebabkan terjadinya perubahan warna dari ungu ke kuning yang diukur pada panjang gelombang 514 nm yang didapatkan dari tahap sebelumnya. Pengukuran aktivitas antioksidan ini menggunakan larutan DPPH 0,2 mM sebagai kontrol.

Sampel yang diuji aktivitas antioksidannya adalah karagenan komersil dan karagenan hasil ekstraksi sonikasi. Sampel dibuat menjadi 5 konsentrasi yaitu 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan 500 ppm. Setiap sampel ditambahkan larutan DPPH kemudian diinkubasi selama 30 menit. Waktu inkubasi ini merupakan waktu dimana ekstrak uji dalam meredam radikal bebas DPPH, sehingga reaksi tersebut sudah berjalan sempurna (Miranti,dkk., 2016).

Semua sampel karagenan mengalami perubahan warna setelah inkubasi. Karagenan komersil mengalami perubahan warna dari ungu tua menjadi ungu muda, hal ini menandakan bahwa karagenan komersil memiliki aktivitas antioksidan yang sangat rendah. Sedangkan semua sampel karagenan hasil isolasi mengalami perubahan warna dari ungu menjadi kuning-kecoklatan, hal ini menandakan karagenan hasil isolasi memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan karagenan komersil. Perubahan warna ini berhubungan dengan jumlah elektron DPPH yang menangkap elektron hidrogen dari senyawa antioksidan. Pengurangan intensitas warna menandakan peningkatan kemampuan antioksidan untuk menangkap radikal bebas (Prakash, 2001)

Setelah diinkubasi setiap sampel diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 514 nm. Setiap sampel dengan berbagai konsentrasi akan menghasilkan nilai absorbansi yang berbeda, nilai absorbansi dihitung untuk menentukan persen inhibisi. Data absorbansi dan % inhibisi ditunjukkan pada

(Lampiran 9). Persen inhibisi dapat dinyatakan sebagai konsentrasi yang menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH atau sering disebut dengan IC_{50} . Semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas antioksidan semakin kuat (Aminah, dkk., 2020). Persen (%) inhibisi yang telah didapatkan dianalisis menggunakan persamaan regresi non linear dengan *software GraphPad Prism 8*.

Nilai konsentrasi sampel dan % aktivitas antioksidan diplotkan pada masing-masing pada sumbu X dan Y. Nilai konsentrasi sampel diubah terlebih dahulu menjadi log konsentrasi. Kemudian pada graphpad pilih *nonlinear regression curve fit* dan pilih *Log (inhibitor) vs. Normalized response – variable slope* untuk mengetahui nilai IC_{50} pada sampel. Dari cara tersebut sehingga bisa didapatkan nilai IC_{50} . Data IC_{50} ditunjukkan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Nilai Aktivitas Antioksidan Karagenan

Konsentrasi (ppm)	Komersil	NaOH			KOH		
		5%	7%	10%	5%	7%	10%
500	13,038	6,508	8,749	28,604	3,135	19,339	13,549
400	13,987	6,986	17,284	23,628	5,309	11,900	16,170
300	11,774	6,720	24,988	29,468	1,993	14,120	19,485
200	9,797	5,646	6,333	27,719	5,093	17,321	18,607
100	14,990	6,213	7,497	22,701	3,632	12,929	11,135
IC_{50} (ppm)	547,2	276,4	289,7	208,6	245,3	185,5	359,6

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui nilai IC_{50} dari setiap sampel karagenan mempunyai tingkat kekuatan antioksidan yang berbeda-beda. Berdasarkan Wulansari (2018) kekuatan aktivitas antioksidan dikatakan sangat kuat apabila mempunyai nilai IC_{50} sebesar <50 ppm. Tingkat aktivitas antioksidan kuat apabila memiliki nilai IC_{50} sebesar 50-100 ppm. Tingkat aktivitas antioksidan sedang apabila memiliki nilai IC_{50} 100-250 ppm. Tingkat aktivitas

antioksidan lemah apabila memiliki nilai IC_{50} 250-500 ppm. Apabila nilai IC_{50} >500 aktivitas antioksidan dikatakan tidak aktif.

Semakin kecil nilai IC_{50} suatu senyawa maka aktivitas antioksidan dari senyawa tersebut semakin kuat. Pada sampel karagenan, karagenan dengan pelarut KOH 7% memiliki kekuatan antioksidan paling tinggi yang memiliki nilai IC_{50} sebesar 185,5 ppm dan karagenan komersil memiliki kekuatan antioksidan paling rendah yang memiliki nilai IC_{50} sebesar 547,2 ppm.

Karagenan komersil memperoleh nilai IC_{50} yang sangat tinggi sebesar 547 ppm ini menunjukkan karagenan komersil dinyatakan tidak aktif antioksidannya. Hal ini kemungkinan karena karagenan komersil terdapat proses *bleaching*/pemucatan rumput laut hal ini menyebabkan karagenan yang dihasilkan berwarna putih. Hal inilah yang memungkinkan dapat menghilangkan senyawa antioksidan pada karagenan.

Sampel karagenan yang mempunyai aktivitas antioksidan lemah adalah sampel karagenan dengan pelarut KOH 7%, NaOH 5% dan NaOH 7% yang memiliki nilai IC_{50} berturut-turut sebesar 359,6 ppm, 276,4 ppm, dan 289,7 ppm. Kekuatan aktivitas antioksidan sedang adalah sampel karagenan dengan pelarut KOH 5%, KOH 10% dan NaOH 10% yang memiliki nilai IC_{50} berturut-turut sebesar 245,3 ppm, 185,5 ppm, dan 208,6 ppm..

Hasil dari pengujian aktivitas antioksidan pada sampel karagenan dibandingkan dengan antioksidan asam askorbat (vitamin C). Asam askorbat digunakan sebagai pembanding karena asam askorbat merupakan antioksidan yang sering dipakai di masyarakat dan untuk mengetahui seberapa kuat potensi antioksidan sampel karagenan jika dibandingkan dengan asam askorbat sebagai

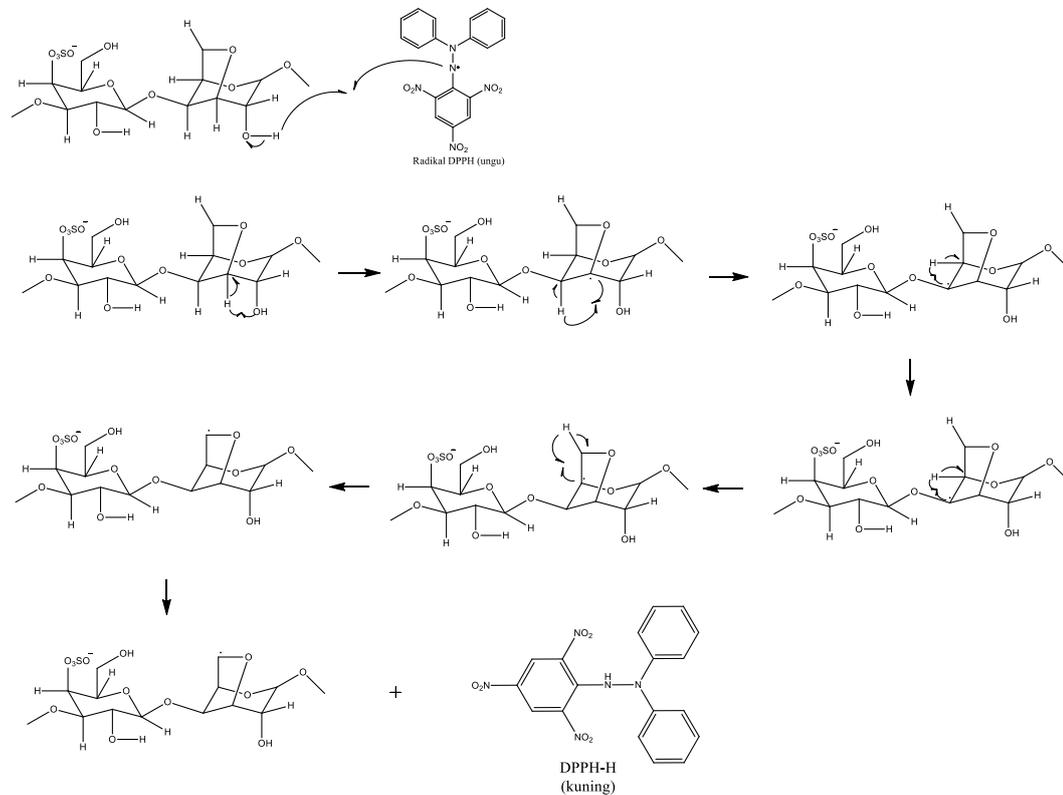
antioksidan sintetis yang sering dipakai. Purwanto, dkk (2017) menyatakan nilai IC_{50} pada asam askorbat sebesar 32,65 ppm. Asam askorbat ini dikategorikan sebagai antioksidan yang kuat karena memiliki nilai $IC_{50} < 50$ ppm. Bila dibandingkan dengan nilai IC_{50} pembanding asam askorbat dengan nilai IC_{50} sampel karagenan yang diperoleh, pembanding asam askorbat mempunyai nilai IC_{50} yang lebih baik. Hal ini menandakan bahwa pembanding asam askorbat mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel karagenan yang telah diperoleh.

Perbedaan nilai IC_{50} pada setiap sampel karagenan bisa diakibatkan karena penggunaan bahan pelarut yang berbeda, karena pelarut yang tidak tepat dapat merusak aktivitas antioksidan yang ada. Penggunaan pelarut yang sama pun dapat memberikan hasil yang berbeda pula walaupun partikel dan stabilitas substrat sampel yang diekstraksi sama (Suryaningrum, 2004). Lemahnya aktivitas antioksidan dari karagenan ini kemungkinan disebabkan karena karagenan masih berbentuk ekstrak kasar dimana senyawa dalam ekstrak tersebut masih banyak komponen lain yang merupakan pengotor atau komponen senyawa lain yang tidak saling bersinergis yang dapat menurunkan aktivitas antioksidan.

Karagenan KOH 7% menghasilkan nilai IC_{50} paling baik yaitu 185,5 ppm yang tergolong kekuatan medium. Hal ini kemungkinan disebabkan masih adanya pigmen dari rumput laut yang ditandai dengan warna yang kecoklatan pada karagenan hasil ekstraksi. Hal ini bisa juga disebabkan oleh senyawa lain yang saling bersinergis sehingga dapat meningkatkan antioksidan dalam karagenan.

Karagenan berpotensi sebagai antioksidan hal ini dikarenakan karagenan memiliki gugus hidroksil yang lebih banyak, sehingga mampu mendonorkan

proton kepada radikal bebas yang ada pada DPPH. Reaksi dugaan yang terjadi pada karagenan dan DPPH dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Reaksi dugaan antara karagenan dan DPPH

Tang, dkk (2019) menyatakan radikal bisa terstabilkan dengan perlindungan sterik. Karagenan juga mampu membentuk struktur matriks 3 dimensi dan dapat melindungi radikal pada karagenan untuk berinteraksi dengan senyawa lain. Kemampuan karagenan untuk membentuk struktur "*double helix*" akan lebih tinggi dan dapat melindungi senyawa antioksidan dalam matrik tiga dimensi dari suhu panas selama proses pemasakan serta dari oksigen (Febriyanti, dkk., 2015).

Penambahan karagenan pada makanan dapat melindungi kandungan antioksidan pada makanan tersebut dikarenakan karagenan dapat berfungsi sebagai pelapis enkapsulan dari senyawa antioksidan tersebut. Pada karagenan

memiliki sifat pseudoplastik yang baik dan dapat bertindak sebagai mikroenkapsulan serta meningkatkan gaya adhesi antara dinding dan bahan inti sehingga dapat melindungi senyawa antioksidan saat proses pemanasan atau pemasakan (Pangestu, dkk., 2017).

4.7 Pemanfaatan Senyawa Karagenan dalam Perspektif Islam

Karagenan merupakan senyawa pengental yang mempunyai kandungan ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat. Karagenan banyak dimanfaatkan dalam bidang industri makanan, farmasi, kosmetik (Prasetyowati, dkk., 2008). Karagenan di industri makanan banyak digunakan sebagai pengental, pengemulsi, penstabil alami dan masih banyak lagi. Manfaat karagenan ini menciptakan makanan yang lebih sehat karena mengandung bahan-bahan yang berasal dari alam yaitu dari tumbuhan laut maka sudah terjamin kehalalannya. Allah swt memerintahkan kita untuk memakan makanan yang halal dan baik sebagaimana Allah swt berfirman dalam Al-Qur'an surat al Maidah ayat 88 :

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

Artinya: *"Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya"* (QS.Al-Maidah:88)

Ayat tersebut, menjelaskan bahwa Allah swt menyeru kita untuk makan makanan yang halal dan baik. Karena makanan halal dan baik tidak akan membahayakan tubuh kita. Karena makanan yang kita makan akan dicerna dan

dialirkan melalui pembuluh darah yang akan menjadi benih dalam mempengaruhi pembentukan karakter seseorang.

Makanan yang baik menurut al-Maraghi adalah yang sedap dimakan, tidak kotor, baik karena zatnya sendiri. Al-Maraghi menafsirkan kata kulu (makan) dalam ayat ini adalah "menikmati", maka mencakup minuman dan lain sebagainya. Manusia menikmati apa yang mudah baginya diantara yang baik dan halal. Petunjuk Al-Qur'an mengenai yang baik adalah sesuai dengan fitrah manusia yang lurus dan seimbang (Nuraini, 2018).

Menurut imam Malik, lafadz طيبا adalah tawkid dari lafadz حلالا mempunyai makna yang sama namun berbeda dalam lafadz. Tetapi menurut imam al-Shaf'i, keduanya berbeda dalam makna. Kata طيبا bermakna sesuatu yang baik dan sehat. Dengan demikian, berdasarkan ayat ini, dilarang pula makanan yang buruk dan tidak sehat walaupun sebenarnya merupakan makanan halal (Setiawan, 2014).

