

**LAPORAN AKHIR
KEGIATAN PENELITIAN
PENANGANAN PASCAPANEN DAN APLIKASI RUMPUT
LAUT *Gracilaria* sp.**



TIM PENELITI

| | |
|--|-------------------------|
| Irman Irawan, S.Pi., MP., M.Sc., P.hD | NIDN. 0014087605 |
| Rafitah Hasanah, S.Pi., M.Si., Ph.D | NIDN. 0020118001 |
| Septiana Sulistiawati, S.Pd., M.Si | NIDN 1204098802 |

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2023**

KATA PENGANTAR

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : **Penanganan Pascapanen dan Aplikasi Rumput Laut *Gracilaria* sp.**

Ketua Peneliti

a. Nama : H. Irman Irawan, S.Pi., M.P., M.Sc., Ph.D

b. NIDN : 0014087605

c. Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk.I / III b

d. Jabatan : Asisten Ahli

e. Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

f. Nomor HP/e-mail : 081254448232 / irmanirawan@unmul.ac.id

Anggota Peneliti

1. Rafitah Hasanah, S.Pi., M.Si., Ph.D (NIDN 0020118001)

2. Septiana Sulistiawati, S.Pd., M.Si (NIDN 12040988002)

Biaya Penelitian : Rp. 20.000.000,00 (*Dua Puluh Juta Rupiah*)

Samarinda, 27 November 2023

Mengetahui,

Dekan FPIK Universitas Mulawarman.

Ketua Peneliti,



Dr. Ir. Komsanah Sukarti, M.P
NIP. 19640510 198903 2 003.

H. Irman Irawan, S.Pi., M.P., M.Sc., Ph.D
NIP. 19760814 200912 1 001

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | iv |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR LAMPIRAN | vi |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| C. Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| A. <i>Gracilaria</i> sp. | 4 |
| B. Komposisi Kimia <i>Gracilaria</i> sp. | 7 |
| C. Pengeringan Rumput Laut | 9 |
| D. Tepung Agar..... | 9 |
| E. Struktur Kimia Agar | 11 |
| F. Manfaat Agar <i>Gracilaria</i> sp. | 13 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 14 |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian..... | 14 |
| B. Bahan dan Alat Penelitian..... | 10 |
| C. Prosedur Penelitian..... | 10 |
| D. Analisis Data | 14 |
| E. Prosedur Analisis | 15 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 27 |
| A. Rendemen Rumput Laut..... | 27 |
| B. Karakteristik Fisikokimia Tepung Agar | 28 |
| C. Karakteristik Fisik Tepung Agar | 35 |
| BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN | 39 |
| D. Analisis Data | 39 |
| E. Prosedur Analisis | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | <i>Tubuh Utama</i> | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | <i>Gracilaria</i> sp. | 11 |
| 2. | Struktur molekul agar | 13 |
| 3. | Diagram alir penjemuran rumput laut secara langsung dibawah sinar matahari | 16 |
| 4. | Diagram alir penjemuran setelah perendaman air tawar | 17 |
| 5. | Diagram alir penjemuran rumput laut sistem sauna | 18 |
| 6. | Diagram alir penjemuran rumput laut sistem sauna setelah perendaman air tawar..... | 19 |
| 7. | Diagram alir pembuatan tepung agar | 21 |
| 8. | Nilai rendemen Rumput Laut..... | 27 |
| 9. | Nilai serat kasar Tepung Agar | 34 |
| 10. | Nilai Viskositas tepung Agar | 36 |
| 11. | Nilai Kekuatan gel Tepung Agar..... | 37 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | <i>Tubuh Utama</i> | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Komposisi kimia <i>Gracilaria</i> sp. | 8 |
| 2. | Standar mutu tepung agar | 10 |
| 3. | Unit gula penyusun agar | 12 |
| 4. | Kadar air tepung agar | 28 |
| 5. | Kadar abu tepung agar | 30 |
| 6. | Kadar lemak tepung Agar | 31 |
| 7. | Kadar protein tepung agar | 32 |
| 8. | Kadar karbohidrat tepung agar | 33 |

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumput laut merupakan komoditas yang menempati posisi penting dalam produksi perikanan Indonesia, khususnya pada usaha perikanan non ikan. Rumput laut di Indonesia dikembangkan sebagai tanaman budidaya, hal ini terlihat pada produksi budidaya rumput laut tahun 2014 sebesar 10,147 juta ton, tahun 2015 sebesar 11,318 juta ton, dan tahun 2016 sebesar 11,091 juta ton (KKP, 2021). Rumput laut atau alga laut (*sea weed*) adalah tumbuhan berklorofil yang terdiri dari banyak sel, berbentuk koloni, hidupnya bersifat bentik di daerah perairan yang dangkal, berpasir dan berlumpur (Sediadi dan Budihardjo, 2000). Alga laut termasuk dalam kelompok tanaman tingkat rendah. Struktur alga laut secara keseluruhan merupakan batang yang disebut *thallus*, seluruh tubuh rumput laut disebut thalus yang terdiri atas: *holdfast*, *stipe* dan *blade*. Bentuk akar alga laut disebut holdfast, yang berfungsi sebagai alat untuk melekat pada dasar perairan. *Stipe* mirip dengan batang pada tumbuhan tingkat tinggi yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis dan penyerapan unsur hara dari air, salah satu jenis yang banyak dibudidayakan petani adalah jenis *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp adalah salah satu jenis rumput laut merah penghasil agarose yang berperan sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (pengental), pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. *Gracilaria* sp. merupakan jenis rumput laut yang memproduksi agar-agar. Agar-agar sebagai produk turunan *Gracilaria* sp. mudah diperoleh, murah harganya, dan juga lebih mudah dalam pengolahan. Di Kalimantan Timur, pada tahun 2021 volume produksi rumput laut jenis *Gracilaria* sp. sekitar 21.981.221 ton (KKP, 2021). Rumput laut jenis *Gracilaria* sp. jarang sekali dimanfaatkan secara langsung karena warnanya

yang agak kecoklatan dan sukar larut apabila dipanaskan. *Gracilaria* sp. mempunyai sifat yang elastis, mudah dibentuk dan harganya juga relatif murah dibandingkan dengan karagenan (Salamah *et al.*, 2006). Dalam rangka peningkatan nilai tambah serta nilai jualnya dikarenakan harganya murah, maka pengembangan usaha budidaya *Gracilaria* sp. harus diikuti dengan pengembangan industri pengolahannya (Sudariastuty, 2011). Rumput laut jenis *Gracilaria* sp. dapat menghasilkan produk turunan berupa agarosa yang dapat diaplikasikan pada berbagai produk olahan salah satunya adalah agar-agar.

Agar-agar merupakan campuran polisakarida yang diekstraksi dari dinding sel ganggang merah (*Rhodophyta*), khususnya genus *Gracilaria* dan *Gelidium*. Agar-agar merupakan polisakarida kompleks yang terdiri dari agarosa dan agaropektin yang digunakan dalam penyusunan media pertumbuhan mikroba, permen dan agar *jelly*. Agarosa memiliki potensi pemanfaatan sebagai bahan pangan, farmasi dan industri kosmetik seperti penyedia biomassa potensial, sumber oligosakarida, antibakteri, antikanker dan antioksidan, serta dapat mempengaruhi sel-sel melanoma sehingga dapat melembabkan dan memutihkan kulit (Abubakar *et al.*, 2021).

Anggadiredja *et al.* (2006) menyatakan mutu rumput laut dipengaruhi tiga hal penting yaitu teknik budidaya, umur panen, dan proses pengeringan. Sistem pengeringan yang tepat akan menghasilkan kualitas rumput laut yang baik, dengan nilai jual yang tinggi. Menurut Sujatmiko dan Angkasa (2009) proses penjemuran dan penyimpanan sangat perlu mendapat perhatian, karena meskipun hasil panennya baik akan tetapi bila penanganan pascapanennya kurang baik maka akan mengurangi kualitas rumput laut tersebut. Kualitas agar-agar tidak hanya ditentukan oleh jenis pelarut dan lama ekstraksi yang digunakan, namun juga penanganan pascapanen yaitu pada saat pengeringan rumput laut juga menjadi hal penting yang perlu diperhatikan karena mempengaruhi kualitas dari agar-agar yang dihasilkan (Berliana *et al.*,

2020). Pengeringan sangat penting, meskipun hasil panennya baik akan tetapi bila penanganan pascapanennya kurang baik maka akan mengurangi mutu rumput laut tersebut (Irawan, 2020). Sujatmiko & Angkasa, (2009); Anggadiredja *et al.* (2006) juga menambahkan hasil panen yang baik, akan tetapi bila penanganan pasca panennya kurang baik maka akan mengurangi kualitas rumput laut tersebut. Pengeringan pada rumput laut adalah proses utama dari pengolahan rumput laut itu sendiri sebagai bahan baku industri seperti agar-agar.

B. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik fisikokimia tepung agar yang dihasilkan dari perbedaan perlakuan pengeringan rumput laut *Gracilaria* sp.
2. Mengetahui perlakuan metode pengeringan rumput laut *Gracilaria* sp. terbaik berdasarkan kualitas tepung agar.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perbedaan perlakuan pengeringan rumput laut yang tepat untuk menghasilkan tepung agar dari rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berkualitas. Selain itu, metode pengeringan yang berbeda diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi pada tepung agar *Gracilaria* sp.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp adalah rumput laut yang termasuk pada kelas alga merah (*Rhodophyta*) dengan nama daerah yang bermacam-macam, seperti: sango-sango, rambu kasang, janggut dayung, dongi-dongi, bulung embulung, agar-agar karang, agar-agar jahe, bulung sangu dan lain-lain. Rumput laut marga *Gracilaria* banyak jenisnya, masing-masing memiliki sifat-sifat morfologi dan anatomi yang berbeda serta dengan nama ilmiah yang berbeda pula, seperti: *Gracilaria confervoides*, *Gracilaria gigas*, *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria lichenoides*, *Gracilaria crasa*, *Gracilaria blodgettii*, *Gracilaria arcuata*, *Gracilaria taenioides*, *Gracilaria eucheumoides*, dan lain sebagainya (Anggadiredja, 2006).

