

**KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA TEPUNG INSTAN DAUN MANGROVE
JERUJU (*Acanthus ilicifolius*) TERFERMENTASI KAPANG *Aspergillus niger*
DENGAN PERLAKUAN PERBANDINGAN MALTODEKSTRIN DAN
KARAGENAN YANG BERBEDA**

SKRIPSI

Oleh :

PRADITANINGTYAS OKTAVIANI ZUBAIDI

NIM.155080307111028



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA TEPUNG INSTAN DAUN MANGROVE
JERUJU (*Acanthus ilicifolius*) TERFERMENTASI KAPANG *Aspergillus niger*
DENGAN PERLAKUAN PERBANDINGAN MALTODEKSTRIN DAN
KARAGENAN YANG BERBEDA**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana
Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**PRADITANINGTYAS OKTAVIANI ZUBAIDI
NIM.155080307111028**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA TEPUNG INSTAN DAUN MANGROVE
JERUJU (*Acanthus ilicifolius*) TERFERMENTASI KAPANG *Aspergillus niger*
DENGAN PERLAKUAN PERBANDINGAN MALTODEKSTRIN DAN
KARAGENAN YANG BERBEDA

Oleh :

PRADITANINGTYAS OKTAVIANI ZUBAIDI
NIM. 155080307111028

Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 03 Oktober 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP



Dr. Ir. M. Firdaus, MP.

NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal : 21 OCT 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Yahya, MP.

NIP. 19630706 199003 003

Tanggal : 21 OCT 2019



IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL : KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA TEPUNG INSTAN DAUN MANGROVE JERUJU (*Acanthus ilicifolius*) YANG TERFERMENTASI KAPANG *Aspergillus niger* DENGAN PERLAKUAN PERBANDINGAN MALTODEKSTIN DAN KARAGENAN YANG BERBEDA

Nama Mahasiswa : Praditaningtyas Oktaviani Zubaidi

NIM : 155080307111028

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing : Dr. Ir Yahya, MP.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

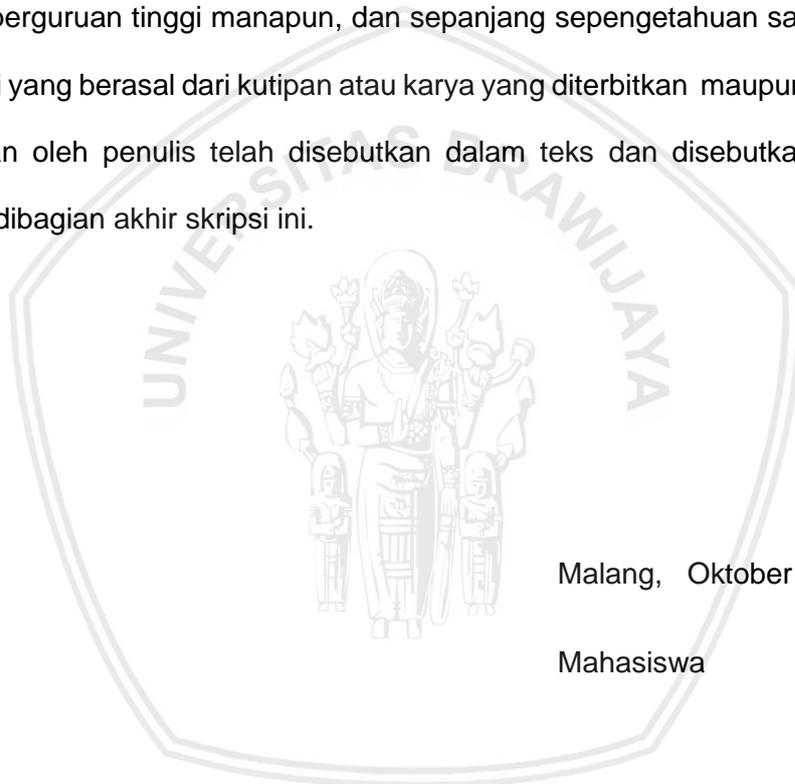
Dosen Penguji 1 : Rahmi Nurdiani, S.Pi., M.App.Sc., Ph.D

Dosen Penguji 2 : Angga Wira Perdana, S.Pi., MP.