Pada ayat ini Allah memerintahkan kepada hamba-Nya agar mereka makan rezeki yang halal dan baik, yang telah dikaruniakan-Nya kepada mereka. "Halal" di sini mengandung pengertian, halal bendanya dan halal cara memperolehnya. Sedangkan "baik" adalah dari segi kemanfaatannya, yaitu yang mengandung manfaat dan maslahat bagi tubuh, mengandung gizi, vitamin, protein dan sebagainya. Makanan tidak baik, selain tidak mengandung gizi, juga jika dikonsumsi akan merusak kesehatan (Tafsir Tahlili Kemenag RI).

Setiap orang beriman diperintahkan Allah swt. untuk senantiasa mengkonsumsi makanan yang halal dan baik (mengandung gizi dan vitamin yang cukup). Hendaklah makanan didapatkan dengan cara yang halal yang sesuai

dengan syariat Islam yang dicontohkan Rasul. Dalam aspek baik atau tayyib adalah dari sisi kandungan zat makanan yang dikonsumsi. Makanan hendaknya mengandung zat yang dibutuhkan oleh tubuh, baik mutu maupun jumlah. Makanan gizi seimbang adalah yang dianjurkan. Ada makanan yang halal tapi tidak tayyib contohnya rumput laut ini menjadi tidak tayyib apabila dikonsumsi berlebihan karena bisa menyebabkan kelebihan yodium pada tubuh sehingga dapat menyebabkan disfungsi tiroid.

Berbagai macam senyawa yang terkandung dalam tumbuh-tumbuhan dapat bermanfaat untuk mencegah dan mengobati penyakit. Contohnya senyawa yang terkandung dalam rumput laut sebagai antioksidan yang dapat mencegah reaksi oksidasi pada tubuh sebagaimana Allah swt berfirman bahwa Allah swt telah menciptakan tumbuh-tumbuhan yang baik dalam QS. Asy-Syu'ara:7

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

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)

Dalam tafsir al-Misbah *zauj* dalam surat ini diartikan sebagai pasangan. Pasangan yang dimaksud adalah pasangan tumbuh-tumbuhan, karena menurut Quraish Shihab tidak hanya manusia yang memiliki pasangan, tetapi juga tumbuhan. Lafal *karīm* menurutnya ialah digunakan untuk menggambarkan sesuatu yang baik untuk objek yang disifatinya. Tumbuhan yang baik, bisa juga dikatakan tumbuhan yang subur dan bermanfaat.

Selain pada industri makanan, karagenan dari rumput laut juga dapat dimanfaatkan pada industri farmasi. Pada industri farmasi karagenan digunakan sebagai matriks tablet oral, pembentuk gel, peningkat viskositas, peningkat permeabilitas, sistem penghantar obat, dan juga dimanfaatkan dalam produksi semi sintetik antibiotik dan asam D-aspartat (Prihastuti dan Abdasah, 2019). Pada penelitian ini ternyata karagenan mengandung aktivitas antioksidan yang dapat meredam radikal bebas pada tubuh jika dikonsumsi. Radikal bebas dapat menyebabkan penyakit kanker dan penuaan yang disebabkan oleh kerusakan jaringan karena oksidasi (Agustina,2017) maka dari itu kita perlu mengkonsumsi antioksidan alami untuk mencegah penyakit tersebut.

Al-Qur'an telah mengisyaratkan tentang pengobatan alami dan juga menjelaskan tentang alam yang dapat kita manfaatkan sebagai sumber pembuat obat-obatan. Hal ini dijelaskan pada QS. an Nahl: 11

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya:”Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir”(QS. an Nahl:11).

Ayat 11 pada surat an Nahl menjelaskan bahwa Allah swt menurunkan hujan dan dengan hujan itu pula Allah swt menumbuhkan tanaman-tanaman yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Kemudian disebut pula segala macam buah-buahan agar manusia dapat mengetahui kekuasaan-Nya yang tidak terbatas. Dari air yang sama Allah swt berkuasa menumbuhkan tanaman-tanaman yang beraneka ragam dan mengeluarkan buah-buahan yang beraneka ragam bentuk,

warna dan rasanya. Segala macam tumbuh-tumbuhan yang bisa memenuhi kebutuhan hidup mereka adalah nikmat yang diberikan oleh Allah swt sekaligus sebagai bukti keesaan-Nya bagi orang yang mengingkari-Nya (Tafsir Tahlili Kemenag RI).

Ayat ini juga menyerukan kepada kita untuk berfikir dan belajar dengan cara observasi dan pengamatan secara praktis dan terus-menerus terhadap alam semesta dan makhluk yang ada di dalamnya. Karena masih banyak di alam semesta ini tumbuh-tumbuhan yang masih belum diketahui manfaat-manfaatnya. Karena Allah swt menciptakan sesuatu tidak ada yang sia-sia, kita sebagai umat manusia untuk menggali manfaat dari ciptaan Allah swt yang ada di alam semesta ini.

Pada penelitian ini kita mengetahui bahwa senyawa karagenan yang berasal dari rumput laut tidak hanya berguna sebagai pengental, penstabil, dan bahan tambahan pada makanan. Senyawa karagenan memiliki aktivitas antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh. Dengan dilakukannya penelitian ini menyadarkan kita bahwa pada alam semesta ini terdapat keajaiban dan bukti kebesaran Allah swt, maka sebagai umat manusia hendaknya kita selalu beriman dan bertakwa kepada Allah swt.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa,

1. Hasil analisis data menunjukkan bahwa penggunaan pelarut dan konsentrasi pelarut berpengaruh nyata terhadap rendemen karagenan. Karagenan dengan pelarut NaOH 10% memberikan rendemen terbaik yaitu sebesar 58,93% dan aktivitas antioksidan sebesar 208,6 ppm.
2. Jenis karagenan hasil ekstraksi sonikasi adalah kappa karagenan
3. Karagenan yang mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang adalah karagenan dengan pelarut KOH 5%, KOH 7% dan NaOH 10% yang memiliki nilai IC_{50} berturut-turut sebesar 245,3 ppm, 185,5 ppm dan 208,6 ppm. Karagenan yang mempunyai aktivitas antioksidan yang lemah adalah karagenan dengan pelarut KOH 10%, NaOH 5%, dan NaOH 7% yang memiliki nilai IC_{50} berturut-turut sebesar 359,6 ppm, 276,4 ppm, 289,7 ppm.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji organoleptik, uji kekuatan gel, dan viskositas karagenan hasil ekstraksi sonikasi dan pengaruh jenis pengendap terhadap rendemen karagenan. Serta perlu dilakukan pengujian dalam mengaplikasikan karagenan menjadi produk dibidang pangan maupun non pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Eva. 2017. Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan Dari Ekstrak Daun Tiin (*Ficus Carica Linn*) Dengan Pelarut Air, Metanol dan Campuran Metanol-Air. *KLOROFIL* Vol. 1 No. 1: 38-47
- Agustin, Risna., Destiana, E., dan Niken, F. 2019. Identifikasi Hidrokuinon Dalam Sabun Pemutih Pembersih Wajah Pada Tiga Klinik Kecantikan Di Bandar Lampung Dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis dan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Analisis Farmasi*. 4(2): 91-97.
- Aminah., Hamsinah., Nurmila, A.A., Sulasmi, A. 2020. Potensi Ekstrak Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Farmasi*. 12(1): 36-41.
- Anggadiredja, J.T., Achmad Z., Heri P., dan Sri I. 2011. Rumput Laut. Jakarta: Penebar Swadaya. Halaman 13-14, 29-39.
- Anton. 2017. Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma*) Pada Spesies yang Berbeda. *Jurnal Airaha*. Vol. 5, No. 2 : 102-109.
- Aris, M dan Muchdar, F. 2020. Hubungan Kedalaman Perairan dengan Kandungan Kappa Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Techno-Fish*. Vol 4, No. 2
- Campo, V.L., Daniel, F. K., Dilson, B.S Jr., and Ivone, Carvalho. 2009. Carrageenans: Biological Properties, chemical modifications and structural analysis. *Carbohydrate Polymers*. 77:167-180.
- Bangngaalino, Herman dan Badai, M., 2018. Analisis Kandungan Dan Aktivitas Antioksidan Pada Rumput Laut *Eucheuma cottonii* yang di Ekstraksi Dengan Pelarut Etanol. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*.
- Baraja, M. 2008. Uji Toksisitas Ekstrak Daun *Ficus elastica Nois ex Blume* Terhadap *Artemia salina Leach* dan Profil Kromatografi Lapis Tipis. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Bawa, I G. A. G., Putra B., dan Ida, R. L. 2007. Penentuan pH Optimum Isolasi Karaginan Dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Kimia*. 1(1): 15-20.
- Bhermana, B.G. 2019. Analisis Karakteristik Karaginan *Eucheuma cottonii* Asal Aceh Jaya Menggunakan Pelarut Alkali (KOH dan NaOH). *AMINA*. 1(2).
- Budiyati, C.S dan Hargono. 2004. Pengaruh Solven Alkali dalam Pembuatan Karaginan Dari *Eucheuma Spinosum* dengan Cara Ekstraksi dan Pengendapan. *Reaktor*. Vol. 8 No. 1. Hal: 33-36.

- Cameron, D.K and Wang, Ya-Jane. 2006. Application of Protease and High-Intensity Ultrasound in Corn Starch Isolation from Degermed Corn Flour. *Journal Food Science University Of Arkansas* : September/October 2006, Volume 83, Number 5. Page 505-509
- Dahuri, R., 2003, Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Desiana, Elvia dan Tri, Y. H. 2015. Pembuatan Karagenan Dari *Eucheuma cottonii* Dengan Ekstraksi KOH Menggunakan Variabel Waktu Ekstraksi. *Semnastek*.
- Dewi, dkk. 2018. Pemisahan, Isolasi, dan Identifikasi Senyawa Saponin dari Herba Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban). *Jurnal Farmasi Udayana*. Vol. 7, No. 2 : 68-76.
- Dewi, E.C., Y.S Darmanto, and Ambariyanto. 2012. Characterization and Quality of Semi Refined Carrageenan (SCR) Products From Different Coastal Waters Based on Fourier Transform Infrared Technique. *Journal of Coastal Development*. Vol. 16. No. 1: 25-31.
- Distantina, S., Rochmadi., Wiratni dan Moh. Fachrurozi. 2012. Mekanisme Proses Tahap Ekstraksi Karagenan Dari *Eucheuma cottonii* Menggunakan Pelarut Alkali. *Agritech*. Vol.32, No. 4.
- Ega, L., Lopulalan, C.G,C., dan Meiyasa, F. 2016. Kajian Mutu Karagenan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(2), 38-44.
- E. L. Ramasari, W. F. Ma'ruf, and P. H. Riyadi. 2012. APLIKASI KARAGENAN SEBAGAI EMULSIFIER DI DALAM PEMBUATAN SOSIS IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus guttatus*) PADA PENYIMPANAN SUHU RUANG. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, vol. 1, no. 1
- Erawati, 2012. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun *Garciniadaedalanthera Piere* dengan Metode DPPH (1,1- Difenil Pikrilhidrazil) dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Paling Aktif. *Skripsi*, 9-10.
- [FAO]. Food and Agriculture Organization. 2007. Carrageenan. Prepared at the 68 th JECFA and Published in FAO JECFA Monographs 4. 1-6 pp.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2014. The state of world fisheries and aquaculture 2014. Rome (IT): Food and Agriculture Organization
- Farida. L. 2001. Study Tentang Pembuatan Tepung Industri Kerajinan Dari Rumput Laut *Kappaphylus Alvarezii*. *Skripsi*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan.

- Fatimah, F. 2020. Uji Toksisitas Senyawa Steroid Hasil Kromatografi Kolom Basah Fraksi n-Butanol Ekstrak Metanol Alga Merah *Eucheuma cottonii* Dari Perairan Wongsorejo Banyuwangi. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang..
- Febriyanti, S dan Yunianta. 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Rasio Sari Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Jelly Drink Jahe. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3, No. 2.
- Ferdiansyah, R., C, A. Y., & Abdassah, M., 2017. Karakterisasi Kappa Karagenan Dari *Eucheuma cottonii* Asal Perairan Kepulauan Natuna Dan Aplikasinya Sebagai Matriks Tablet Apung. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 6 (6) 783-790.
- Fitri, Muhammad. 2013. Kajian Sifat Fisiko-Kimia Karagenan Dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma* sp. 66 di Perairan Sulawesi Selatan.
- Gerung, M.S, dkk., 2019. Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Lama Ekstraksi Pada Produksi Karagenan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. Vol. 7, No. 1.
- Glicksman, M. 1983. *Food Hydrocolloids*. CRS Press. Inc. Florida. Volume II : 74-83.
- Hasan, Barlian., Firman., Hasbiya, N. K., dan Annisaa, R. H. 2018. Ekstraksi Karagenan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. Hal: 126-131.
- Hasan, dkk., 2019. Ekstraksi Keragenan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)* (pp.126-131).
- Hidayah, Rian., Harlia., Gusrizal., dan Ajuk, S. 2013. Optimasi Konsentrasi Kalium Hidroksida Pada Ekstraksi Karagenan Dari Alga Merah (*Kappaphycus Alvarezii*) Asal Pulau Lemukutan. *JKK*. 2(2): 78-83.
- Hidayanti, F., Yulianto, T., & Wismogroho, A. S. 2016. Perancangan Alat Peraga Differential Thermal Analysis untuk Analisis Titik Leleh Material Indium, Timah dan Seng. *Journal of Sainstek* 8(2): 113-127.
- Huda, M.S. 2019. Ekstraksi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Aktif dengan Variasi Pengeringan Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) Pantai Wongsorejo Banyuwangi. *Skripsi*. Program Studi Kimia. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Husna, Asmaul., Metusalach., dan Fachrul. 2016. Fisika Kimia Karagenan *Kappaphycus alvarezii* Hasil Ekstraksi Menggunakan Natrium Hidroksida

- (NaOH) dan Penjedal Isopropil Alkohol (IPA) dan Etanol. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*. 1(2): 132-142.
- Indriani dan Sumarsih. 1991. *Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Cetakan Pertama*. Jakarta: Swadaya. Halaman 1, 8.
- Iqbal, M., 2016. Uji Aktivitas Dan Identifikasi Senyawa Antioksidan Dari Ekstrak Minyak Bekatul Beras Ketan Hitam (*Oryza Sativa Glutinosa*). Malang: Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Jaya, dkk., 2019. Ekstraksi dan Karakterisasi Karagenan Kasar Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *KOVALEN*, 5(2): 146-154.
- Keil, F. J. 2007. *Modeling of Process Intensification. AIDIC Conference Series*. 9:1-8.
- Kumalaningsih, S., 2006. Antioksidan Alami Penangkal Radikal Bebas. Trubus Anggisarana, Surabaya. Indonesia.
- Loupatty, Voulda D. 2010. Kajian Senyawa Metabolit Primer dan Sekunder Dari Rumput Laut Sebagai Bahan Baku Industri. *Prosiding*. Hal 169-179.
- Maghfiroh, Yuyun. 2016. Pengaruh Penggunaan Isopropanol dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Nilai Rendemen Karaginan yang Diekstraksi Dari Rumput Laut *Halymenia durvillei*. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Mahyati, dkk., 2018. Ekstraksi Karagenan Dari Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* Dengan Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)* (pp.76-79).
- Miranti, M., Wardatun, S dan Fauzi, A. 2016. Aktivitas Antioksidan Minuman Jeli Sari Buah Pepaya California (*Carica papaya L.*). Program Studi Farmasi, Universitas Pakuan.
- Miryanti, Y. A., Sapei, L., Budiono, K., & Indra, S. (2011). Ekstraksi antioksidan dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Research Report Engineering Science*, 2.
- Murdiningsih, Hastami., dan Hasan, Barlian. 2017. Carrageenan Extraction From Seaweed *Eucheuma cottonii* Type By Ultrasonic Waves. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. Hal: 25-30.
- Murdiningsih, dkk., 2018. Ekstraksi Karagenan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*.
- Musfiroh & Syarief. 2012. Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas Nanopartikel Emas dengan Berbagai Konsentrasi sebagai Material Antiaging dalam kosmetik. *Journal of Chemistry*. Vol. 1(2).