Gracilaria sp. memiliki ciri-ciri umum, yaitu tipe percabangan yang tidak teratur membentuk rumpun dan pada pangkal percabangan thallus menyempit, bentuk thallus yang silindris atau memipih. Menurut Dawes (1981) dalam Sinulingga (2006), *Gracilaria* sp. termasuk divisi *Rhodophyta*, famili *Gracilariaceae*, genus *Gracilaria*, dan spesies *Gracilaria* sp. Kandungan agar-agar pada *Gracilaria* sp. berbeda-beda menurut lokasi pertumbuhan, umur, lingkungan budidaya, dan cara penanganan primer, sehingga tingkat mutu dan harga agar-agar berbeda-beda pula. Beberapa jenis *Gracilaria* yang bernilai tinggi di Indonesia antara lain *Gracilaria gigas*, *Gracilaria lichenoides*, dan *Gracilaria verrucosa* (Distantina, 2008). Di Indonesia, pengembangan rumput laut *Gracilaria gigas* belum optimal dilakukan sedangkan permintaan pasar dunia terhadap rumput laut ini terus meningkat hingga 3-5% tiap tahun (Bixler dan Porse, 2011).

Gracilaria sp. adalah penghasil agar dari kelas Rhodophyceae. Agar sendiri adalah senyawa polisakarida yang diekstrak dari rumput laut merah yang tidak larut dalam air dingin tetapi larut dalam air panas. Struktur utama agar-agar adalah *Agarobiose* yang terdiri dari ikatan β (1-4) D-galactose dan α (1-3) 3,6 –anhydro-galactose secara bergantian atau terbentuk dari rangkaian ikatan 1,3 b-D galaktopiranosida dan ikatan 1,4–3,6 anhidro-a-galaktopiranosida (Istini dan Zatinika, 2009).

Gracilaria sp. memiliki tingkat produksi yang cepat yaitu sekitar 7-13% dan tingkat pertumbuhannya dapat bertambah hingga 20% setiap harinya (Adini *et al.*, 2015). *Gracilaria* sp. adalah jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di tambak dan telah berhasil dibudidayakan di Indonesia (Mulyaningrum *et al.*, 2014). Adapun klasifikasi *Gracilaria* sp. menurut Anggadiredja *et al.* (2006) adalah sebagai berikut dan kenampakannya dapat dilihat pada Gambar 1.

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Rhodophyta*
Kelas : *Rhodophyceae*
Ordo : *Gigartinales*
Famili : *Gracilariaceae*
Genus : *Gracilaria*
Spesies : *Gracilaria* sp.



Gambar 1. *Gracilaria* sp.

Gracilaria yang dibudidayakan di Indonesia yaitu *Gracilaria* sp. sebagai penghasil agar, *Sargassum* sp. sebagai penghasil alginat, dan *Eucheuma* sp. sebagai penghasil karagenan (Anggadiredja et al., 2006 dalam Kusuma, 2013). Menurut Suparmi & Sahri, (2009) Jenis rumput laut di Indonesia yang telah dimanfaatkan dan memiliki prospek baik sebagai penghasil agar-agar adalah *Gelidium* sp, *Gracilaria* sp, dan *Gelidiella* sp . *Gracilaria* sp

Habitat rumput laut marga *Gracilaria* pada umumnya dapat hidup sampai 300- 1000 m dari pantai, salinitas air berkisar 15-30 per mil dengan suhu air berkisar antara 20-28°C, kedalaman air 0,5-1 meter dengan kondisi air jernih sehingga sinar matahari mampu menembus ke dalam air. Oleh karenanya jenis rumput laut *Gracilaria* sebaiknya dekat dengan muara sungai (Sudariastuty, 2011). Kandungan agar-agar pada *Gracilaria* berbeda-beda menurut jenis dan lokasi pertumbuhannya, serta tergantung pada umur, bibit, lingkungan metode budidaya, panen, dan cara penanganan primer, sehingga mempunyai tingkat mutu dan harga yang berbeda beda pula. Umumnya kandungan agar-agar *Gracilaria* berkisar antara 16-45% (Kadi dan Atmadja, 1988).

Potensi penggunaan *Gracilaria* sp. dalam bidang industri pangan sangat besar. Teddy, (2009) mengemukakan bahwa *Gracilaria* sp. merupakan rumput laut yang masuk dalam kategori rumput laut yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi karena menghasilkan hidrokoloid (agar) yang dapat digunakan sebagai pengental (*thickening*) dan pembuatan gel (*gelling 13 agent*).

B. Komposisi Kimia *Gracilaria* sp.

Komposisi kimia *Gracilaria* sp. bervariasi antar individu, spesies, habitat, kematangan dan kondisi lingkungannya. Kandungan *Gracilaria* sp. segar adalah air yang mencapai 80-90 %, sedangkan kadar protein dan lemaknya sangat kecil. Kadar lemak rumput laut sangat rendah, tetapi susunan asam lemaknya sangat penting bagi kesehatan. Lemak *Gracilaria* sp. mengandung asam lemak omega-3 dan omega-6 dalam jumlah yang cukup tinggi. Kedua asam lemak ini merupakan asam lemak yang penting bagi tubuh, terutama sebagai pembentuk membran jaringan otak, syaraf, retina mata, plasma darah dan organ reproduksi. 100 gram *Gracilaria* sp. kering mengandung asam lemak omega-3 berkisar 128-1.629 mg dan asam lemak omega-6 berkisar 188-1.704 mg (Winarno, 1990).

Komponen utama rumput laut menurut Kılınç *et al.* (2013) adalah karbohidrat (polisakarida) dan protein yang serupa dengan gandum. Semua rumput laut mengandung karbohidrat yang tinggi (gula dan pati) dalam struktur kimia polisakarida mengandung gel. *Gracilaria* sp. memiliki kandungan karbohidrat sebanyak 70% (Hasanah, 2007). Selain itu, *Gracilaria* sp. dikenal sebagai penghasil fitokimia aktif secara biologis yaitu karotenoid, terpenoid, xantofil, phycobilins, asam lemak tak jenuh, polisakarida, vitamin, sterol, tocopherol dan phycocyanins (Francavilla *et al.*, 2013). Komposisi kimia rumput laut *Gracilaria* sp. dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia *Gracilaria* sp.

| Komposisi | Kandungan | Chaidir (2007) |
|--------------------------|-----------|----------------|
| Kadar air (%bb) | 88,65 | 89,91 |
| Kadar abu (%bk) | 17,09 | 8,09 |
| Kadar lemak (%bk) | 3,17 | 11,05 |
| Kadar protein (%bk) | 16,83 | 0,31 |
| Kadar karbohidrat (%bk) | 62,91 | 79,08 |
| Serat Kasar (%bk) | 1,10 | - |
| Serat pangan total (%bb) | 11,20 | 9,76 |
| Lodium (ppm, bk) | 54,27 | 29,94 |

Keterangan: *bb = basis basah; **bk = basis kering

(Sumber: Princestasari dan Amalia, 2015)

Dwiyitno (2007) mengemukakan bahwa berdasarkan kandungan polisakaridanya, rumput laut dibedakan menjadi rumput laut penghasil agar-agar (agarofit), karaginan (karaginofit), dan alginat (alginofit). *Gracilaria* sp. merupakan rumput laut penghasil agar yang maksimal karena memiliki kandungan agarosa dan agaropektin yang baik dengan kekuatan gel yang kuat (Drum, 2013). *Gracilaria* sp. memiliki peran penting dalam bidang industri dan bioteknologi karena kandungan phycocolloids sebagai sumber utama pembuatan agar-agar yaitu α - (1,4) -3,6-anhidro-L-galaktosa dan β - (1,3) -D-galaktosa (Almeida, 2011).

C. Pengeringan Rumput Laut

Pengeringan adalah proses penjemuran rumput laut di bawah sinar matahari selama 2 – 3 hari dengan memakai alas daun kelapa, atau terpal. Rumput laut dikatakan sudah kering jika telah kelihatan kaku dan butiran garam sudah menempel di permukaan rumput laut, dengan kandungan kadar air 31 – 35 % untuk *Eucheuma* (Anggadiredja *et al.*, 2006). Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan sesuai dengan yang dipersyaratkan. Pengeringan secara umum dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara menggunakan alat pengering oven dan secara alami dengan menjemur di bawah sinar matahari.

Penjemuran dilakukan dengan menggelar terpal plastik di permukaan tanah atau pasir, kemudian menebar rumput laut di atasnya. Pengeringan dengan cara seperti ini menghasilkan rumput laut berkualitas rendah, yaitu kadar air yang tinggi, rumput laut yang masih bercampur dengan debu, pasir, dan batu (Poncomulyo *et al.*, 2006). Hasil panen yang baik, akan tetapi bila penanganan pascapanennya kurang baik maka akan mengurangi kualitas rumput laut tersebut (Sujatmiko dan Angkasa, 2009).

D. Tepung Agar

Tepung agar adalah polisakarida berupa tepung yang diperoleh dari ekstraksi agarophyte, bersifat koloid bila dilarutkan dalam air mendidih dan menggumpal bila didinginkan (*reversible*) (BSN, 2015). Agar-agar dapat dibentuk sebagai bubuk dan dijual di pasaran. Apabila dilarutkan dalam air panas dan didinginkan agar-agar akan menjadi padatan lunak dan bertekstur kenyal. Banyak olahan makanan yang menggunakan agar-agar seperti campuran es krim dan puding (jelly). Agar-agar pertama kali diproduksi di Cina sebelum abad ke-17. Kemudian dalam skala industri agar-agar dibuat di

California pada tahun 1919, kemudian disusul dengan Jepang. Hingga kini Jepang dikenal sebagai produsen agar-agar utama di dunia (Murdianingsih, 2016). Standar mutu agar-agar menurut SNI dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Mutu tepung Agar SNI 01-2802 (2015)

| Syarat Mutu | Standar |
|--------------------------------------|---------------|
| Kadar air | Maks. 22% |
| Kadar abu | Maks. 6,5% |
| Kadar Karbohidrat (galaktosa) | > 30% |
| Gelatin dan ptotein | - |
| Kandungan logam berat (Cu,Hg dan Pb) | Maks. 1 mg/kg |
| Kandungan arsen | Maks. 3 mg/kg |
| Zat pewarna tambahan | Diizinkan |
| Kekenyalan | Baik |

Sumber : BSN (2015).

E. Agar

Agar merupakan polisakarida kompleks yang diperoleh dari rumput laut golongan *Gelidium* dan *Gracilaria*. Agar-agar diperoleh dengan mengekstraksi rumput laut dalam kondisi basa atau asam. Pada pembuatan agar-agar menggunakan bahan kimia dan suhu tinggi berkisar antara 80-100°C dengan waktu berkisar antara 2-3 jam (Herawati, 2018). Agar-agar biasanya diproduksi dan diolah menjadi berbagai bentuk seperti kue, jelly, puding, dan digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri farmasi. Agar-agar memiliki serat yang tinggi dan dapat dikonsumsi sebagai makanan diet. Selain itu, agar-agar juga dapat digunakan di laboratorium sebagai media kultur jaringan atau kultur bakteri (Angkasa *et al.*, 2011).