Tanggal Ujian : 03 Oktober 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul “ Karakteristik Fisika-Kimia Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang Terfermentasi Kapang *Aspergillus niger* dengan Perlakuan Perbandingan Maltodekstin dan Karagenan yang Berbeda“ benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun, dan sepanjang sepengetahuan saya sumber informasi yang berasal dari kutipan atau karya yang diterbitkan maupun yang tidak diterbitkan oleh penulis telah disebutkan dalam teks dan disebutkan di dalam pustaka dibagian akhir skripsi ini.



Malang, Oktober 2019

Mahasiswa

Praditaningtyas O. Z

NIM. 155080307111028

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga saya selaku penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisika-Kimia Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) Terfermentasi Kapang *Aspergillus niger* dengan Perlakuan Perbandingan Maltodekstin dan Karagenan yang Berbeda“. Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, semangat, saran, dukungan, dan kritik dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung sehingga penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada

1. Allah SWT yang senangtiasa melimpahkan hidayah dan rahmatNYA kepada penulis
2. Bapak Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP selaku Ketua Jurusan MSP
3. Ibu Rahmi Nurdiani S.Pi., M.App.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi THP
4. Bapak Dr. Ir. Yahya, MP, selaku dosen pembimbing
5. Ibu Rahmi Nurdiani S.Pi., M.App.Sc., Ph.D dan Bapak Angga Wira Perdana , S.Pi., MP. Selaku dosen penguji
6. Orang Tua Tercinta yang senangtiasa memberikan dukungan, motivasi dan finansial kepada penulis
7. Tim Sebimbingan atas kebersamaan, kerja sama, semangat dan bantuan yang tak ternilai jumlahnya demi terselesaikannya skripsi ini
8. Sahabat-sahabat yang selalu ada dan saling menguatkan
9. Teman-teman THP angkatan 2015
10. Semua pihak yang telah mendukung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Malang, Oktober 2019

Mahasiswa

Praditaningtyas O. Zubaidi

155080307111028

RINGKASAN

PRADITANINGTYAS O. ZUBAIDI. Skripsi. Karakteristik Fisika-Kimia Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) Terfermentasi Kapang *Aspergillus niger* dengan Perlakuan Perbandingan Maltodekstrin dan Karagenan yang Berbeda (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP.**)

Mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak hidup di pesisir perairan Indonesia. Daun mangrove ini mengandung banyak senyawa kimia yang baik untuk tubuh seperti steroid, triterpenoid, saponin, flavonoid, alkaloid, dan tanin, namun di balik kelebihan mangrove ini memiliki kandungan serat kasar yang tinggi sehingga akan menurunkan daya cernanya. Oleh karena itu dilakukan fermentasi dengan kapang *Aspergillus niger* dan dilanjutkan proses pengeringan dengan menggunakan *spray drying* dengan ditambahkan *filler* maltodekstrin dan karagenan untuk menambah rendemen akhir dan melindungi tepung instan daun mangrove jeruju dari suhu panas *spray drying*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan terhadap karakteristik fisika kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dengan mengetahui perbandingan maltodekstrin dan karagenan terbaik yang digunakan. Penelitian berlangsung pada bulan Januari - April 2019 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan dan Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya.

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap penelitian, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan digunakan untuk mengetahui waktu fermentasi terbaik tepung daun mangrove jeruju menggunakan kapang *Aspergillus niger* dengan konsentrasi 4 % dengan waktu fermentasi 0,4,8 dan 12 hari dan hasil terbaik digunakan untuk penelitian utama. Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan terbaik yang mempengaruhi karakteristik fisika kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dengan parameter serat kasar, kadar tanin, pH, ukuran partikel, rendemen dan kadar air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang dilakukan adalah rancangan acak lengkap (RAL) sederhana dengan melakukan 3 perlakuan dan 6 kali ulangan dengan faktor perbandingan karagenan dan maltodekstrin adalah 7.5 : 2.5 ; 5 : 5 ; dan 2.5 : 7.5. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang dilakukan. Hasil ANOVA yang menunjukkan beda nyata akan dilakukan uji Duncan sebagai uji lanjut dan dilanjutkan untuk mencari perlakuan terbaik dengan metode De Garmo.