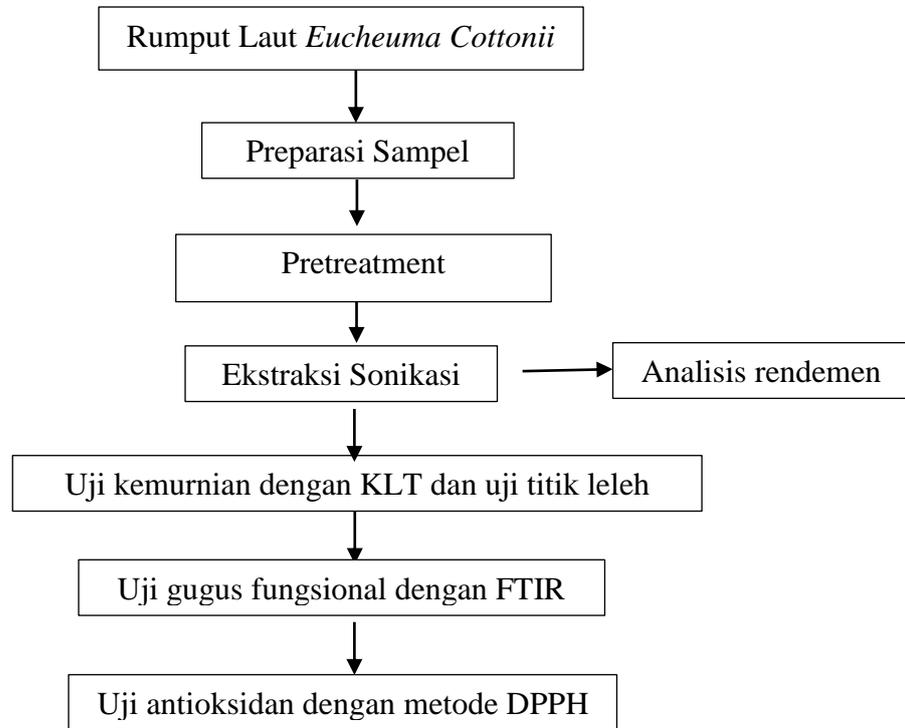
- Molyneux, Philip. 2004. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazil (DPPH) for Extimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn J. Sci. Techno.* 26(2).
- Najib, C.A.M. 2019. Potensi Antioksidan Rumput Laut (*Euclima cottonii*) Asal Aceh Jaya Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Mi. Skripsi. UIN Ar-Ranay.
- Nasruddin, A. N., Asikin, dan I. Kusumaningrum. 2016. Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Karakteristik Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis.* 21 (2): 55–63.
- Nuraini. 2018. Halalan Thayyiban Alternatif Qurani Untuk Hidup Sehat. *Al-Mu'ashirah.* Vol. 15, No. 1.
- Nurjanah, Izzati, Abdullah. 2011. Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif Kerang Pisau (*Solen sp.*). *Jurnal Ilmu Kelautan.* Vol. 16 (3).
- Pangestu, R.F., Legowo, A.M., Ahmad, N.A dan Yoyok, B.P. 2017. Aktivitas Antioksidan, pH, Viskositas, Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL) Pada Yogurt Powder Daun Kopi Dengan Jumlah Karagenan Yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.* 6(2).
- Panggabean dkk. 2018. Ekstraksi Karaginan Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*) Dengan Perlakuan Perendaman Dalam Larutan Basa. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan.* Vol. 6, No. 3.
- Phillips, G. O., & William, P. A. (2009). HANDBOOK OF HYDROCOLLOIDS. (G. O. Phillips & P. A. William, Eds.) (2nd ed.). Woodhead Publishing Limited.
- Prakash, A. 2001. Antioxidant Activity. *Medallion Laboratories-Analytical Progress.* Volume 19. Nomor 2. Hal 1-4.
- Prasetyowati, dkk. 2008. Pembuatan Tepung Karaginan Dari Rumput Laut (*Euclima cottonii*) Berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. *Jurnal Teknik Kimia,* No. 2, Vol. 15.
- Prihastuti dan Abdassah, 2019. Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasetik. *Majalah Farmasetika,* Vol.4 No.5.
- Purwanto, D., Syaiful, B, dan Ahmad, R. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arborea Blume.*) dengan Berbagai Pelarut. *KOVALEN.* 3(1): 24-32.
- Putra-Yadnya, A. A. G. R., P. O, Samirana., dan D. A. A. Andhini. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Flavonoid Potensial Antioksidan dari Daun

- Binahong (*Anredera Scandens (L.) Moq.*). *Jurnal Farmasi Udayana*. Vol. 8, No. 2, 85-94.
- Rahayu, D.S, Kusrini, D., dan Fachriyah, E. 2010. Penentuan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Daun Ketapang (*Terminalia Catappa L.*) dengan Metode 1,1 difenil 2 Pikrihidrazil (DPPH). Semarang: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro.
- Rachman, S. D., Zakiyah, M. R., dan Ukum M. S. S. 2017. Alga Merah (*Gracilaria coronopifolia*) Sebagai Sumber Fitohormon Sitokinin yang Potensial. Vol. 5, No. 3: 124-131.
- Rifqi, Ahmad. 2017. Perbandingan Metode Ekstraksi dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Sarang Burung Walet (*Collocalia fuciphaga*) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-1-Pikrihidrazil). *Skripsi*. Jurusan Farmasi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ruku, R.M., Alfred, G.O.K dan Hartini, R.L.S. 2020. Ekstrak Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* yang Dibudidayakan di Pantai Tablolong, Kabupaten Kupang. *Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*. 3(3): 119-127.
- Rusnaeni., Desy, I.F., Fitria, L., Imelda, M., dan Ulfiani. 2016. Identifikasi Asam Mefenamot Dalam Jamu Rematik Yang Beredar Di Distrik Heram Kota Jayapura, Papua. *Pharmacy*. Vol. 13, No. 1.
- Sari, D.K., Dyah, H.W dan Aji, P. 2012. Pengujian Kandungan Total Fenol *Kappahycus alvarezzi* dengan Metode Ekstraksi Ultrasonik dengan Variasi Suhu dan Waktu. *Prosiding SNST* Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Setiawan, F. 2014. Konsep Makalah (*Utility*) dalam al-Quran Surat al-Baqarah ayat 168 dan Surat al-A'raf ayat 31.
- Suryaningrum, dkk. 2006. Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan dari Rumput Laut *Halymenia harveyana* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol. 1, No. 1.
- Tarman, K., Uju, S., Joko, S and Linawati Hardjito. 2020. Carrageenan and its Enzymatic Extraction. *Encyclopedia of Marine Biotechnology:Five Volume Set*, First Edition.
- Tejakusuma, dkk., 2015. Pengaruh Tingkat Konsentrasi Penggunaan Karagenan Terhadap Awal Kebusukan Nugget Puyuh Pada Suhu Ruang. Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.
- Towle, G.A, 1973. Caragenan. Industrial Genus. Academy Press. London.

- Uju, Santoso J, Ramadhan W, Abrory MF. 2018. Ekstraksi Native Agar Dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* Dengan Akselerasi Ultrasonikasi Pada Suhu Rendah. *JPHPI*.
- Wardiyati, Siti. 2004. Pemanfaatan Ultrasonik Dalam Bidang Kimia. *Prosiding Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*. Puslitbang Iptek Bahan-BATAN.
- Wahdaningsih, dkk., 2011. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Dari Batang Pakis (*Alsophila Glauca J.Sm*). *Majalah Obat Tradisional*, 16(3), 156 – 160
- Widyastuti, S., 2010. Sifat Fisik dan Kimiawi Karagenan yang Diekstrak dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *E. Spinosum* Pada Umur Panen yang Berbeda. *Agroteksos* Vol. 20 No. 1.
- Winahyu, D.A., Agustina, R, Marisa,A. 2019. Penetapan Kadar Flavonoid Pada Kulit Batang Kayu Raru (*CotylelobiummelanoxyloP*) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Analisis Farmasi*. Vol. 4, No. 1.
- Wisnu, Restiana dan Rachmawati, Diana. 2007. Analisa Komposisi Nutrisi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Pulau Karimunjawa Dengan Proses Pengeringan Berbeda.
- Wulandari, Lesty. 2011. *Kromatografi Lapis Tipis*. Jember: PT Taman Kampus Persindo.
- Wulandari, Retno. 2010. Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Dua Metode. *Skripsi*. Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret.
- Wulansari, A.N., 2018. Alternatif Cantigi Ungu (*Vaccinium varingiaefolium*) Sebagai Antioksidan Alami: Review. *Farmaka*, Vol. 16 No. 2.
- Yanuarti, dkk., 2017. Profil Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Dari Rumput Laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *JPHPI*, Volume 20 Nomor 2.

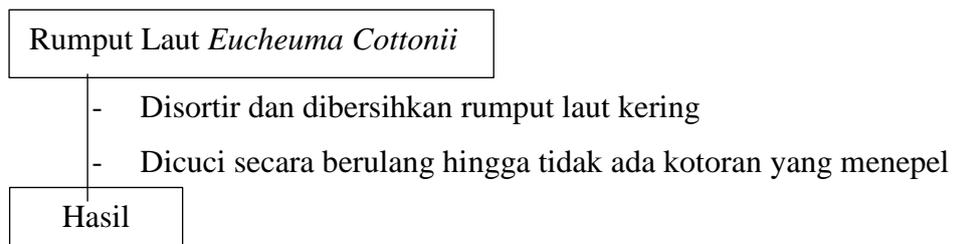
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

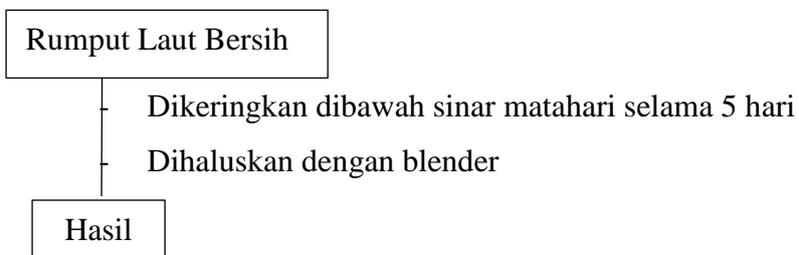


Lampiran 2. Diagram Alir

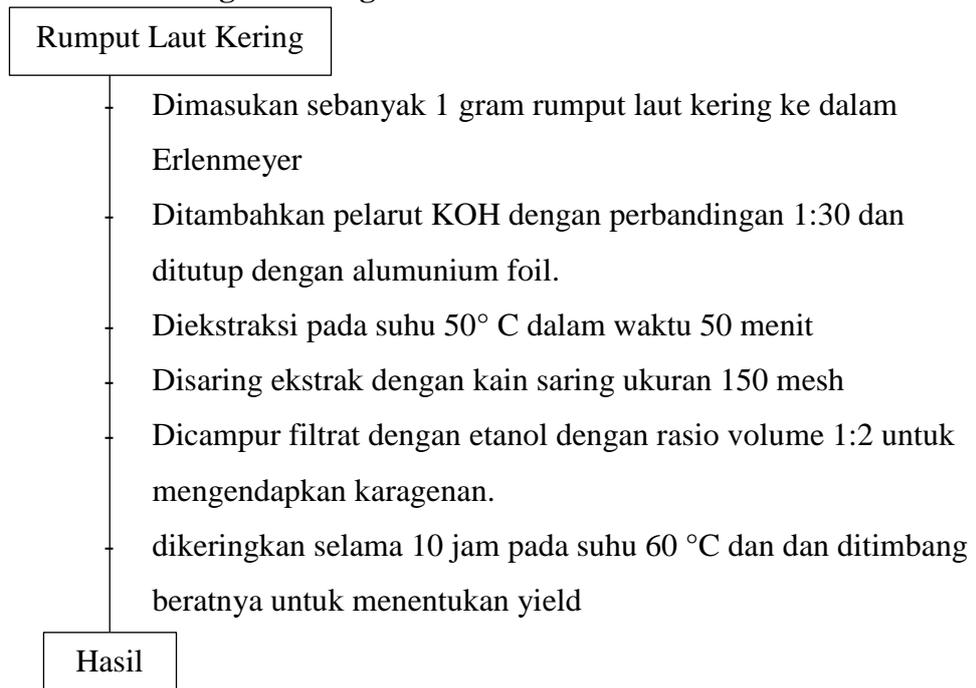
1. Preparasi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*