Komponen utama agar-agar yaitu agarosa dan agaropektin. Agarosa adalah suatu polisakarida netral yang terdiri dari rangkaian D-galaktosa dengan ikatan β -1,3 dan L-galaktosa dengan ikatan α -1,4. Komponen ini tidak

mengandung sulfat dan persentase agarosa dalam ekstrak agar berkisar antara 50% sampai 80%, sedangkan agaropektin adalah polimer sulfat dan bersifat lebih kompleks. Agaropektin mengandung residu sulfat 3-10%, asam glukuronat dan asam piruvat. Agaropektin memiliki rantai yang hampir sama dengan rantai agarosa, tetapi beberapa residu 3,6- anhidro-L-galaktosa digantikan oleh L-galaktosa sulfat dan sebagian residu Dgalaktosa digantikan oleh asetal asam piruvat (Glicksman, 1983).

Agar-agar larut dalam air panas, etanolamida dan formida. Agar-agar pada suhu 32-39°C berbentuk bekuan (*solid*) dan tidak mencair pada suhu di bawah 85°C. Agar-agar merupakan agen pembenutuk gel terefektif yang pernah diketahui. Gel agar- agar dapat terbentuk dalam larutan yang sangat encer, yaitu fraksi agar-agar sebesar 1%. Gel agar-agar bersifat reversibel terhadap suhu, yaitu pada suhu di atas titik leleh maka fase gel akan berubah menjadi fase sol dan sebaliknya, tetapi fase transisi dari gel ke sol atau sebaliknya tidak berada pada suhu yang sama. Gel terbentuk karena pada saat dipanaskan di air, molekul agar-agar dan air bergerak bebas. Ketika didinginkan, molekul-molekul agar-agar mulai saling merapat, memadat dan membentuk kisi-kisi yang mengurung molekul-molekul air, sehingga terbentuk sistem koloid padat-cair (Rosulva, 2008).

F. Struktur Kimia Agar

Struktur agar-agar terdiri atas dua komponen utama, yaitu agarosa dan agaropektin dalam jumlah yang bervariasi (Osvaldo, 2006). Unit gula dasar penyusun agar-agar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Unit Gula Penyusun Agar-Agar

| Agar-Agar | Unit Gula Penyusun |
|-------------|----------------------|
| Agarosa | D-galaktosa |
| | L-galaktosa |
| | 3,6-anhidrogalaktosa |
| | D-xilosa |
| Agaropektin | D-galaktosa |
| | L-galaktosa |
| | 3,6-anhidrogalaktosa |
| | D-xilosa |
| | Galaktosa sulfat |
| | Asam piruvat |

Sumber : Osvaldo (2006)

Agarosa merupakan komponen pembentuk gel yang netral dan tidak mengandung sulfat (Hardinasti, 2009). Agarosa bersifat netral yang merupakan pengulangan dari unit-unit agarobiosa. Agarobiosa sebagai gel esensial, merupakan fraksi dari agar yang mempunyai bobot molekul lebih dari 10.000 Dalton bahkan lebih dari 150.000 Dalton dengan kandungan sulfat yang rendah $\leq 0.5\%$ (Armisen *et al.*, 2009). Agarosa merupakan suatu komponen agar yang responsif terhadap pembentukan gel. Agarosa bersifat netral yang terdiri dari susunan unit dasar berulang dari agarobiosa disakarida yang disusun oleh rantai 1,4 dan 3,6–anidro-L-galaktosa dan 1,3-D-galaktosa (Yuandika, 2009).

Agaropektin merupakan suatu polisakarida sulfat yang tersusun dari agarosa dengan variasi ester asam sulfat; asam D-glukoronat dan sejumlah kecil asam piruvat. Kandungan sulfat bervariasi pada setiap jenis rumput laut dan biasanya sekitar 5-10% (Peterson dan Johnson 1978). Agaropektin sisa

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Juli sampai Agustus 2023. Pengeringan *Gracilaria sp.* dilakukan di Muara Badak, Kalimantan Timur. Ekstraksi agar dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan FOA, Universitas Mulawarman. Pengujian kadar abu, kadar air, kadar lemak di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan FOA, Universitas Mulawarman. Pengujian kadar serat dan kadar protein dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Fakultas Pertanian. Pengujian kekuatan gel dilakukan di Laboratorium Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gracilaria sp.* segar dengan umur 45 hari yang diperoleh dari petani rumput laut yang berada di Muara Badak. *Gracilaria sp.* kemudian disimpan di karung/plastik dengan distribusi melalui transportasi darat, kantong plastik transparan (*polietilena*) ukuran 40 x 70 cm. Bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan tepung agar antara lain NaOH, KCl dan aquades. Pengujian kadar lemak menggunakan bahan diantaranya N-hexane teknis. Pengujian kadar serat menggunakan bahan diantaranya H₂SO₄, NaOH, K₂SO₄, Alkohol 95%, kertas saring, kertas lakmus merah, lakmus biru. Pengujian kadar protein menggunakan bahan diantaranya kjedahl katalisator, H₂SO₄, NaOH, H₃BO₃, indikator *Methyl Blue (Methyl Red)*, HCl.

2. Alat

Alat yang digunakan untuk pengeringan rumput laut diantaranya timbangan digital, *box styrofoam* dan *stopwatch*. Alat yang digunakan untuk ekstraksi agar diantaranya, timbangan digital (merk adventurer AR2140, USA), neraca analitik, *stopwatch*, *food processor*, pH (Lutron PH-201, Taiwan), pan-pan, cawan porselen,

kain belacu, oven (Memmert UN 55 53, Jerman), *water bath*, batang pengaduk, spatula, Erlenmeyer, dan *hot plate*. Alat yang digunakan pada pengujian ekstraksi agar diantaranya, pengujian kadar air menggunakan alat cawan kosong, penjepit, desikator, oven (Memmert). Pengujian kadar abu menggunakan alat furnace, timbangan neraca analitik. Pengujian kadar protein menggunakan alat Labu kjeldhal, set kjeldhal Apparatus (destruksi & destilasi), timbangan, gelas arloji, buret, Erlenmeyer, beaker glass, spatula, batang pengaduk kaca. Pengujian kadar lemak menggunakan alat labu alas bulat, penjepit, timbangan neraca analitik, oven (Memmert). Pengujian kadar serat menggunakan alat set pendingin balik, hotplate, Erlenmeyer, corong kaca, beaker glass. Pengujian viskositas menggunakan alat Viscotester Rion seri VT 04 Pengujian kekuatan gel menggunakan alat Universal Testing Machine (Otto Wolpert-Werke GMBH, D6700), calibration laboratory.

C. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu preparasi rumput laut, pengeringan rumput laut dan ekstraksi agarosa

1. Preparasi *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp. segar diperoleh dari petani rumput laut yang berada di Muara Badak. Rumput laut segar disortir dan dibersihkan dari semua kotoran yang menempel antara lain pasir, kerang dan zat pengotor lainnya dengan cara dicuci menggunakan air mengalir secara berulang hingga tidak menyisakan kotoran. Rumput laut yang telah bersih kemudian dilakukan pengeringan sesuai perlakuan.

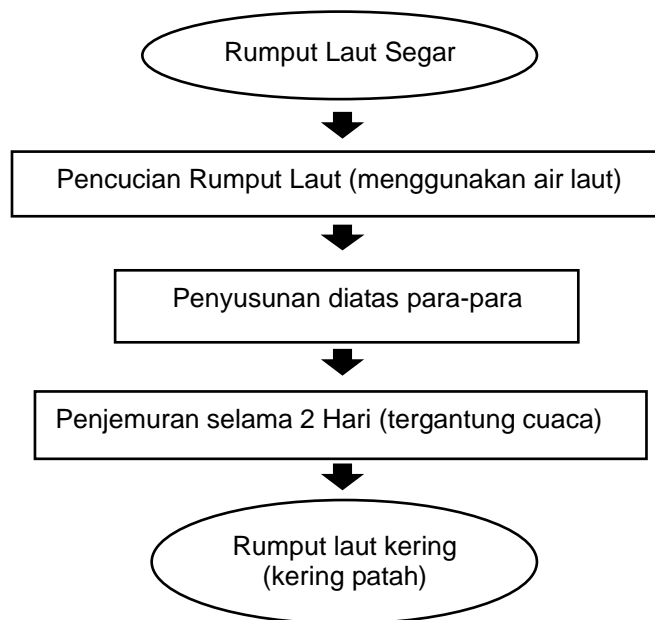
2. Pengeringan *Gracilaria* sp.

Pengeringan rumput laut mengacu pada metode yang dilakukan oleh Irawan (2020). Pengeringan dilakukan dengan 4 metode yaitu P1 (pengeringan dengan penjemuran secara langsung di bawah sinar matahari), P2 (pengeringan setelah perendaman air tawar), P3 (pengeringan sistem sauna) dan P4 (pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar). Pengukuran laju pengeringan dilakukan setiap

1 jam dengan melakukan penimbangan sampel menggunakan timbangan digital. Metode pengeringan adalah sebagai berikut :

a. Pengeringan secara langsung di bawah sinar matahari

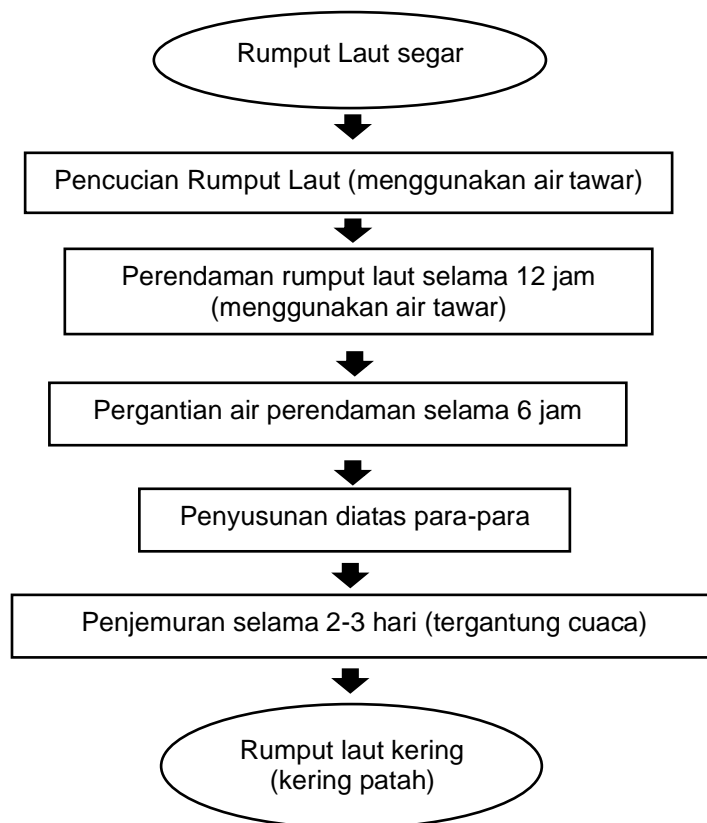
Pengeringan secara langsung dengan matahari rumput laut segar yang baru di panen langsung dibersihkan dengan cara mencuci rumput laut menggunakan air laut kemudian rumput laut di letakan pada tempat penjemuran yang terbuka dan terkena matahari secara langsung, Penjemuran dilakukan selama 2 hari atau lebih tergantung pada kondisi panas matahari sampai rumput laut kering. Diagram alir penjemuran rumput laut secara langsung dibawah sinar matahari dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penjemuran rumput laut secara langsung dibawah sinar matahari (sumber : Irawan 2020)

b. Pengeringan setelah perendaman air tawar

Pengeringan setelah perendaman air tawar, rumput laut segar yang baru di panen dibersihkan dengan cara mencucinya dengan menggunakan air tawar kemudian rumput laut direndam menggunakan air tawar selama \pm 12 jam, pergantian air setiap 6 jam supaya endapan yang dihasilkan dalam perendaman tetap bersih, selanjutnya rumput laut diletakan pada tempat penjemuran yang terbuka dan terkena matahari. Penjemuran dilakukan selama 2-3 hari atau lebih tergantung pada kondisi panas matahari sampai rumput laut kering. Diagram alir penjemuran rumput laut dengan perendaman air tawar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir penjemuran setelah perendaman air tawar

c. Pengeringan sistem sauna

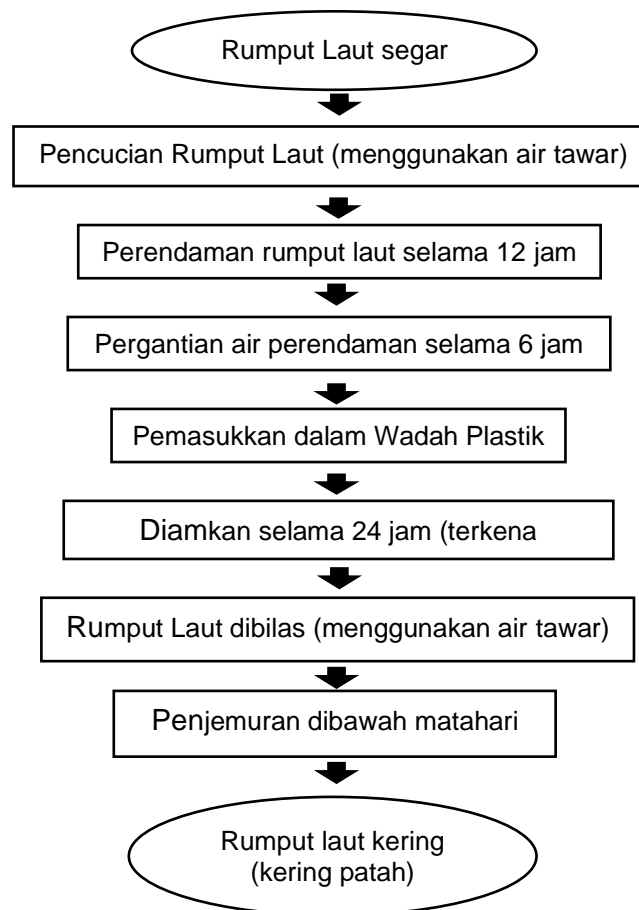
Pengeringan dengan sistem sauna rumput laut segar yang baru di panen dibersihkan dengan menggunakan air tawar hingga bersih, setelah itu rumput laut dimasukan dalam plastik transparan (*polietilena*) dan didiamkan selama 24 jam dengan kondisi terkena sinar matahari secara langsung pada siang hari. Setelah 24 jam atau warna rumput laut sudah berubah menjadi merah muda, rumput laut di keluarkan dari plastik dan dibilas dengan menggunakan air laut tujuannya untuk membersihkan sisa-sisa kotoran yang menempel pada saat proses sauna selanjutnya di jemur di bawah sinar matahari hingga beratnya konstan. Diagram alir penjemuran rumput laut dengan sistem sauna dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penjemuran rumput laut sistem sauna (sumber: Irawan 2020)

d. Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar

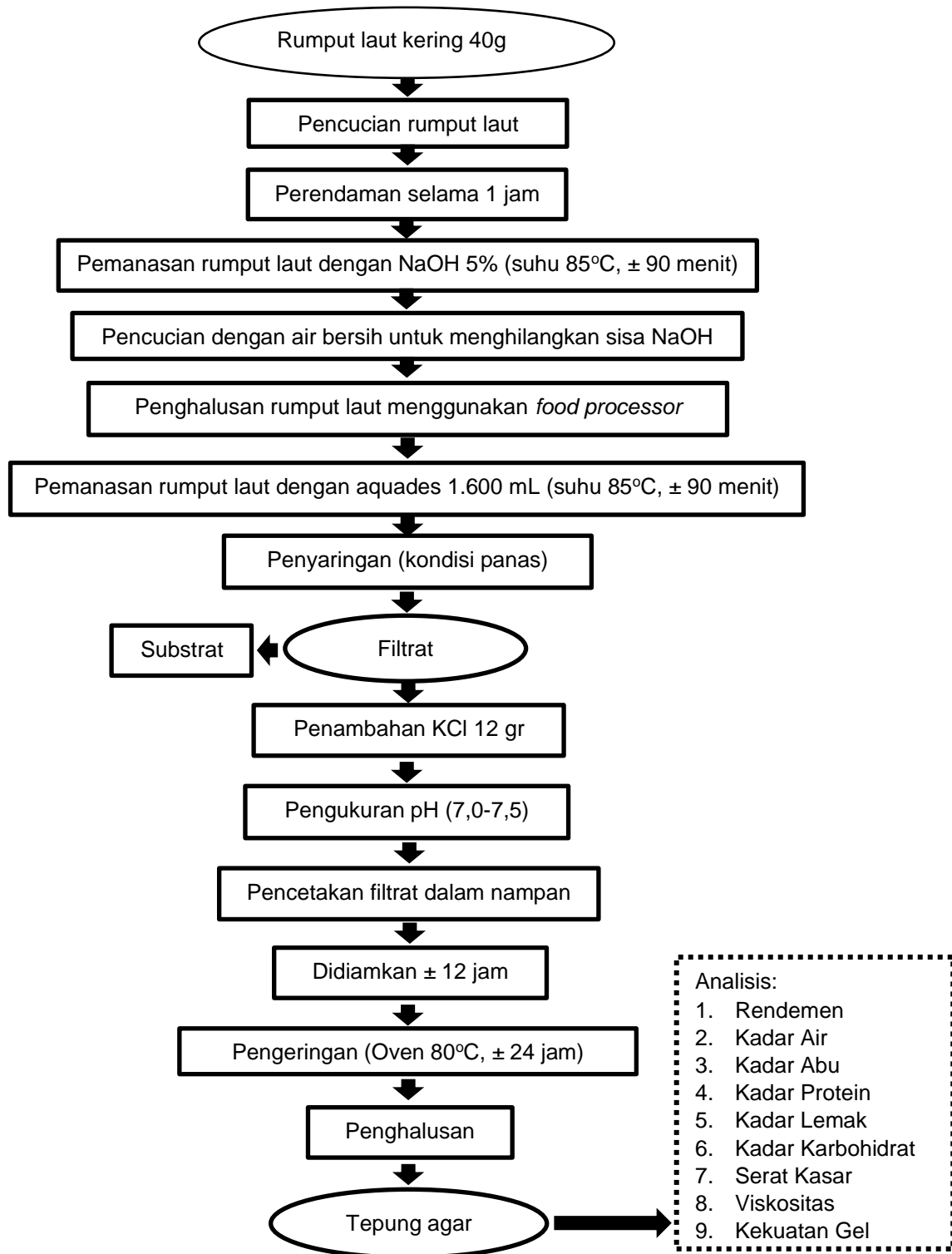
Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar rumput laut segar yang baru di panen dibersihkan dengan menggunakan air tawar hingga bersih, kemudian rumput laut direndam selama \pm 12 jam, kemudian dilakukan pergantian air setiap 6 jam supaya endapan yang dihasilkan dalam perendaman tetap bersih. Setelah itu dimasukkan dalam plastik transparan dan didiamkan selama 24 jam dengan kondisi terkena sinar matahari secara langsung pada siang hari. Setelah 24 jam atau warna rumput laut sudah berubah menjadi merah muda, rumput laut di keluarkan dari plastik dan dibilas dengan menggunakan air tawar selanjutnya di jemur di bawah sinar matahari hingga beratnya konstan. Diagram alir tahap ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir penjemuran rumput laut sistem sauna setelah perendaman air tawar

3. Pembuatan tepung agar

Pembuatan tepung agar mengacu pada metode yang dilakukan oleh Ghufran (2011) yang telah dimodifikasi. Pertama, rumput laut kering ditimbang sebanyak 40g setelah itu dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir. Rumput laut kemudian dilakukan perendaman dalam air sebanyak 800 ml selama 1 jam. Setelah itu dilakukan pemotongan rumput laut sepanjang 1 cm. Berikutnya perlakuan alkali, larutkan NaOH 5% kedalam labu ukur dan ditambahkan aquades sebanyak 1.500 ml setelah itu masukkan larutan NaOH 5% kedalam panci dengan suhu 85°C selama 90 menit. Selanjutnya rumput laut dibersihkan dengan air mengalir tujuannya menghilangkan sisa NaOH yang masih menempel. Kemudian rumput laut dihaluskan menggunakan *food processor*. Rumput laut dilakukan pemanasan kembali menggunakan aquades sebanyak 1.600 ml dengan suhu 85°C selama 90 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kain blacu sehingga diperoleh filtrat rumput laut. Filtrat yang diperoleh dari hasil penyaringan ditambahkan KCL sebanyak 12 gr dan dihomogenisasi selama 5 menit. Selanjutnya dituang pada nampan pencetak setelah itu filtrat dibiarkan membentuk gel pada suhu kamar selama \pm 12 jam. Filtrat yang sudah membentuk gel dilakukan pemotongan tujuannya supaya kering merata pada saat proses pengovenan. Selanjutnya pengovenan filtrat dengan suhu 80°C selama 24 jam. Agar kering yang dihasilkan berbentuk lembaran selanjutnya dihaluskan hingga diperoleh tepung agar. Diagram alir pembuatan tepung agar dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir pembuatan tepung agar

Analisis dilakukan untuk mengetahui kualitas tepung agar yang dihasilkan pada perbedaan pengeringan rumput laut *Gracilaria sp* dibawah sinar matahari langsung, pengeringan setelah perendaman air tawar, pengeringan sistem sauna dan pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar. Pada penelitian ini, parameter analisis yang diuji yaitu rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar serat, viskositas dan kekuatan gel.