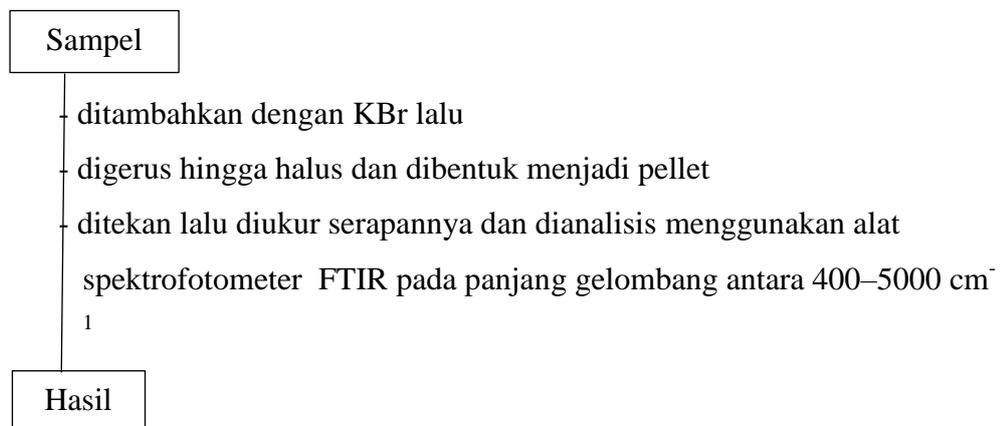
2. Pretreatment Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*



3. Ekstraksi Karagenan dengan Metode Sonikasi

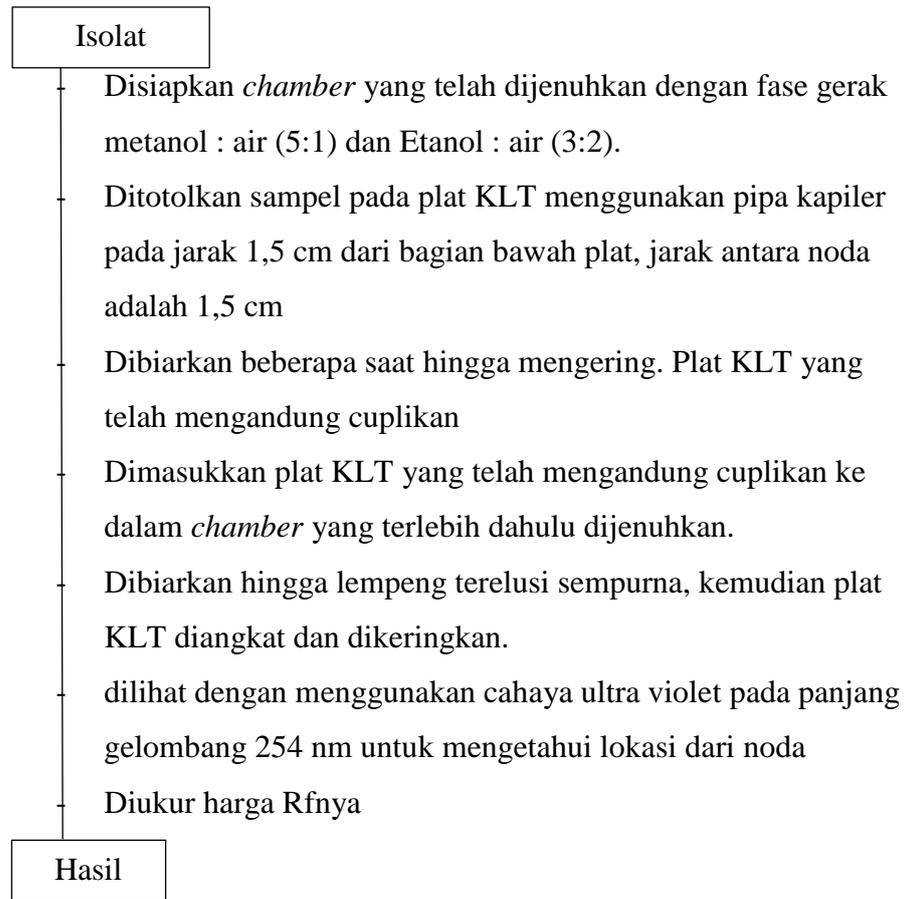


4. Uji gugus fungsional dengan FTIR

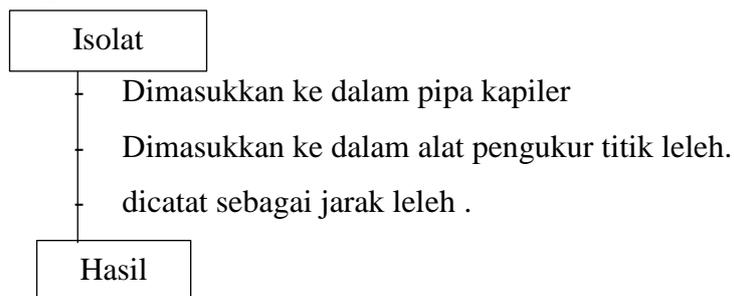


5. Uji Kemurnian karagenan

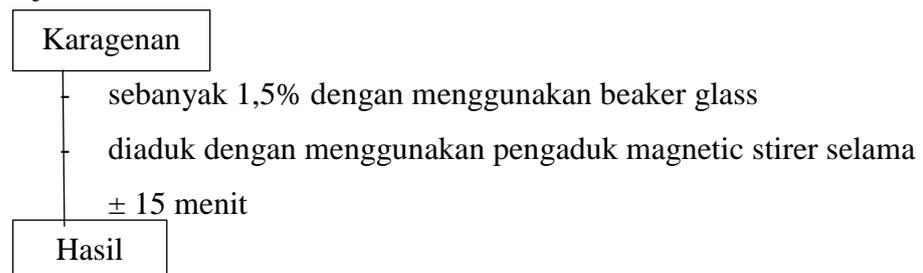
5.1 Kromatografi Lapis Tipis



5.2 Uji Titik Leleh



5.3 Uji Kelarutan



6. Uji aktivitas antioksidan karagenan

6.1 Pembuatan Stok Larutan Diphenyl Picrylhydrazyl (DPPH)

DPPH

Ditimbang sebanyak 0,78 mg DPPH kemudian dilarutkan dengan menggunakan larutan etanol p.a

Dimasukkan ke dalam labu ukur hingga mencapai volume sebanyak 10 mL

Dikocok hingga keduanya homogen

Dilapisi labu ukur dengan menggunakan aluminium foil sehingga menghasilkan larutan DPPH yang siap untuk digunakan

Hasil

6.2 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Lautan DPPH 0,2 mM

Dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian

Ditambahkan etanol p.a sebanyak 3 ml dan ditutup dengan aluminium foil

Dihomogenkan dengan vortex lalu dituang ke dalam kuvet

Diukur pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Hasil

6.3 Pembuatan Larutan Blanko

Lautan DPPH 0,2 mM

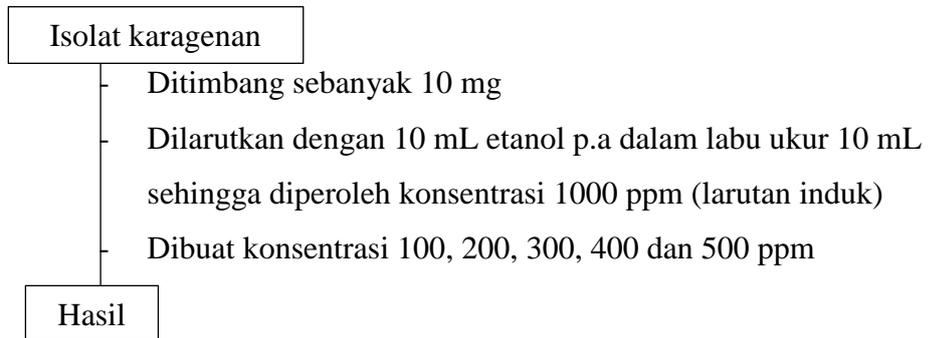
Dipipet 0,5 mL larutan DPPH 0,2 mM ke dalam tabung reaksi

Ditambahkan etanol p.a sebanyak 3 ml dan ditutup dengan aluminium foil

Dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi dalam ruangan gelap selama 30 menit

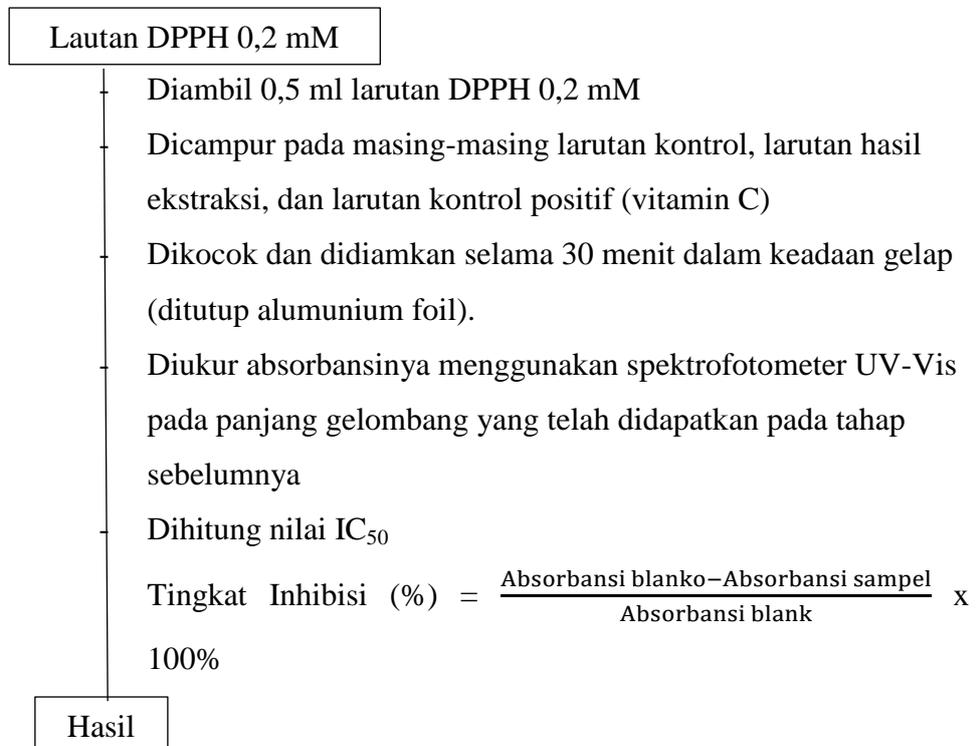
Hasil

6.4 Pembuatan Larutan Uji Karagenan



6.5 Pengukuran Serapan dengan Menggunakan Spektrofotometer

UV-Vis



Lampiran 3. Perhitungan dalam uji aktivitas antioksidan

1. Pembuatan larutan DPPH 0,2 mM

$$0,2 \text{ mM} = \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \times \frac{1000}{v}$$

$$0,2 \text{ mM} = \frac{a}{394} \times \frac{1000}{10\text{ml}}$$

$$a = 0,78 \text{ mg}$$

Jadi, ditimbang 0,78 mg DPPH dan dilarutkan dengan etanol p.a serta dicukupkan volume hingga tanda batas

2. Pembuatan Larutan Induk Sampel 1000 ppm dalam 10 ml ukur

Banyaknya sampel yang ditimbang

$$1000 \text{ ppm} = \frac{1000 \mu\text{g}}{\text{ml}} = \frac{1000 \text{ mg}}{\text{L}}$$

$$1000 \text{ ppm} = \frac{1000 \mu\text{g}}{10 \text{ ml}}$$

$$1000 \text{ ppm} = \frac{10 \text{ mg}}{10 \text{ ml}}$$

Jadi, ditimbang 10 mg sampel dan dilarutkan dengan etanol p.a dalam labu ukur 10 ml

3. Perhitungan Larutan Uji dengan Konsentrasi 100, 200, 300, 400 & 500 ppm

Pembuatan larutan uji ekstrak sampel dari larutan induk 1000 ppm menggunakan labu ukur 10

- Konsentrasi 100 ppm

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1 \text{ ml (Jumlah yang dipipet dari larutan induk 1000 ppm)}$$

- Konsentrasi 200 ppm

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 200 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 2 \text{ ml (Jumlah yang dipipet dari larutan induk 1000 ppm)}$$

- Konsentrasi 300 ppm

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 300 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 3 \text{ ml (Jumlah yang dipipet dari larutan induk 1000 ppm)}$$

- Konsentrasi 400 ppm

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 400 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 4 \text{ ml (Jumlah yang dipipet dari larutan induk 1000 ppm)}$$

- Konsentrasi 500 ppm

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 500 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 5 \text{ ml (Jumlah yang dipipet dari larutan induk 1000 ppm)}$$

Lampiran 4. Perhitungan Rendemen

1. NaOH 5%

Ulangan 1

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{1,1041 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 22,082 \% \end{aligned}$$

Ulangan 2

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{1,0504 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 21,008 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{\text{Ulangan 1} + \text{ulangan 2}}{2} \\ &= \frac{22,082 \% + 21,008}{2} \\ &= 21,545 \% \end{aligned}$$

2. NaOH 7%

Ulangan 1

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{2,2613 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 45,226 \% \end{aligned}$$

Ulangan 2

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{2,2308 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 44,616 \%$$

$$\text{Rata-rata (\%)} = \frac{\text{Ulangan 1} + \text{ulangan 2}}{2}$$

$$= \frac{45,226 \% + 44,616 \%}{2}$$

$$= 44,921 \%$$

3. NaOH 10%

Ulangan 1

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{2,9433 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 58,866 \%$$

Ulangan 2

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{2,9503 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 59 \%$$

$$\text{Rata-rata (\%)} = \frac{\text{Ulangan 1} + \text{ulangan 2}}{2}$$

$$= \frac{58,866 \% + 59 \%}{2}$$

$$= 58,933 \%$$

4. KOH 5%

Ulangan 1

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,4378 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 8,756 \%$$

Ulangan 2

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,4658 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 9,316 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{\text{Ulangan 1} + \text{ulangan 2}}{2} \\ &= \frac{8,756 \% + 9,316 \%}{2} \\ &= 9,036 \% \end{aligned}$$

5. KOH 7%

Ulangan 1

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{0,5143 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 10,286 \% \end{aligned}$$

Ulangan 2

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{0,5391 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 10,782 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{\text{Ulangan 1} + \text{ulangan 2}}{2} \\ &= \frac{10,286 \% + 10,782 \%}{2} \\ &= 10,534 \% \end{aligned}$$

6. KOH 10%

Ulangan 1

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{1,4263 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 28,526 \% \end{aligned}$$

Ulangan 2

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat karagenan kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\% \\ &= \frac{1,5019 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 30,038 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{\text{Ulangan 1} + \text{ulangan 2}}{2} \\ &= \frac{28,526 \% + 30,038 \%}{2} \\ &= 29,282 \% \end{aligned}$$

Lampiran 5. Perhitungan Rf

$$Rf = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}}$$

Etanol : Air

1. A1

$$\begin{aligned} Rf &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,7}{7,9} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

2. A2

$$\begin{aligned} Rf &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,6}{7,9} \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

3. A3

$$\begin{aligned} Rf &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,7}{7,9} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

4. B1

$$\begin{aligned} Rf &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,7}{7,9} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

5. B2

$$\begin{aligned} Rf &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,7}{7,9} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

6. B3

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,2}{7,9} \\ &= 0,78 \end{aligned}$$

7. Komersil

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,8}{7,9} \\ &= 0,86 \end{aligned}$$

Metanol : Air

1. A1

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,8}{8} \\ &= 0,86 \end{aligned}$$

2. A2

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,7}{8} \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

3. A3

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,8}{8} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

4. B1

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}} \\ &= \frac{6,6}{8} \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