1. Rendemen (AOAC, 2005)

Analisis rendemen mengacu pada (AOAC, 2005). Rendemen merupakan perbandingan antara berat agar kering dengan berat rumput laut kering. Rendemen agar dihitung dengan menggunakan rumus

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat Agar}}{\text{Berat Rumput Laut Kering}} \times 100$$

2. Kadar Air (BSN, 2006)

Analisis pengujian kadar air mengacu pada SNI 2354.2:2006 (BSN, 2006). Pengujian kadar air sebagai berikut: Pengeringan cawan kosong yang telah disediakan dalam oven dengan suhu 105°C minimal selama 2 jam. Cawan kosong dilakukan proses pendinginan dengan menggunakan desikator selama 30 menit sampai mencapai suhu ruang dan penimbangan bobot cawan kosong (A). Penimbangan sampel seberat ± 3 g ke dalam cawan (B) dan pengovenan pada suhu 105°C selama ± 16 -24 jam. Proses pendinginan dalam desikator selama ± 30 menit dan penimbangan (C). Tahap ini dilakukan secara duplo (dua). Perhitungan kadar air dengan rumus

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100$$

Keterangan :

- A. Berat cawan kosong dinyatakan dalam (g)
- B. Berat cawan + contoh awal, dinyatakan dalam (g)
- C. Berat cawan + contoh kering, dinyatakan dalam (g)

3. Kadar Abu (BSN, 2006)

Analisis kadar abu mengacu pada SNI 2354.1:2006 (BSN, 2006). Pengujian kadar abu diantaranya: Pensterilan cawan yang akan digunakan menggunakan oven selama 30 menit pada suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, kemudian pendinginan dalam desikator untuk menghilangkan uap air selama 30 menit dan penimbangan untuk menentukan berat cawan kosong. Penimbangan sampel seberat ± 4 g dalam cawan masukan kedalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam, kemudian pemindahan cawan ke dalam furnace dengan suhu 250°C selama 2 jam dan 550°C selama 3 jam sampai berubah menjadi abu berwarna putih dan penimbangan untuk mengetahui bobot tetap, pemindahan cawan ke dalam desikator sehingga suhunya sama dengan suhu ruang sehingga mendapatkan berat tetap. Perhitungan kadar abu menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{B-A}{W \text{ (Berat contoh)}} \times 100$$

Keterangan :

W = bobot sampel sebelum diabukan, dalam gram

A = bobot sampel + cawan sesudah diabukan, dalam gram

B = bobot cawan kosong, dalam gram

4. Kadar Protein (BSN, 2006)

Analisis kadar protein mengacu pada SNI 01.2354.4:2006 (BSN, 2006). Penelitian protein sebagai berikut: Penimbangan dan pemasukan sampel seberat 2 g ke dalam labu kjeldahl, kemudian penambahan katalisator serta H_2SO_4 . Sampel kemudian didestruksi selama $\pm 1,5$ jam hingga cairan menjadi jernih, pendinginan sampel cair yang telah dingin dan penuangan sampel kedalam alat destilasi serta penambahan NaOH. Destilat yang tertangkap oleh H_3BO_3 kemudian dititrasi menggunakan HCL. Penganalisan volume titrasi yang menghasilkan perubahan warna dari warna hijau keungu-unguan. Perhitungan kadar protein menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{(VA-VB) \text{HCl} \times N \text{HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100}{W \times 1000}$$

Keterangan :

| | |
|------------|---|
| mL HCL | = titrasi sample |
| ml blangko | = titrasi blanko |
| N | = Normalitas HCl standar yang digunakan |
| 14,007 | = Berat atom nitrogen |
| 6,25 | = Faktor konversi protein |

Berat sampel dalam bentuk gram

Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g sampel (%)

5. Kadar Lemak (BSN, 2006)

Analisis kadar lemak mengacu pada SNI 01-2354.3:2006 (BSN, 2006). Penelitian kadar lemak dilakukan dengan metode Soxhlet, yaitu pengekstrakan lemak yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan pelarut lemak non polar. Prosedur analisis kadar lemak sebagai berikut: penimbangan labu alas bulat kosong (A) kemudian penimbangan seksama 4 g homogenat (B) masukkan dalam selongsong lemak. Penuangan n-hexane 50 ml ke dalam labu alas bulat, pemasukkan selongsong lemak ke dalam extractor soxhlet, dan pemasangan rangkaian soxhlet. Proses ekstraksi pada suhu 60°C selama waktu 8 jam lamanya, dilanjutkan dengan melakukan proses evaporasi campuran lemak dan n-hexane dalam labu alas bulat sampai kering. Pengeringan sisa n-hexane dan uap air yang terdapat dalam labu alas bulat yang berisi lemak kedalam oven dengan suhu 105°C selama ± 2 jam untuk menghilangkan sisa nhexane dan uap air, kemudian pendinginan labu dan lemak di dalam desikator selama 30 menit. Tahap akhir penimbangan berat labu alas bulat berisi lemak (C) sampai diperoleh bobot yang konstan, kerjakan pengujian minimal duplo (dua kali). Perhitungan kadar lemak menggunakan rumus:

$$\text{Lemak Total (\%)} = (C - A)B \times 100$$

Keterangan :

- A. berat labu alas bulat kosong dinyatakan dalam gram
- B. berat sampel dinyatakan dalam gram
- C. berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi dalam gram

6. Kadar Karbohidrat

Analisis kadar karbohidrat ditentukan dengan cara by difference, yaitu hasil pengurangan dari 100% dengan kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein. Perhitungan kadar karbohidrat menggunakan rumus:

$$\text{Kadar karbohidrat (\%)} = 100 - \text{Kadar (protein + lemak + abu + air)}$$

7. Kadar Serat (AOAC, 2000)

Analisis kadar serat mengacu pada (AOAC, 2000). Sebanyak 1 g sampel didestruksi dalam 500 mL H₂SO₄ 0,3 N selama 30 menit dan ditambahkan 25 mL NaOH 1,5 N, kemudian dididihkan kembali selama 30 menit. Filtrat disaring melalui kertas saring Whatman 41 yang telah dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110 °C, selama 1 jam. Hasil saringan dicuci dengan 50 ml akuades panas, 50 mL H₂SO₄ 0,3 N, 50 mL akuades panas dan 50 mL aseton. Kertas saring dan isinya dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110 °C selama 1 jam. Setelah itu cawan diabukan dalam tanur pada suhu 600 °C selama 1 jam, didinginkan dalam eksikator, ditimbang dan dicatat. Kadar serat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{BR-BA}{BS} \times 100$$

Keterangan

- A. BR = Bobot Residu (g)
- B. BA = Bobot Abu (g)
- C. BS = Bobot Sampel (g)

8. Viskositas (Melani et al. 2005)

Analisis viskositas mengacu pada Melani *et al.* (2005). Pengujian viskositas menggunakan alat Viscotester Rion seri VT 04 dengan cara: memasukkan sampel ke dalam wadah dan pemasangan pada portable Viscotester. Uji ini dilakukan setelah sampel dilakukan proses penyimpanan selama 2 menit dan dilakukan pencatatan setiap 30 detik. Nilai viskositas sampel diketahui dengan mengamati gerak jarum penunjuk viskositas.

9. Kekuatan Gel (Stevens et al. 1995)

Analisis kekuatan gel mengacu pada Stevens *et al.* (1995). Pengujian kekuatan gel dilakukan menggunakan alat Texture Analyzer (Universal teknik mesin), peletakan sampel dibawah probe pada tempat tekan, kemudian dilakukan proses penekanan sampel dengan menggunakan probe tersebut. Kecepatan alat ketika menekan sampel adalah 1 mm/s dan beban yang diberikan seberat 1 kg/cm. Proses penekanan dilakukan 1 kali hingga sampel benar benar pecah dan hasil pengukuran dapat dilihat pada alat calibration laboratory. Nilai tertinggi pada grafik menunjukkan nilai kekuatan gel pada bahan.

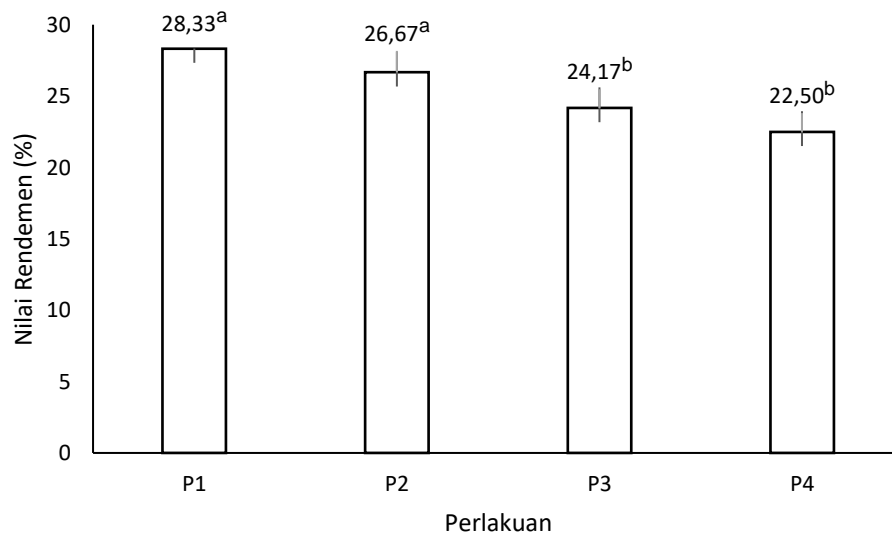
D. Analisis Data

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu dengan 4 perlakuan metode P1 (pengeringan sinar matahari), P2 (pengeringan setelah perendaman air tawar), P3 (pengeringan sistem sauna) dan (pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) Jika hasil menunjukkan beda nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT untuk mengetahui perlakuan terbaik. Analisis menggunakan program SPSS 25.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen Rumput Laut

Perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku dinyatakan sebagai rendemen (Yuniarifin, 2006). Rendemen ekstrak dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir (berat ekstrak yang dihasilkan) dengan berat awal (berat biomassa sel yang digunakan) dikalikan 100% (Sani *et al.*, 2014). Nilai rendemen rumput laut dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai rendemen rumput laut dengan metode pengeringan yang berbeda. P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar.