5. B2

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}}$$

$$= \frac{6,5}{8}$$

$$= 0,81$$

6. B3

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}}$$

$$= \frac{6,5}{8}$$

$$= 0,81$$

7. Komersil

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}}$$

$$= \frac{6,9}{8}$$

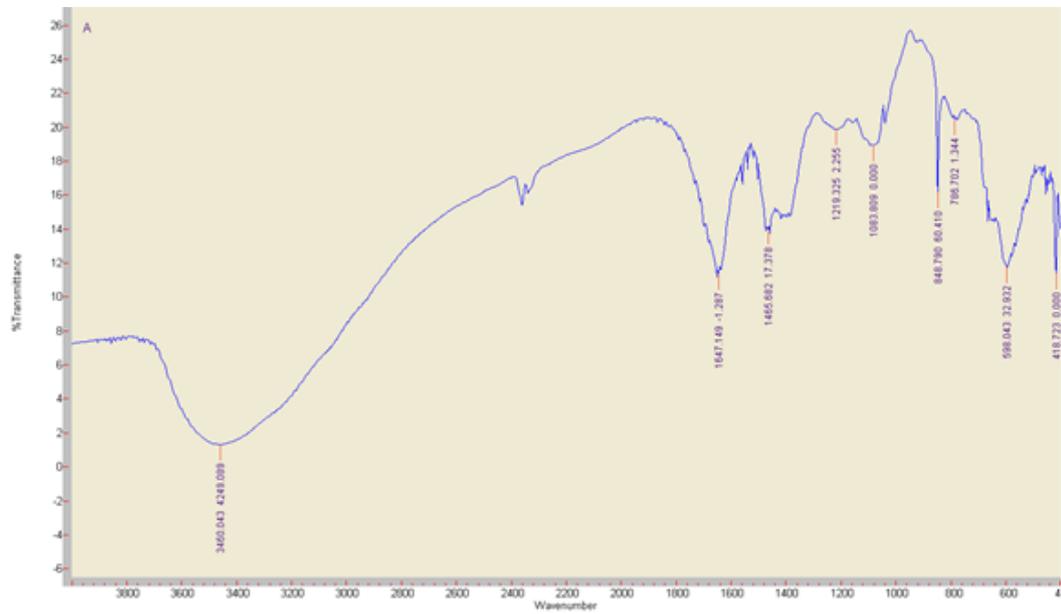
$$= 0,86$$

Lampiran 6. Spektra FTIR

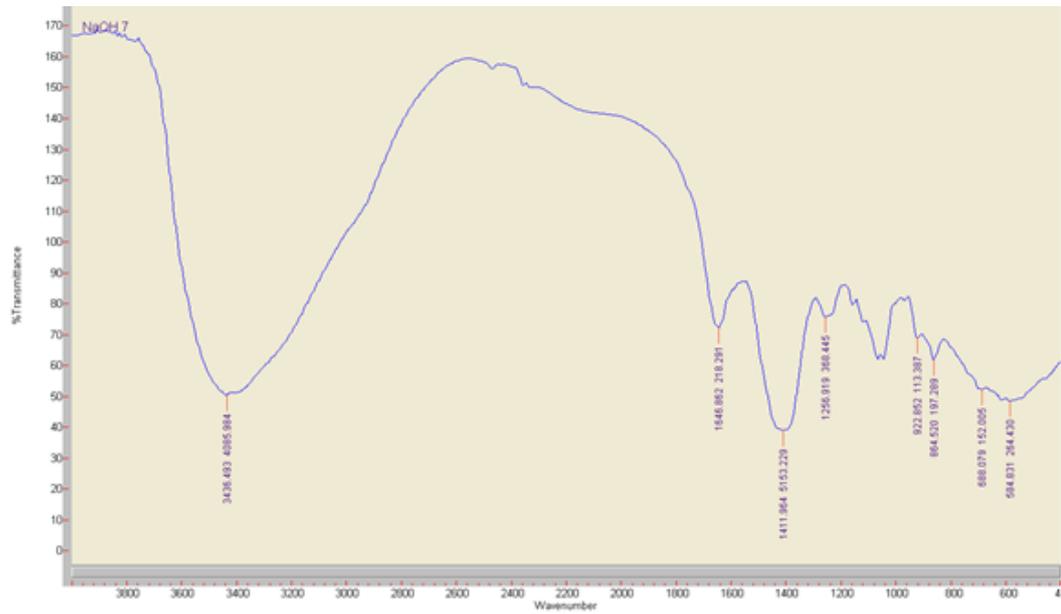
Karagenan komersil



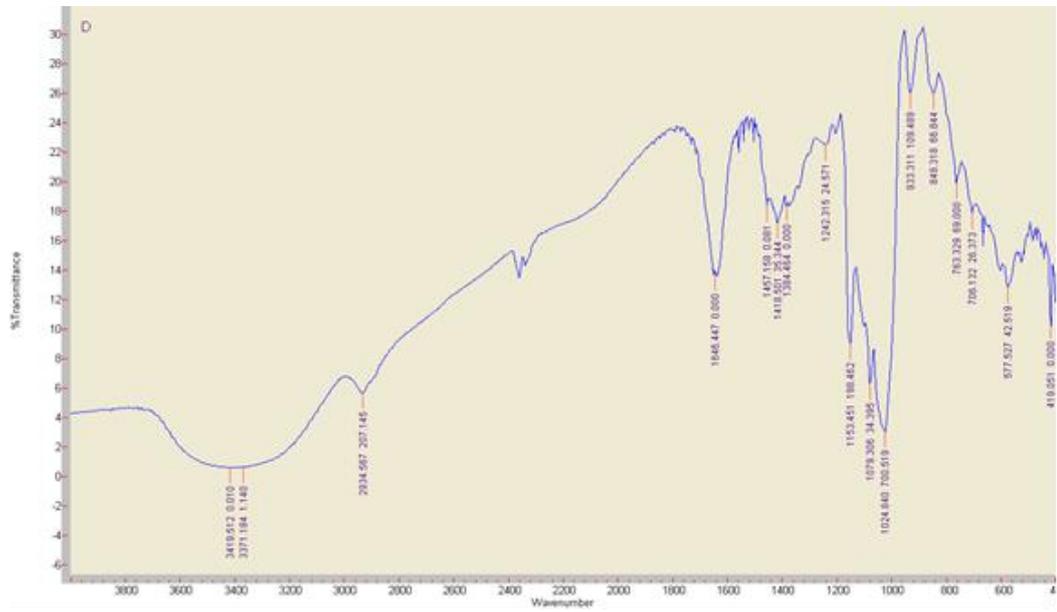
Karagenan NaOH 5%



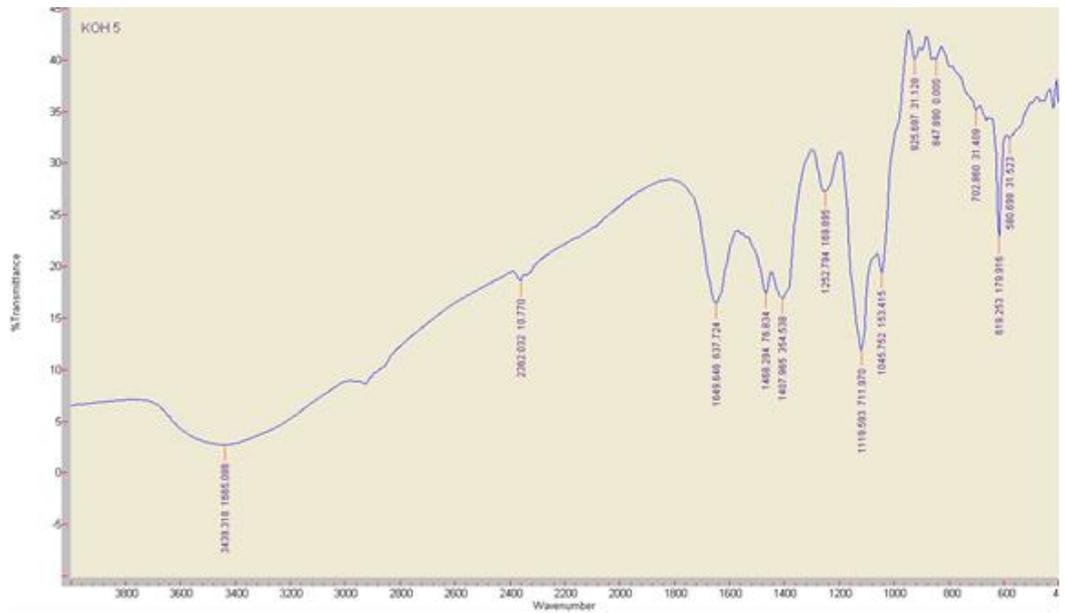
Karagenan NaOH 7%



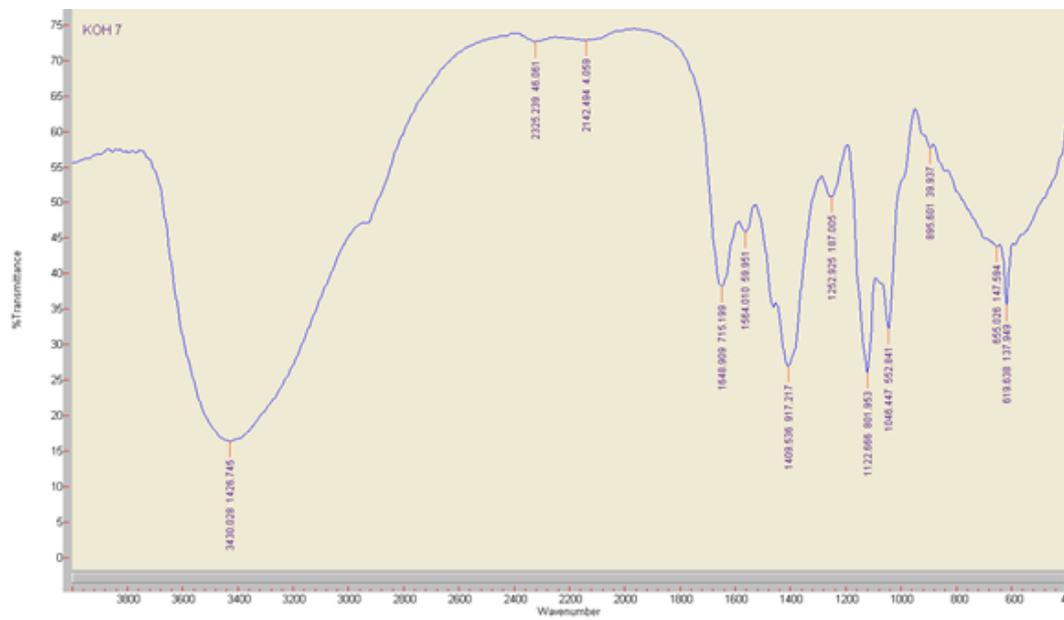
Karagenan NaOH 10%



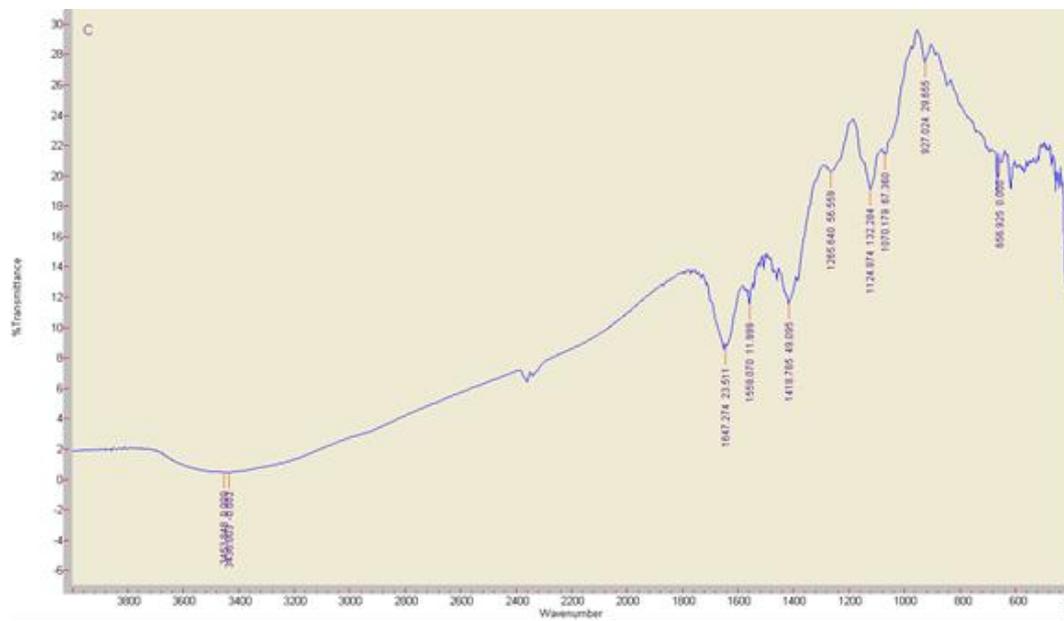
Karagenan KOH 5%



Karagenan KOH 7%

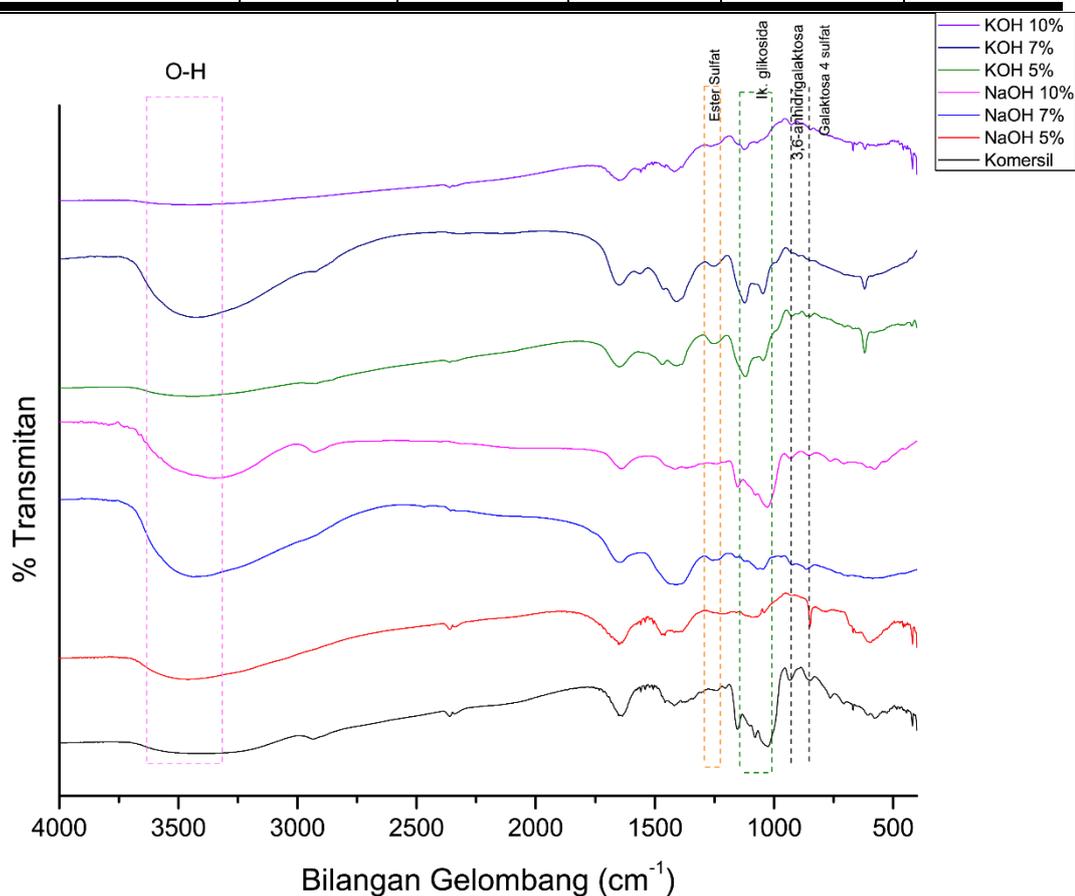


Karagenan KOH 10%



Lampiran 7. Tabel spektrum FTIR

No	Karagenan	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)				
		3000-3600	1500-2000	1000-1500	900-1000	700-900
1	Komersil	3349,968	1642,940	1152,246	931,680	851,500
2	NaOH 5%	3460,043	1647,149	1219,325	931,260	848,790
3	NaOH 7%	3436,493	1646,862	1256,919	928,194	864,520
4	NaOH 10%	3419,512	1646,447	1242,315	935,860	849,318
5	KOH 5%	3439,319	1649,646	1252,794	927,044	847,890
6	KOH 7%	3430,028	1648,909	1252,925	928,960	895,601
7	KOH 10%	3436,003	1647,274	1265,640	927,044	848,850
Jenis Ikatan		O-H	C-H	S=O (Ester sulfat)	C-O (3,6-anhidro galaktosa)	C-O-SO ₃ (Galaktosa 4 sulfat)

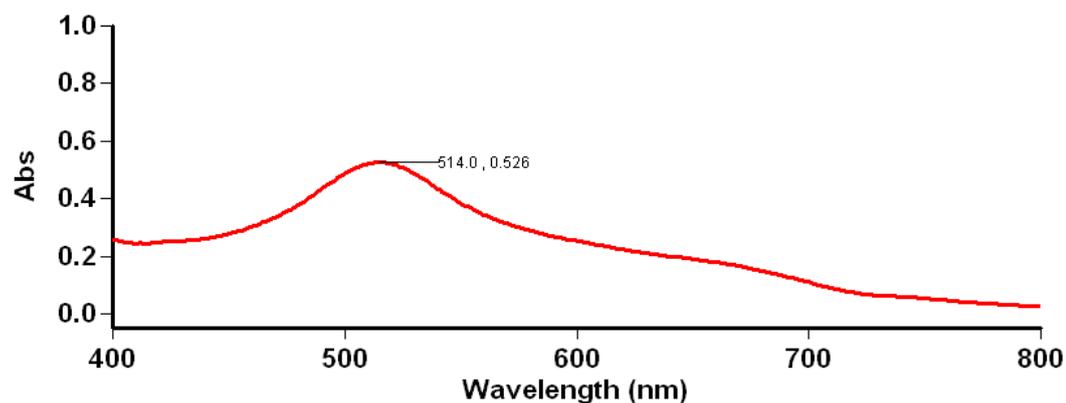


Lampiran 8. Data Hasil Uji Antioksidan

8.1 Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Lamdha Maks DPPH

Tanggal Analisa : 30 Juli 2021



Scan Analysis Report

Report Time : Fri 30 Jul 12:31:52 PM 2021

Method:

Batch: D:\Afifah\Lamdha Maks DPPH (30-07-2021).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: DPPH

Collection Time

7/30/2021 12:32:02 PM

Peak Table

Peak Style

Peaks

Peak Threshold

0.0100

Range

799.9nm to 400.0nm

Wavelength (nm)

Abs

514.0

0.526

8.2 Hasil Pembacaan Spektrofotometri UV Vis

8.2.1 Karagenan NaOH 5%

NaOH 5%						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	0.5139	0.4882	5.000973	0.5152	0.4739	8.016304
400	0.5136	0.4818	6.191589	0.514	0.474	7.782101
300	0.514	0.4741	7.762646	0.5143	0.4851	5.67762
200	0.5147	0.4777	7.188654	0.5141	0.493	4.10426
100	0.515	0.4518	12.27184	0.5155	0.5147	0.155189

Tanggal Analisa : 30 Juli 2021

Advanced Reads Report

Report time 7/30/2021 12:35:29 PM
 Method
 Batch name D:\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (30-07-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1088)	514.0

Analysis

Collection time 7/30/2021 12:35:29 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.5152 0.5150 0.5148
		0.5150	0.0002	0.03	
100 1					0.4520 0.4516 0.4519
		0.4518	0.0002	0.05	
Kontrol					0.5144 0.5150 0.5146
		0.5147	0.0003	0.05	
200 1					0.4781 0.4775

	0.4777	0.0003	0.07	0.4776
Kontrol				0.5138 0.5139
300 1	0.5140	0.0003	0.05	0.5143
				0.4739 0.4741
	0.4741	0.0001	0.03	0.4742
Kontrol				0.5136 0.5136
400 1	0.5136	0.0001	0.01	0.5135
				0.4817 0.4818
	0.4818	0.0001	0.02	0.4819
Kontrol				0.5140 0.5137
500 1	0.5139	0.0001	0.03	0.5140
				0.4884 0.4882
	0.4882	0.0001	0.03	0.4881
Kontrol				0.5160 0.5154
100 2	0.5155	0.0004	0.08	0.5152
				0.5147 0.5150
	0.5147	0.0002	0.04	0.5145
Kontrol				0.5141 0.5141
200 2	0.5141	0.0000	0.01	0.5141
				0.4931 0.4930
	0.4930	0.0001	0.01	0.4930
Kontrol				0.5143 0.5140
300 2	0.5143	0.0002	0.05	0.5145
				0.4850 0.4854
	0.4851	0.0003	0.06	0.4848
Kontrol				0.5138 0.5141
400 2	0.5140	0.0002	0.04	0.5141
				0.4737 0.4739
	0.4740	0.0003	0.07	0.4744
Kontrol				0.5151 0.5154
500 2	0.5152	0.0001	0.03	0.5153
				0.4738 0.4741
	0.4739	0.0002	0.03	0.4739

8.2.2 Karagenan NaOH 7%

NaOH 7%						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	1.3621	1.1851	12.99464	1.3635	1.4278	-4.7158
400	1.3592	1.0096	25.72101	1.3619	1.2414	8.847933
300	1.3598	1.029	24.32711	1.3622	1.0128	25.64968
200	1.3558	1.3147	3.031421	1.3626	1.2313	9.63599
100	1.3575	1.4912	-9.84899	1.3616	1.2795	6.029671

Tanggal Analisa : 02 Agustus 2021

Advanced Reads Report

Report time 8/2/2021 1:48:04 PM
 Method
 Batch name D:\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (02-08-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1246)	514.0

Analysis

Collection time 8/2/2021 1:48:04 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					1.3576 1.3561 1.3588
		1.3575	0.0014	0.10	
100 1					1.4886 1.4894 1.4956
		1.4912	0.0039	0.26	
Kontrol					1.3555 1.3567 1.3552
		1.3558	0.0008	0.06	
200 1					1.3140 1.3158 1.3144
		1.3147	0.0009	0.07	

Kontrol				1.3587 1.3596 1.3610
	1.3598	0.0012	0.09	
300 1				1.0287 1.0288 1.0297
	1.0290	0.0006	0.05	
Kontrol				1.3580 1.3606 1.3589
	1.3592	0.0013	0.09	
400 1				1.0099 1.0100 1.0088
	1.0096	0.0007	0.07	
Kontrol				1.3633 1.3625 1.3607
	1.3621	0.0013	0.10	
500 1				1.1849 1.1842 1.1863
	1.1851	0.0011	0.09	
Kontrol				1.3603 1.3632 1.3612
	1.3616	0.0015	0.11	
100 2				1.2799 1.2788 1.2797
	1.2795	0.0006	0.05	
Kontrol				1.3617 1.3631 1.3631
	1.3626	0.0008	0.06	
200 2				1.2310 1.2316 1.2311
	1.2313	0.0003	0.03	
Kontrol				1.3628 1.3615 1.3623
	1.3622	0.0007	0.05	
300 2				1.0136 1.0121 1.0128
	1.0128	0.0007	0.07	
Kontrol				1.3622 1.3621 1.3615
	1.3619	0.0004	0.03	
400 2				1.2422 1.2415 1.2403
	1.2414	0.0010	0.08	
Kontrol				1.3636 1.3634 1.3634
	1.3635	0.0001	0.01	
500 2				1.4262 1.4279 1.4291
	1.4278	0.0015	0.10	

8.2.3 Karagenan NaOH 10%

NaOH 10%						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	0.6771	0.4838	28.54822	0.6685	0.4769	28.66118
400	0.6744	0.5575	17.33393	0.6684	0.4684	29.9222
300	0.6767	0.4758	29.68819	0.6691	0.4734	29.24824
200	0.6792	0.4661	31.37515	0.6674	0.5068	24.06353
100	0.6844	0.5618	17.9135	0.6708	0.4864	27.48956

Tanggal Analisa : 13 Agustus 2021

Advanced Reads Report

Report time 8/13/2021 11:12:26 AM
 Method
 Batch name D:\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (13-08-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1150)	514.0

Analysis

Collection time 8/13/2021 11:12:26 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.6854 0.6845 0.6834
	0.6844		0.0010	0.15	
100 1					0.5621 0.5618 0.5614
	0.5618		0.0004	0.07	
Kontrol					0.6790 0.6792 0.6796
	0.6792		0.0003	0.04	
200 1					0.4662 0.4662 0.4660
	0.4661		0.0001	0.03	

Kontrol				0.6766 0.6769 0.6767
300 1	0.6767	0.0001	0.02	0.4758 0.4758 0.4758
Kontrol				0.6744 0.6743 0.6745
400 1	0.6744	0.0001	0.01	0.5564 0.5584 0.5578
Kontrol				0.6769 0.6773 0.6772
500 1	0.6771	0.0002	0.03	0.4834 0.4841 0.4839
Kontrol				0.6708 0.6707 0.6711
100 2	0.6708	0.0002	0.03	0.4861 0.4866 0.4866
Kontrol				0.6676 0.6675 0.6673
200 2	0.6674	0.0001	0.02	0.5067 0.5070 0.5068
Kontrol				0.6688 0.6692 0.6692
300 2	0.6691	0.0003	0.04	0.4737 0.4734 0.4730
Kontrol				0.6685 0.6684 0.6684
400 2	0.6684	0.0001	0.01	0.4681 0.4685 0.4687
Kontrol				0.6682 0.6686 0.6686
500 2	0.6685	0.0002	0.04	0.4771 0.4770 0.4764
	0.4769	0.0004	0.08	

8.2.4 Karagenan KOH 5%

KOH 5%						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	0.5424	0.5349	1.382743	0.5401	0.5137	4.887984
400	0.5815	0.541	6.964746	0.5417	0.5219	3.65516
300	0.5481	0.5417	1.16767	0.5426	0.5273	2.819757
200	0.5873	0.5433	7.491912	0.5567	0.5417	2.694449
100	0.581	0.5421	6.695353	0.5438	0.5407	0.570063

Tanggal Analisa : 03 September 2021

Advanced Reads Report

Report time 2/22/2008 3:11:13 AM
 Method
 Batch name D:\Mahasiswa On Going\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (03-09-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Susi

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1094)	514.0

Analysis

Collection time 2/22/2008 3:11:14 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.5802 0.5807 0.5821
		0.5810	0.0010	0.17	
100 1					0.5424 0.5421 0.5419
		0.5421	0.0003	0.05	
Kontrol					0.5879 0.5869 0.5869
		0.5873	0.0006	0.10	
200 1					0.5426 0.5439 0.5433
		0.5433	0.0006	0.11	

Kontrol				0.5465 0.5488 0.5490
300 1	0.5481	0.0014	0.25	0.5417 0.5416 0.5418
Kontrol				0.5815 0.5813 0.5818
400 1	0.5815	0.0002	0.04	0.5409 0.5411 0.5411
Kontrol				0.5424 0.5422 0.5426
500 1	0.5410	0.0001	0.02	0.5389 0.5307 0.5352
Kontrol				0.5449 0.5434 0.5431
100 2	0.5438	0.0010	0.18	0.5408 0.5408 0.5405
Kontrol				0.5571 0.5564 0.5565
200 2	0.5567	0.0004	0.06	0.5416 0.5416 0.5420
Kontrol				0.5423 0.5427 0.5427
300 2	0.5426	0.0002	0.03	0.5280 0.5277 0.5262
Kontrol				0.5415 0.5419 0.5418
400 2	0.5417	0.0002	0.03	0.5207 0.5221 0.5229
Kontrol				0.5398 0.5406 0.5399
500 2	0.5401	0.0004	0.08	0.5129 0.5156 0.5126
	0.5137	0.0017	0.32	

8.2.5 Karagenan KOH 7%

KOH 7%						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	0.4921	0.4075	17.19163	0.4919	0.3862	21.48811
400	0.4923	0.419	14.8893	0.4926	0.4487	8.911896
300	0.4927	0.4244	13.86239	0.4917	0.421	14.37869
200	0.4958	0.4235	14.58249	0.493	0.3941	20.06085
100	0.4948	0.424	14.30881	0.4926	0.4357	11.55095

Tanggal Analisa : 20 Agustus 2021

Advanced Reads Report

Report time 8/20/2021 11:14:32 AM
 Method
 Batch name D:\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (20-08-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1099)	514.0

Analysis

Collection time 8/20/2021 11:14:32 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.4953 0.4942 0.4949
		0.4948	0.0006	0.14	
100 1					0.4243 0.4238 0.4240
		0.4240	0.0002	0.05	
Kontrol					0.4960 0.4956 0.4959
		0.4958	0.0002	0.05	
200 1					0.4233 0.4236 0.4237
		0.4235	0.0002	0.06	

Kontrol				0.4928 0.4927 0.4927
300 1	0.4927	0.0001	0.01	0.4242 0.4245 0.4246
Kontrol				0.4922 0.4923 0.4923
400 1	0.4923	0.0001	0.02	0.4193 0.4186 0.4190
Kontrol				0.4920 0.4920 0.4923
500 1	0.4921	0.0002	0.05	0.4076 0.4072 0.4076
Kontrol				0.4926 0.4925 0.4926
100 2	0.4926	0.0001	0.02	0.4356 0.4352 0.4362
Kontrol				0.4930 0.4932 0.4928
200 2	0.4930	0.0002	0.05	0.3952 0.3937 0.3935
Kontrol				0.4918 0.4917 0.4915
300 2	0.4917	0.0001	0.03	0.4210 0.4216 0.4202
Kontrol				0.4927 0.4927 0.4926
400 2	0.4926	0.0001	0.01	0.4480 0.4492 0.4490
Kontrol				0.4918 0.4922 0.4919
500 2	0.4919	0.0002	0.05	0.3929 0.3815 0.3841
	0.3862	0.0060	1.56	

8.2.6 Karagenan KOH 10%

KOH 10%						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	0.6673	0.6309	5.454818	1.3634	1.0683	21.64442
400	0.6655	0.5375	19.23366	1.3679	1.1886	13.10768
300	0.6681	0.5376	19.533	1.3628	1.0979	19.43792
200	0.6675	0.5577	16.44944	1.3619	1.0791	20.76511
100	0.668	0.5769	13.63772	1.3609	1.2434	8.633992

Tanggal Analisa : 13 Agustus 2021

Advanced Reads Report

Report time 8/13/2021 11:12:26 AM
 Method
 Batch name D:\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (13-08-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1150)	514.0

Analysis

Collection time 8/13/2021 11:12:26 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.6681 0.6680 0.6679
100 3		0.6680	0.0001	0.01	0.5770 0.5766 0.5771
Kontrol					0.6677 0.6674 0.6674
200 3		0.6675	0.0002	0.02	0.5573 0.5579 0.5580

Kontrol				0.6678 0.6682 0.6684
	0.6681	0.0003	0.05	
300 3				0.5379 0.5374 0.5375
	0.5376	0.0003	0.05	
Kontrol				0.6656 0.6654 0.6654
	0.6655	0.0001	0.02	
400 3				0.5378 0.5370 0.5377
	0.5375	0.0004	0.08	
Kontrol				0.6675 0.6673 0.6670
	0.6673	0.0003	0.04	
500 3				0.6309 0.6310 0.6308
	0.6309	0.0001	0.01	

8.2.7 Karagenan Komersil

Komersil						
Konsentrasi	Pengulangan					
	1			2		
	A kontrol	A sampel	% A	A kontrol	A sampel	% A
500	0.4924	0.4282	13.03818	0.4924	0.406	17.54671
400	0.4926	0.4237	13.98701	0.4928	0.4571	7.244318
300	0.496	0.4376	11.77419	0.4935	0.4475	9.321175
200	0.493	0.4447	9.79716	0.492	0.4288	12.84553
100	0.4923	0.4185	14.99086	0.4924	0.4345	11.75873

Tanggal Analisa : 20 Agustus 2021

Advanced Reads Report

Report time 8/20/2021 11:14:32 AM
 Method
 Batch name D:\Afifah\Absorbansi DPPH Alga Merah (20-08-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 514.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1099)	514.0

Analysis

Collection time 8/20/2021 11:14:32 AM

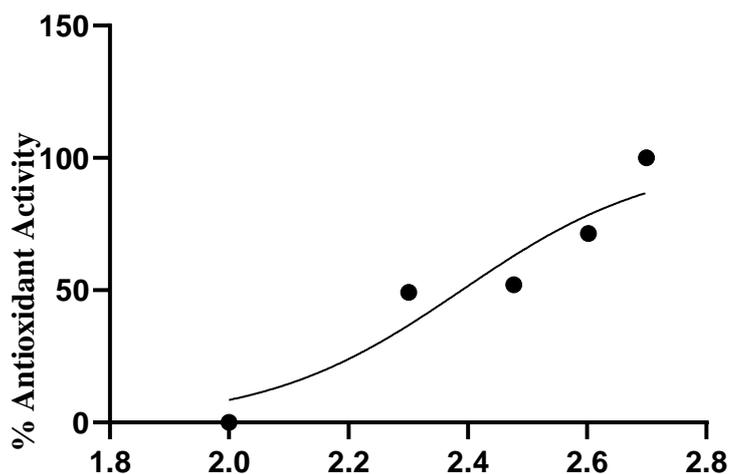
Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.4922 0.4923 0.4924
		0.4923	0.0001	0.02	
100 3					0.4184 0.4187 0.4184
		0.4185	0.0002	0.04	
Kontrol					0.4928 0.4931 0.4932
		0.4930	0.0002	0.05	
200 3					0.4444 0.4464 0.4431
		0.4447	0.0017	0.38	
Kontrol					0.4961 0.4959 0.4960
		0.4960	0.0001	0.02	
300 3					0.4380 0.4373 0.4373
		0.4376	0.0004	0.10	
Kontrol					0.4927 0.4925 0.4925
		0.4926	0.0001	0.03	
400 3					0.4234 0.4240 0.4236
		0.4237	0.0003	0.08	
Kontrol					0.4925 0.4924 0.4922
		0.4924	0.0001	0.03	
500 3					0.4288 0.4280 0.4277
		0.4282	0.0006	0.13	
Kontrol					0.4925 0.4925 0.4923
		0.4924	0.0001	0.04	
100 4					0.4345 0.4344 0.4344
		0.4345	0.0000	0.01	
Kontrol					0.4920 0.4920 0.4919
		0.4920	0.0001	0.02	
200 4					0.4288 0.4284 0.4292
		0.4288	0.0004	0.10	
Kontrol					0.4933 0.4936 0.4936
		0.4935	0.0002	0.04	
300 4					0.4492

	0.4475	0.0015	0.33	0.4465 0.4468
Kontrol				0.4928 0.4929 0.4927
	0.4928	0.0001	0.03	
400 4				0.4567 0.4561 0.4583
	0.4571	0.0011	0.25	
Kontrol				0.4927 0.4925 0.4922
	0.4924	0.0003	0.06	
500 4				0.4045 0.4079 0.4055
	0.4060	0.0018	0.44	

Lampiran 9. Nilai IC₅₀

KOH 5%

Normalize of Transform of Data 1



log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope

Best-fit value Log Concentration

LogIC₅₀ 2.390

HillSlope 2.643

IC₅₀ 245.3

95% CI (profile likelihood)

LogIC₅₀ 2.142 to 2.569

HillSlope 0.7970 to 8.195

IC₅₀ 138.6 to 370.9

Goodness of Fit

Degrees of Freedom 3

R squared 0.8940

Sum of Squares 568.3

Sy.x 13.76

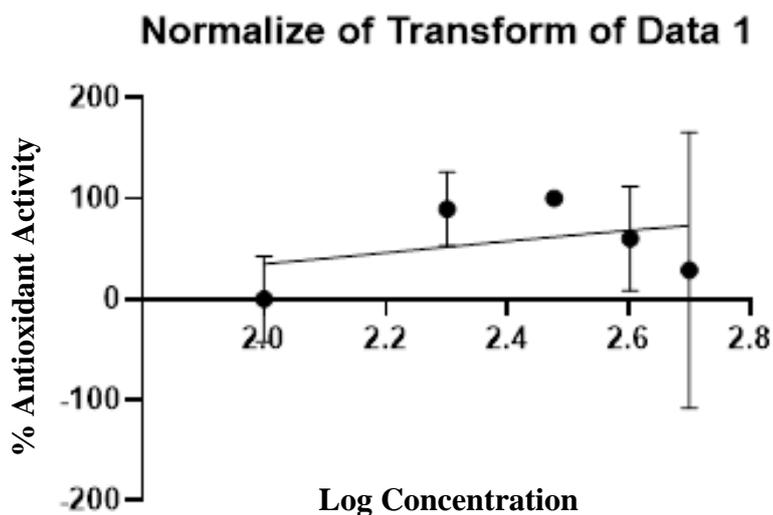
Number of points

of X values

5

Y values analyzed

5

KOH 7%

log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope

Best-fit values

LogIC50

2.268

HillSlope

1.002

IC50

185.5

95% CI (profile likelihood)

LogIC50

???

HillSlope

???

IC50

???

Goodness of Fit

Degrees of Freedom

8

R squared

0.04371

Sum of Squares

36829

Sy.x

67.85

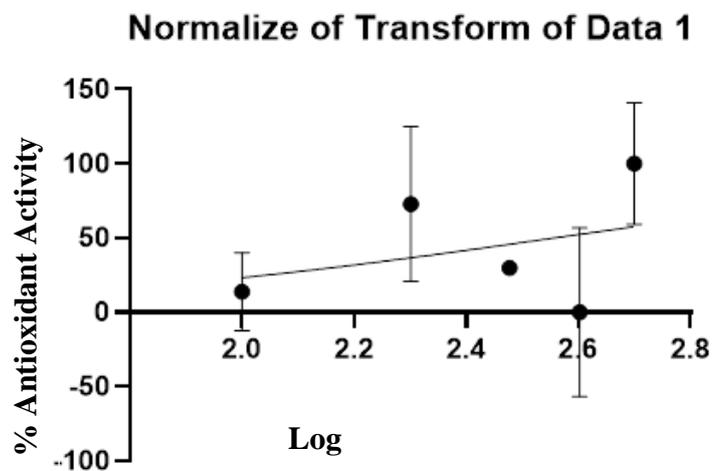
Number of points

of X values

10

Y values analyzed

10

KOH 10%**log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope****Best-fit values**

LogIC50	2.556
HillSlope	0.9275
IC50	359.6

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	???
HillSlope	-2.162 to ???
IC50	???

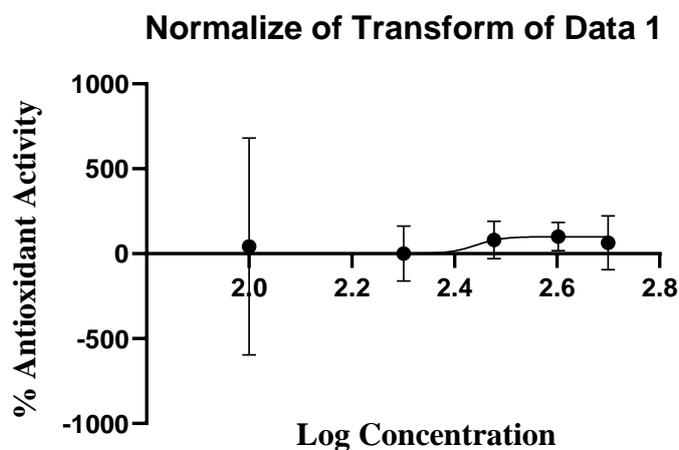
Goodness of Fit

Degrees of Freedom	8
R squared	0.07240
Sum of Squares	20728
Sy.x	50.90

Number of points

# of X values	10
# Y values analyzed	10

NaOH 5%



log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope

Best-fit values

LogIC50	2.442
HillSlope	16.99
IC50	276.4

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	???
HillSlope	???
IC50	???