Hasil rendemen rumput laut dengan metode pengeringan yang berbeda dalam penelitian ini berkisar antara 22.50-28.33%. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap rendemen rumput laut, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa P1 tidak berbeda nyata dengan P2, namun berbeda nyata dengan P3 dan P4.

Sementara P3 tidak berbeda nyata dengan P4, namun berbeda nyata dengan P2 dan P1.

Gambar 8 menunjukkan bahwa metode pengeringan rumput laut dengan perendaman air tawar dan sauna menurunkan nilai rendemen. Hal ini diduga metode pengeringan langsung dengan sinar matahari membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam proses pengeringan, sehingga kadar air menyusut lebih banyak dibandingkan dengan metode sauna. Hal ini sesuai dengan penelitian Wibowo *et al.* (2013) semakin meningkat rendemen dari rumput laut akan menurunkan kadar air, kadar abu, dan viskositas.

B. Karakteristik Fisikokimia Tepung Agar

1. Kadar Air

Kadar air pada pangan sangat menentukan lama umur simpan produk tersebut hal ini dikarenakan kandungan air merupakan media hidup mikroorganisme yang merusak mutu bahan pangan. Kadar air yang tinggi menunjukkan kapasitas tingkat kerusakan yang tinggi, baik secara biologi maupun kimiawi (Nurhadi dan Nurhasanah, 2010). Nilai kadar air tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar air tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda.

| Perlakuan | Rerata Kadar Air (bb%) |
|-----------|--------------------------|
| P1 | 3.70 ± 0.09 ^a |
| P2 | 3.78 ± 0.06 ^a |
| P3 | 4.03 ± 0.07 ^b |
| P4 | 4.18 ± 0.02 ^c |

Ket: Angka yang diikuti oleh superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0.05$), P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar. bb adalah berat basah.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kadar air pada tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa P1 berbeda nyata

dengan P3 dan P4, sementara tidak berbeda nyata dengan P2. P2 berbeda nyata dengan P3 dan P4. P3 berbeda nyata dengan P1, P2 dan P4. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu 4.18% dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 3.70%. Metode pencucian air tawar yang dilanjutkan dengan pengeringan sistem sauna menghasilkan tepung agar yang memiliki kadar air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode pengeringan langsung. Hal ini diduga dapat disebabkan oleh laju pengeringan sauna yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pengeringan langsung. Hal ini sejalan dengan penelitian Irawan (2020), yang menyatakan bahwa pengeringan dengan metode sauna memiliki nilai laju pengeringan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pengeringan matahari secara langsung. Hasil penelitian Gupta *et al.* (2011) juga menunjukkan bahwa rumput laut cenderung kehilangan air dengan cepat apabila dikeringkan dengan metode penjemuran di luar ruangan yang terkena sinar matahari secara langsung. Ali *et al.* (2015) juga menambahkan bahwa pengeringan rumput laut menggunakan metode sauna hanya menurunkan kadar air sebanyak 50% dalam 2 hari pengeringan rumput laut. Secara keseluruhan hasil uji kadar air masih memenuhi standar SNI 01-2802-2015, yaitu kadar air maksimum pada tepung agar adalah 22%.

2. Kadar Abu

Kadar abu dalam bahan pangan menunjukkan jumlah mineral yang dikandung dalam bahan pangan tersebut, menurut Winarno (2004) kadar abu adalah residu organik dari pengabuan senyawa organik, dalam proses pembakaran bahan-bahan organik terbakar akan tetapi zat anorganiknya tidak, karena itulah disebut dengan abu. Nilai kadar abu tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar abu tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda.

| Perlakuan | Rerata Kadar Abu | |
|-----------|---------------------------|--------------------------|
| | % bb | % bk |
| P1 | 5.89 ± 0.07 ^a | 6.12 ± 0.06 ^a |
| P2 | 6.07 ± 0.08 ^b | 6.31 ± 0.08 ^b |
| P3 | 6.33 ± 0.002 ^c | 6.59 ± 0.00 ^c |
| P4 | 6.51 ± 0.06 ^d | 6.80 ± 0.07 ^d |

Ket: Angka yang diikuti oleh superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0.05$), P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar. bb adalah berat basah. bk adalah berat kering.

Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kadar abu tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Uji lanjut menunjukkan bahwa setiap perlakuan pada penelitian ini saling berbeda nyata. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu 6.80% dan hasil kadar abu terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 6.12%. Menurut SNI 01-2802-2015 kadar abu tepung agar maksimal 6.5%, sehingga tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda memenuhi standar yang ditentukan kecuali perlakuan P4.

Tabel 5 menunjukkan perbedaan metode pengeringan rumput laut meningkatkan kadar abu tepung agar. Hal ini diduga faktor tempat dan metode pengeringan, berpengaruh terhadap nilai kadar abu. Warkoyo (2007) menambahkan kandungan mineral total dalam bahan pangan dapat diperkirakan sebagai kandungan abu yang merupakan residu anorganik yang tersisa setelah bahan-bahan organik terbakar habis, semakin banyak kandungan mineralnya maka kadar abu menjadi tinggi begitu juga sebaliknya apabila kandungan mineral sedikit maka kadar abu bahan juga sedikit. Tapotubun (2018) juga menambahkan kadar abu rumput laut berhubungan dengan kandungan mineral yang tinggi yang diduga berasal dari habitatnya serta salinitas tinggi. Kadar abu bahan pangan dapat dihubungkan dengan kandungan mineral pada bahan tersebut.

3. Kadar Lemak

Kadar lemak merupakan salah satu komponen dalam tubuh yang digunakan dalam berbagai proses kimiawi. Lipid berperan sebagai bahan dasar pembuatan hormon, sumber energi, sebagai komponen struktural membran sel, juga berperan dalam membantu proses pencernaan (Suwandi, 2010). Nilai kadar lemak tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar lemak tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda.

| Perlakuan | Rerata Kadar Lemak | |
|-----------|---------------------------|---------------------------|
| | % bb | % bk |
| P1 | 0.62 ± 0.001 ^a | 0.65 ± 0.002 ^a |
| P2 | 0.60 ± 0.001 ^b | 0.62 ± 0.001 ^b |
| P3 | 0.56 ± 0.001 ^c | 0.59 ± 0.001 ^c |
| P4 | 0.52 ± 0.002 ^d | 0.55 ± 0.002 ^d |

Ket: Angka yang diikuti oleh superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0.05$), P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar. bb adalah berat basah. bk adalah berat kering.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan memberikan pengaruh nyata ($p < 0.05$) pada kadar lemak tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa setiap perlakuan pada penelitian ini saling berbeda nyata. Kadar lemak tertinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu 0.65% dan kadar lemak terendah terdapat pada perlakuan P4 yaitu 0.55%.

Tabel 6 menunjukkan metode pengeringan yang berbeda memberikan hasil kadar lemak yang relatif sama dan hanya mengalami sedikit penurunan ketika dilakukan perendaman air tawar dan menggunakan metode sauna. Hal ini sejalan dengan Yuliani *et al.* (2012) yang meneliti proksimat dan kekuatan gel agar-agar dari rumput laut kering, bahwa setelah mengalami proses ekstraksi dengan perlakuan yang sama, semua sampel menunjukkan kadar lemak kasar yang tidak jauh berbeda.

Ortiz *et al.* (2006) juga menambahkan lemak rumput laut umumnya tersusun oleh poli asam lemak tak jenuh (PUFA) khususnya PUFA C18 yang merupakan asam lemak tak jenuh yang sangat dibutuhkan tubuh. Kandungan lemak rumput laut pada umumnya kurang dari 4% dan secara umum lebih rendah dari tanaman darat (Kumar *et al.* 2011).

4. Kadar Protein

Protein merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari asam-asam amino yang diikat satu sama lain dengan ikatan peptida. Atom nitrogen yang terdapat pada gugus amino merupakan karakteristik dari protein (Muchtadi, 2009). Nilai kadar protein tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar protein tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda.

| Perlakuan | Rerata Kadar Protein | |
|-----------|---------------------------|---------------------------|
| | % bb | % bk |
| P1 | 4.39 ± 0.00 ^a | 4.55 ± 0.004 ^a |
| P2 | 4.33 ± 0.001 ^b | 4.50 ± 0.004 ^b |
| P3 | 4.31 ± 0.00 ^c | 4.49 ± 0.003 ^c |
| P4 | 4.24 ± 0.002 ^d | 4.43 ± 0.001 ^d |

Ket: Angka yang diikuti oleh superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0.05$), P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar. bb adalah berat basah. bk adalah berat kering.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kadar protein tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil analisis kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu 4.55% dan hasil kadar protein terendah terdapat pada perlakuan P4 yaitu 4.33%.

Tabel 7 menunjukkan perbedaan metode pengeringan rumput laut menurunkan kadar protein tepung agar. Sama halnya dengan analisis kadar lemak, metode pengeringan yang berbeda memberikan hasil kadar protein yang relatif sama dan hanya mengalami sedikit penurunan ketika dilakukan perendaman air tawar dan

menggunakan metode sauna. Hal ini diduga pada saat penentuan kandungan protein, senyawa organik yang terdapat dalam sampel rumput laut kering yang merupakan senyawa poli akan hancur menjadi komponen mono yang lebih sederhana. Hal ini juga sejalan dengan Tapotubun (2018) yang meneliti rumput laut *Caulerpa lentillifera* dengan metode pengeringan yang berbeda, bahwa pengeringan dengan metode tidak langsung menghasilkan kadar protein *C. lentillifera* yang lebih tinggi dibandingkan pengeringan langsung dengan sinar matahari. Riansyah *et al.* (2013) juga menambahkan bahwa pengeringan secara langsung akan meningkatkan kadar protein di dalam bahan sedangkan kandungan air semakin berkurang.

5. Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama yang berperan dalam menentukan karakteristik bahan makanan seperti warna, rasa dan tekstur (Irmayanti *et al.*, 2017). Karbohidrat juga sebagai senyawa penghasil energi atau sebagai sumber energi utama bagi tubuh. Selain sebagai sumber energi karbohidrat juga berfungsi sebagai cadangan makanan dan pemberi rasa manis pada makanan (Siregar, 2014). Nilai kadar karbohidrat tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar karbohidrat tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda.

| Perlakuan | Rerata Kadar Karbohidrat | |
|-----------|---------------------------|---------------------------|
| | % bb | % bk |
| P1 | 85.40 ± 0.03 ^a | 88.68 ± 0.06 ^a |
| P2 | 85.22 ± 0.02 ^b | 88.57 ± 0.07 ^a |
| P3 | 84.76 ± 0.06 ^c | 88.33 ± 0.00 ^b |
| P4 | 84.54 ± 0.08 ^d | 88.23 ± 0.07 ^c |

Ket: Angka yang diikuti oleh superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0.05$), P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar. bb adalah berat basah. bk adalah berat kering.

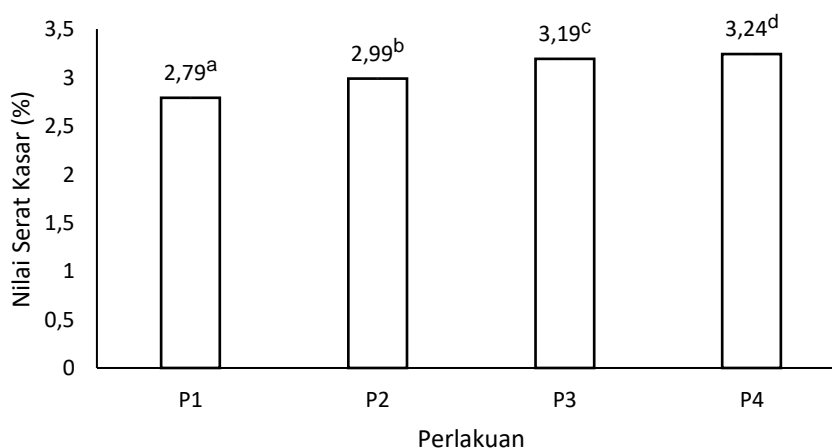
Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kadar karbohidrat tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil analisis kadar karbohidrat tertinggi terdapat

pada perlakuan P1 yaitu 88,68% dan hasil kadar karbohidrat terendah terdapat pada perlakuan P4 yaitu 88.23%.

Dalam penelitian ini, kadar karbohidrat tepung agar ditentukan dengan metode *by different*. Menurut Sugito dan Ari Haryati (2006) bahwa kadar karbohidrat dipengaruhi oleh kadar komponen gizi lain. Semakin tinggi komponen gizi lain maka kadar karbohidrat semakin rendah. Begitu pula sebaliknya semakin rendah kadar komponen gizi lain, maka kadar karbohidrat semakin tinggi. Komponen yang mempengaruhi besarnya kadar karbohidrat yang ditentukan dengan metode *by different* adalah air, abu, lemak dan protein.

6. Serat Kasar

Serat kasar merupakan *dietary fiber* dan *functional fiber* yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Tapotubun, 2018). Serat kasar (*crude fiber*) yang biasa digunakan dalam analisis proksimat bahan makanan, merupakan bagian serat makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh H_2SO_4 dan $NaOH$ pada penentuan serat kasar. Pada jumlah sedang serat kasar diperlukan untuk mempermudah kerja sistem pencernaan, absorpsi berbagai nutrisi, dan memberikan rasa (Yuliani *et al.*, 2012). Nilai serat kasar tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Nilai serat kasar tepung agar dengan perlakuan pengeringan yang berbeda. P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah

perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar.

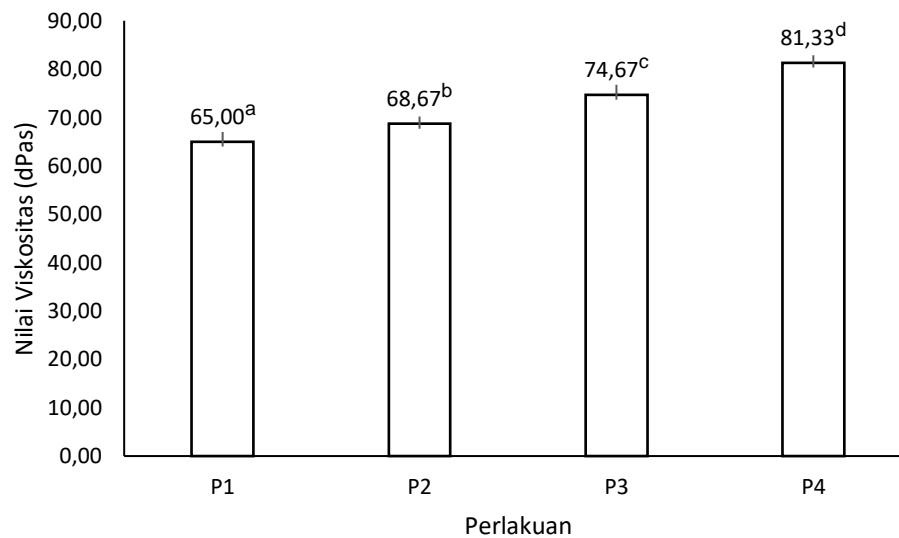
Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kadar serat kasar tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa setiap perlakuan saling berbeda nyata. Serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu 3.24% dan hasil serat kasar terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 2.79%.

Kandungan serat kasar tepung agar dengan metode pengeringan langsung di bawah sinar matahari dan metode sauna dengan atau tanpa perendaman air tawar menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda yaitu berkisar 2.79-3.24%. Hal ini diduga saat terjadi proses hidrolisis dalam asam kuat encer dan basa kuat encer, ada kandungan protein yang ikut terhidrolisis, sehingga kadar serat yang terukur menjadi lebih besar. Hidrolisis selulosa menjadi monomer-monomer yang lebih sederhana oleh NaOH pada praperlakuan saat ekstraksi, sehingga serat kasar pada tepung agar bertambah (Yuliani, 2012).

C. Karakterisasi Sifat Fisik Tepung Agar

1. Viskositas

Viskositas (kekentalan) menentukan kemudahan suatu molekul bergerak karena adanya gesekan antar lapisan material. Karenanya viskositas menunjukkan tingkat ketahanan suatu cairan untuk mengalir. Besarnya viskositas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, gaya tarik antar molekul dan ukuran serta jumlah molekul terlarut (Lubis, 2018). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik yaitu viskositas tepung agar. Pada penelitian ini menggunakan alat *Viscotester Rion VT-04F* dengan rotor nomor 1. Nilai viskositas tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Gambar 10.



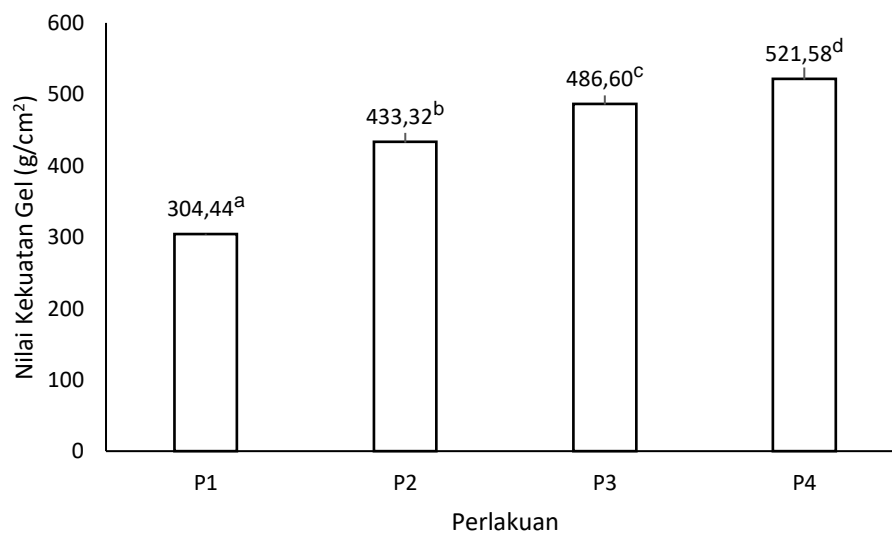
Gambar 10. Nilai viskositas tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda. P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap viskositas tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa nilai viskositas setiap perlakuan pada penelitian ini saling berbeda nyata. Viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu 81.33 dPas dan hasil viskositas terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 65.00 dPas.

Gambar 10 menunjukkan perbedaan metode pengeringan rumput laut meningkatkan viskositas tepung agar. Hal ini diduga pengeringan secara langsung di bawah sinar matahari lebih menurunkan viskositas tepung agar karena suhu pengeringan secara langsung lebih optimal dibanding dengan metode sauna. Hal ini sejalan dengan Hayyun (2021) mengatakan bahwa semakin tinggi suhu pada saat pengeringan maka semakin rendah nilai viskositasnya. Viskositas berbanding terbalik dengan suhu, semakin bertambahnya suhu maka viskositas akan semakin tinggi.

2. Kekuatan Gel

Kekuatan gel adalah gaya yang dibutuhkan untuk memecah permukaan gel dalam waktu tertentu dibagi jarak yang ditempuh dari agar. Pengukuran kekuatan gel pada agar dilakukan dengan metode KCl-Gel *Strength* menggunakan alat *texture analyzer* model TA-XT2i. Prinsipnya besar gaya yang dibutuhkan sampai permukaan gel pecah (Waluyo, 2019). Nilai kekuatan gel tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda pada penelitian ini disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Nilai kekuatan gel tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda. P1 : Pengeringan langsung di bawah sinar matahari ; P2 : Pengeringan setelah perendaman air tawar ; P3 : Pengeringan sistem sauna ; P4 : Pengeringan sistem sauna setelah perendaman air tawar.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan metode pengeringan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kekuatan gel tepung agar, sehingga dilanjutkan uji DMRT. Hasil analisis kekuatan gel tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu 228.80 g/cm² dan hasil kekuatan gel terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 165.37 g/cm². Adapun kekuatan gel berdasarkan standar agar-agar di Jepang, Gel *Strenght* kualitas 1 >350 g/cm², kualitas 2 >250 g/cm², kualitas 3 >150 g/cm² dan kualitas 4 >150 g/cm².

Gambar 11 menunjukkan perbedaan metode pengeringan rumput laut meningkatkan kekuatan gel tepung agar. Hal ini sejalan dengan Hayyun (2021) faktor

yang bisa mempengaruhi tinggi rendahnya kekuatan gel yaitu tingkat tinggi rendahnya nilai rendemen dan viskositas, karena jika nilai viskositasnya rendah maka kekuatan gelnya juga rendah. Utomo *et al.* (2006) Kekuatan gel dari agar-agar juga tergantung pada perbandingan kadar agarosa terhadap agaropektin yang terdapat dalam molekul agar-agar.