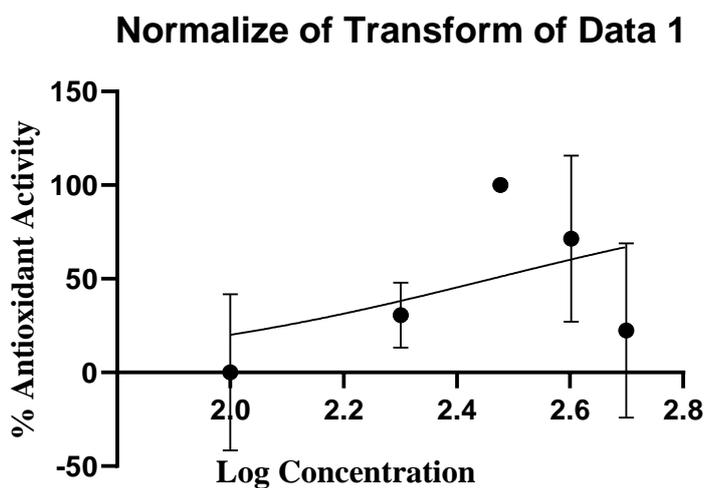
Goodness of Fit

Degrees of Freedom	8
R squared	0.01155
Sum of Squares	485620
Sy.x	246.4

Number of points

# of X values	10
# Y values analyzed	10

NaOH 7%



log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope**Best-fit values**

LogIC50	2.462
HillSlope	1.298
IC50	289.7

95% CI (profile likelihood)

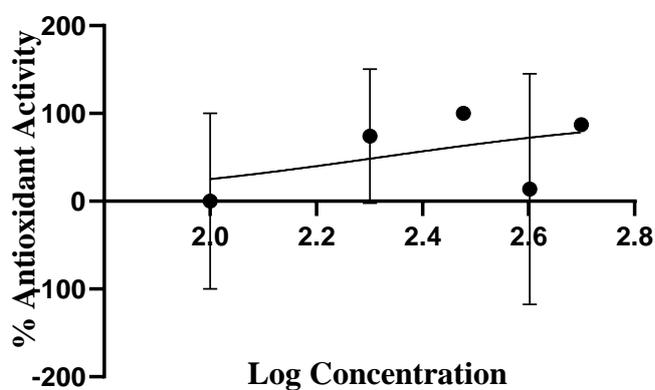
LogIC50	???
HillSlope	-1.106 to ???
IC50	???

Goodness of Fit

Degrees of Freedom	8
R squared	0.1576
Sum of Squares	16096
Sy.x	44.85

Number of points

# of X values	10
# Y values analyzed	10

NaOH 10%**Normalize of Transform of Data 1****log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope****Best-fit values**

LogIC50	2.319
HillSlope	1.479
IC50	208.6

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	???
HillSlope	-16.40 to ???
IC50	???

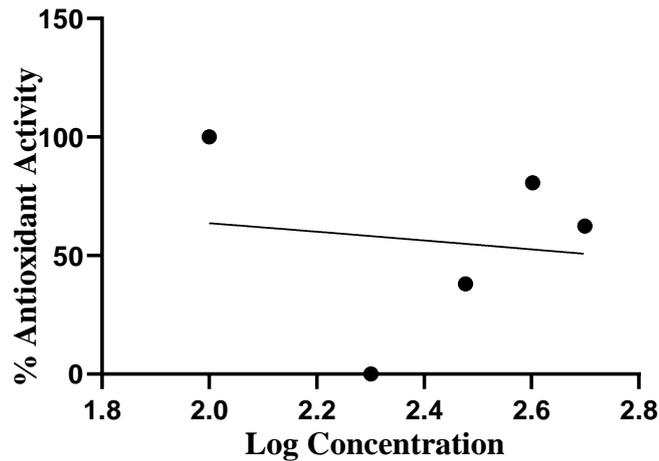
Goodness of Fit

Degrees of Freedom	8
R squared	0.08023
Sum of Squares	45531

Sy.x	75.44
Number of points	
# of X values	10
# Y values analyzed	10

Komersil

Normalize of Transform of Data 1



log(inhibitor) vs. normalized response -- Variable slope

Best-fit values

LogIC50	2.738
HillSlope	-0.3292
IC50	547.2

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	??? to +infinity
HillSlope	??? to +infinity
IC50	???

Goodness of Fit

Degrees of Freedom	3
R squared	0.02029
Sum of Squares	5920
Sy.x	44.42

Number of points

# of X values	5
# Y values analyzed	5

Lampiran 10. Analisis Anova

General Linear Model: Rendemen versus Pelarut, Konsentrasi

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Pelarut	Fixed	2	1, 2
Konsentrasi	Fixed	3	5.00%, 7.00%, 10.00%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Pelarut	1	1953.15	1953.15	5339.76	0.000
Konsentrasi	2	1671.20	835.60	2284.47	0.000
Pelarut*Konsentrasi	2	264.97	132.49	362.21	0.000
Error	6	2.19	0.37		
Total	11	3891.52			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.604793	99.94%	99.90%	99.77%

Uji Interaksi:

1. Hipotesis

H_0 = Tidak ada interaksi antara faktor pelarut dan konsentrasi

H_1 = Ada interaksi antara faktor pelarut dan konsentrasi

2. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ atau 0,05

3. P-value = 0,000

4. Daerah kistik

5. H_0 ditolak jika p-value $< \alpha$

6. Kesimpulan

Karena semua p-value (0,000) $> \alpha$ (0,05) maka H_1 DITERIMA dimana terdapat pengaruh pelarut terhadap konsentrasi pada rendemen yang dihasilkan. Maka dilanjutkan dengan Uji Tukey

Tukey Pairwise Comparisons: Response = Rendemen, Term = Konsentrasi

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Konsentrasi	N	Mean	Grouping
10.00%	4	44.1075	A
7.00%	4	27.7275	B
5.00%	4	15.2905	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Adjusted Konsentrasi Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value
7.00% - 5.00%	12.437	0.428	(11.125, 13.749)	29.08
10.00% - 5.00%	28.817	0.428	(27.505, 30.129)	67.38
10.00% - 7.00%	16.380	0.428	(15.068, 17.692)	38.30

Individual confidence level = 97.80%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Response = Rendemen, Term = Pelarut*Konsentrasi

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Pelarut*Konsentrasi	N	Mean	Grouping
1 10.00%	2	58.933	A
1 7.00%	2	44.921	B
2 10.00%	2	29.282	C
1 5.00%	2	21.545	D
2 7.00%	2	10.534	E
2 5.00%	2	9.036	E

Means that do not share a letter are significantly different.

Comparisons for Rendemen

Tukey Pairwise Comparisons: Response = Rendemen, Term = Pelarut

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Pelarut	N	Mean	Grouping
1	6	41.7997	A
2	6	16.2840	B

Means that do not share a letter are significantly different

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Adjusted P-Value	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value
(1 7.00%) - (1 5.00%) 0.000	23.376	0.605	(20.968, 25.784)	38.65
(1 10.00%) - (1 5.00%) 0.000	37.388	0.605	(34.980, 39.796)	61.82
(2 5.00%) - (1 5.00%) 0.000	-12.509	0.605	(-14.917, -10.101)	-20.68
(2 7.00%) - (1 5.00%) 0.000	-11.011	0.605	(-13.419, -8.603)	-18.21
(2 10.00%) - (1 5.00%) 0.000	7.737	0.605	(5.329, 10.145)	12.79
(1 10.00%) - (1 7.00%) 0.000	14.012	0.605	(11.604, 16.420)	23.17
(2 5.00%) - (1 7.00%) 0.000	-35.885	0.605	(-38.293, -33.477)	-59.33
(2 7.00%) - (1 7.00%) 0.000	-34.387	0.605	(-36.795, -31.979)	-56.86
(2 10.00%) - (1 7.00%) 0.000	-15.639	0.605	(-18.047, -13.231)	-25.86
(2 5.00%) - (1 10.00%) 0.000	-49.897	0.605	(-52.305, -47.489)	-82.50
(2 7.00%) - (1 10.00%) 0.000	-48.399	0.605	(-50.807, -45.991)	-80.03
(2 10.00%) - (1 10.00%) 0.000	-29.651	0.605	(-32.059, -27.243)	-49.03
(2 7.00%) - (2 5.00%) 0.263	1.498	0.605	(-0.910, 3.906)	2.48
(2 10.00%) - (2 5.00%) 0.000	20.246	0.605	(17.838, 22.654)	33.48
(2 10.00%) - (2 7.00%) 0.000	18.748	0.605	(16.340, 21.156)	31.00

Individual confidence level = 99.27%

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian Ekstraksi Karagenan

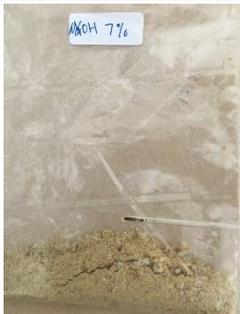
		
ditimbang 5gr	dilarutkan	Diekstraksi
		
Disaring	filtrat	Diberi etanol

		
diendapkan	disaring	ditimbang
		
dikeringkan	dihaluskan	Karagenan halus

KLTA

			
Plat etanol:air	Plat metanol:air	komersil	Etanol:air

Uji Titik Leleh

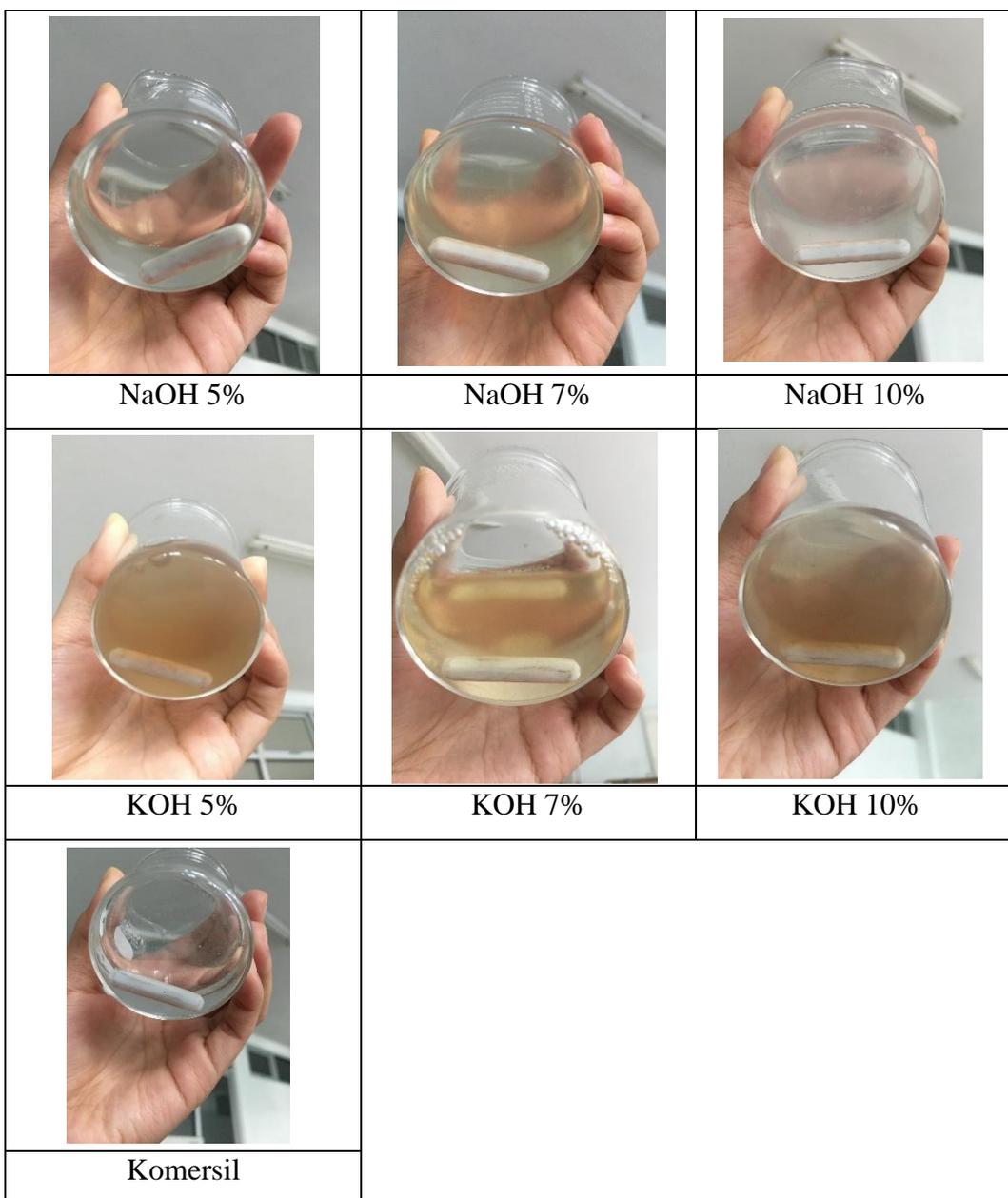
		
NaOH 5%	NaOH 7%	NaOH 10%

KOH 5%	KOH 7%	KOH 10%
Komersil		

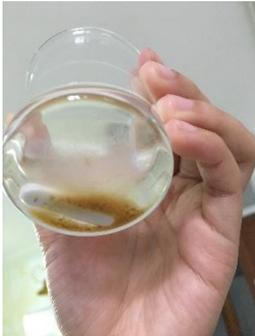
Uji Kelarutan

Air suhu 25°C

NaOH 5%	NaOH 7%	NaOH 10%
KOH 5%	KOH 7%	KOH 10%

**Air suhu 80°C**

NaCl suhu 25°C

		
NaOH 5%	NaOH 7%	NaOH 10%
		
KOH 5%	KOH 7%	KOH 10%
		
Komersil		

NaCl suhu 80°C

		
NaOH 5%	NaOH 7%	NaOH 10%

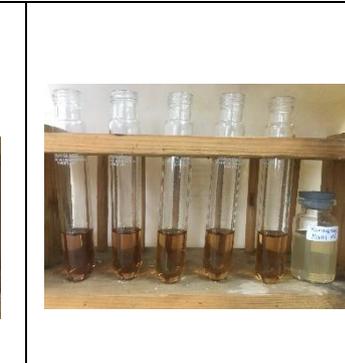
		
KOH 5%	KOH 7%	KOH 10%
		
Komersil		

Klorofoam suhu 25°C

		
NaOH 5%	NaOH 7%	NaOH 10%
		
KOH 5%	KOH 7%	KOH 10%



Antioksidan

		
NaOH 5%	NaOH 7%	NaOH 10%
		
KOH 5%	KOH 7%	KOH 10%
		
Komersil		