BAB V. KESIMPULAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

A. Kesimpulan

1. Karakteristik fisikokimia tepung agar dengan metode pengeringan yang berbeda didapatkan hasil rendemen (22.50-28.33%), kadar air (3.70-4.18%), kadar abu (6.12-6.80%), kadar lemak (0.55-0.65%), kadar protein (4.43-4.55%), kadar karbohidrat (88.23-88.68%), serat kasar (2.79-3.24%), viskositas (65.00-81.33 dPas) dan kekuatan gel (304.44-521.58 g/cm²).
2. Perlakuan terbaik berdasarkan kekuatan gel terdapat pada perlakuan P1 (Pengeringan langsung di bawah sinar matahari) dengan nilai 304.00 g/cm², hasil ini sesuai dengan standar mutu agar ekspor jepang yaitu termasuk pada kualitas 1 > 350 g/cm².

B. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih di sampaikan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman yang telah menjadikan anggaran penelitian sehingga kegiatan ini dapat terlaksana, terimakasih di sampaikan kepada mahasiswa yang telah ikut berpartisipasi dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar., Ruksnan dan Hastian. 2021. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Agar – Agar Terhadap Kualitas Produk Puding Labu kuning. Sultan Journal of Economic and Business. Vol 2.
- Adini S., Endang K., dan Anto B. 2015. Produksi Bioetanol Dari Rumput Laut dan Limbah Agar *Gracilaria* sp. dengan Metode Sakarifikasi Yang Berbeda. BIOMA, 16(2): 65-75.
- Ali, M, K, M., Sulaiman, J., Yasir, S, Md dan Ruslan, M, H. 2015. The Effectiveness of Sauna Technique on the Drying Period And Kinetics of Seaweed *Kappaphycus Alvarezii* Using Solar Drier. Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences.
- Almeida. 2011. Bioactivities from marine algae of the genus *Gracilaria*. J. Mol Sci. ISSN: 1422-0067. 12 : 4550-4573.
- Anggadiredja, J. T., Ahmad Zalnika, Heri Purwanto dan Sri Istini. 2006. Rumput laut. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Angkasa, W.I., Purwanto, H. & Anggadireja, J.T. 2011. Teknik Budidaya Rumput Laut. Penebar Swadaya, Jakarta.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the Assosiation of Official Analytical Chemistry. Ed ke-17. Sydney William, editor. Arlington, Virginia: AOAC.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemist. Washington DC. Benyamin Franklin Station.
- [BSN] Badan Standar Nasional. 2006. SNI 01-2354.1-2006. Penentuan kadar abu metode gravimetri total pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [BSN] Badan Standar Nasional. 2006. SNI 01-2354.3-2006. Penentuan kadar lemak total pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [BSN] Badan Standar Nasional. 2006. SNI 01-2354.4-2006. Penentuan kadar protein metode kjeldahl total pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [BSN] Standar Nasional Indonesia. 2006. SNI 01-2354.2-2006. Penentuan kadar air total pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Berliana, S., Harini, N dan Anggriani, R. 2020. Karakter Fisikokimia Agar-Agar dari Rumput Laut *Gracilaria* sp. dengan Variasi Air Kelapa dan Lama Ekstraksi. Jurnal UMM. <https://doi.org/10.22219/ftths.v3i2>.
- Drum, R. (2013). Sea vegetables for food & medicine. Well Being Journal, 3–12.

- Dwiyitno. 2011. Rumput laut sebagai serat pangan potensial *squalen*. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 6(1): 17-19.
- Francavilla, M., M. Franchi., M. Monteleone., C. Caroppo. 2013. The red seaweed *Gracilaria gracilis* as a multi product source. *Marine Drugs*. 11(10): 3754-3776.
- Ghufran, H. 2011. Kiat Sukses Budi Daya Rumput Laut di Laut dan Tambak. Andi. Yogyakarta.
- Gupta, S., Sabrina Cox, Abu-Ghannam, N. 2011. *Effect of different drying temperatures on the moisture and phytochemical constituents of edible Irish brown seaweed*. *Food Science and Technology* (44): 1266- 1272.
- Hasanah, H. 2007. Nori Imitasi dari Tepung Agar Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah *Gelidium* sp. Skripsi. Published. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor 61 hlm
- Hayyun. 2021. Literature Review : Perbandingan Rendemen, Viskositas, Kekuatan Gel Gelatin Dari Ikan Air Laut Dan Ikan Air Tawar. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Herawati. H. 2018. Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan pada Produk Pangan dan Non Pangan Bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*. 37(1): 17-25. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian.
- Irawan, I. 2020. Perbedaan Laju Pengeringan Rumput Laut Secara Langsung Di Bawah Sinar Matahari dan Sistem Sauna. Seminar Nasional Tahunan XVII. Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Mulawarman.
- Irmayanti, I., Syam, H dan Jamaluddin, P. 2017. Perubahan tekstur kerupuk berpati akibat suhu dan lama penyangraian. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 3(1): 165-174. <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/10055>.
- Istini, S dan Zatinika. 2009. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. Jakarta: Jurnal Penelitian BPPT. No XIV : 01 - 04.
- Kiliç B., Cirik S dan Turan G. 2013. *Seaweeds for food and industrial applications*. *Food Industry*. In: Muzzalupo I (ed). InTech. Doi: <http://dx.doi.org/10.5772/53172>. [21 Januari 2016].
- Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, CRK % Jha, B. 2011. Assesment of nutrien composition and antioxidant pontential of Caulerpaceae seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24: 270-278.
- Lubis, N, A. 2018. Pengaruh Kekentalan Cairan Terhadap Waktu Jatuh Benda Menggunakan Falling Ball Method. *FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*. Vol. 2. No. 2 . 2018. 26 - 32 ISSN: 2580-6661. <https://docplayer.info/166112395-Pengaruh-kekentalan-cairan-terhadap-waktu-jatuh-benda-menggunakan-falling-ball-method.html>.

- Muchtadi, D. 2009. Prinsip Teknologi Pangan Sumber Protein. Alfabeta. Bandung.
- Mulyaningrum, S.R.H., R. Daud & Badraeni. 2014. Propagasi Vegetatif Rumput Laut *Gracilaria* sp Melalui Kultur Jaringan. *J. Riset Akuakul.* 4(2): 203–214.
- Murdianingsih, Y dan Suharyana, T. 2016. Sistem penentuan kualitas agar agar tepung menggunakan metode fuzzy tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi.* STMIK Subang.
- Nurhadi, B dan Nurhasanah, S. 2010. Sifat Fisik Bahan Pangan. Bandung: Widya Padjajaran. <http://ISBN:978-602-8323-44-4>.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernandez, J & Bozzo, C. 2006. *Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds Ulva lactuca and Durvillaea antarctica.* *Food Chemistry.* 99: 98-104.
- Poncomulyo. T., Herti Maryani. dan Lusi Kristiani. 2006. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Surabaya: Agro Media Pustaka.
- Riansyah A, Supriadi A, Nopianti R. 2013. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan menggunakan metode oven. *Jurnal Fishtech.* 2(1): 53-68.
- Salamah, E., A. C. Erungan, dan Y. Retnowati. 2006. Pemanfaatan *Gracilaria* Sp. Dalam Pembuatan Permen Jelly. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan.* 9(1).
- Sani, R.N., Fithri C.N., Ria D.A., dan Jaya M.M. 2014. Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2(2):121-126.
- Sediadi, A dan Budihardjo, U. 2000. Rumput Laut Komoditas Unggulan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Grasindo
- Siregar, N, S. 2014. Karbohidrat. Universitas Negeri Medan. *Jurnal Ilmu Keolahragaan* 13 (02). 38-44.
- Stevens, P., Wijaya, I. dan Paterson, J. 1995. Modelling of Physical Properties of Gelatin: Gel Strength. *Food Australia.* 47(4): 167-172.
- Sudariastuty, E. 2011. Materi Penyuluhan Perikanan: Pengolahan Rumput Laut. PPKP.
- Sugito dan Hayati. 2006. Penambahan Daging Ikan Gabus dan Aplikasi Pembekuan Pada Pembuatan Pempek Gluten. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 8 (2): 147-151.
- Sujatmiko, W. dan Angkasa, W. I. 2009. Teknik Budidaya Rumput Laut dengan Metode Tali Panjang. Direktorat Pengkajian Ilmu Kehidupan-BPPT: Jakarta.
- Suparmi, dan Achmad Sahri. (2009). Mengenal Potensi Rumput Laut: Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Jurnal Sultan Agung* Vol. 154 (118): 95 – 116.
- Suwandi, D. 2010. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Metode Electroda-Based Biosensor dengan Metode Spektrofotometri. Fakultas

Kedokteran Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
http://repository.maranatha.edu/12330/9/1010161_Journal.pdf.

- Tapotubun, A, M. 2018. Komposisi Kimia Rumput Laut *Caulerpa Lentillifera* Dari Perairan Kei Maluku Dengan Metode Pengeringan Berbeda. JPHPI 2018, Volume 21 Nomor 1. DOI: 10.17844/jphpi.v21i1.21257.
- Utomo, B, S, B & Satriyana, N. 2006. Sifat Fisiko – Kimia Agar – agar dari Rumput Laut *Gracilaria chilensis* yang Diekstrak Dengan Jumlah Air yang Berbeda. Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. Jilid 13. Nomor 1 : 45 – 50.
- Waluyo., Permadi, A., Fanni, N, A dan Soedrijanto, A. 2019. Analisis Kualitas Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa* Di Tambak Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Jurnal Grouper. Vol 10 (1) : 32-41.
- Warkoyo. 2007. Studi Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut *Euचेuma cottonii* (Kajian Jenis Larutan Perendam dan Lama Perendaman). Jurnal Protein. 14(1): 49-56.
- Wibowo, A., Ridlo, A dan Sedjati, S. 2013. Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Alginat Rumput Laut *Turbinaria* sp. dari Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Journal Of Marine Research. Vol. 2, No. 3. Hal. 15-24.
- Winarno, F, G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yuliani, N., Maulinda, N dan Sutamihardja, RTM. 2012. Analisis Proksimat Dan Kekuatan Gel Agar – Agar Dari Rumput Laut Kering Pada Beberapa Pasar Tradisional. Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa.
- Yuniarifin, H, Bintoro VP, Suwarastuti A. 2006. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Asam Fosfat pada Proses Perendaman Tulang Sapi terhadap Rendemen, Kadar Abu dan Viskositas Gelatin. Journal Indon Trop Anim Agric. 31(1) : 55-61.