Dari penelitian ini didapatkan hasil berbeda nyata untuk semua parameter kecuali pH. Didapatkan perlakuan terbaik pada perlakuan dengan perbandingan *filler* maltodekstrin dan karagenan sebesar 2.5 : 7.5 dengan nilai hasil (NH) sebesar 0.52. Hasil di setiap parameternya yaitu tanin sebesar 1.25 mg/kg, serat kasar sebesar 5.43%, ukuran partikel 45.96 μm (termaksud golongan mikrokapsul), kadar air sebesar 5.67 %, rendemen sebesar 18.99% dan pH 5.50.



KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan laporan penelitian yang berjudul “Karakteristik Fisika-Kimia Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) Terfermentasi Kapang *Aspergillus niger* dengan Perlakuan Perbandingan Maltodekstin dan Karagenan yang Berbeda” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya di bawah bimbingan

1. Dr. Ir. Yahya, MP.

Di dalam laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi bagi semua pihak yang membutuhkan. dan bermanfaat untuk kita semua

Malang, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
IDENTITAS TIM PENGUJI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
RINGKASAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Hipotesis.....	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Waktu dan Tempat	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Mangrove	7
2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>).....	8
2.1.2. Manfaat Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>).....	10
2.1.3. Kandungan Daun mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>).....	11
2.2. Penepungan	12
2.3. Fermentasi	13
2.4. Kapang <i>Aspergillus niger</i>	16
2.5. <i>Spray Dryer</i>	18
2.6. Maltodekstrin	20
2.7. Karagenan.....	22
3. METODE PENELITIAN	24



3.1.	Materi Penelitian.....	24
3.1.1.	Bahan Penelitian	24
3.1.2.	Alat Penelitian	24
3.2.	Metode Penelitian.....	25
3.2.1.	Metode	25
3.2.2.	Variabel	26
3.3.	Prosedur Penelitian	26
3.3.1.	Penelitian Pendahuluan.....	27
3.3.2.	Penelitian Utama	31
3.4.	Prosedur Analisis Parameter Uji	31
3.4.1.	Ukuran Partikel	32
3.4.2.	Kadar Air	32
3.3.3.	Kadar Tanin.....	33
3.3.4.	Kadar Serat Kasar.....	34
3.3.5.	Rendemen.....	35
3.3.6.	pH.....	35
3.5.	Rancangan Penelitian dan Analisis Data	36
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1.	Penelitian Pendahuluan.....	39
4.2.	Penelitian Utama	42
4.2.1.	Ukuran Partikel.....	42
4.2.2.	Rendemen.....	45
4.2.3.	Kadar Air	49
4.2.4.	Kadar Tanin.....	51
4.2.5.	Kadar Serat Kasar	53
4.2.6.	pH.....	55
4.3.	Analisa Perlakuan Terbaik.....	57
5.	PENUTUP	59
5.1.	Kesimpulan.....	59
5.2.	Saran.....	59
	DAFTAR PUSTAKA.....	60
	LAMPIRAN.....	68



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>)	9
2. Koloni <i>Aspergillus niger</i>	17
3. Grafik Kurva Pertumbuhan <i>Aspergillus niger</i>	17
4. Proses <i>Spray Dryer</i>	20
5. Identifikasi Kapang secara Mikroskopis	40
6. Grafik Rerata Ukuran Partikel Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) yang Terfermentasi <i>Aspergillus niger</i>	44
7. Grafik rerata Rendemen tepung instan daun mangrove jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) yang terfermentasi <i>Aspergillus niger</i>	46
8. Grafik Rerata Kadar Air Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) yang Terfermentasi <i>Aspergillus niger</i>	49
9. Grafik Rerata Kadar Tanin Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) yang Terfermentasi <i>Aspergillus niger</i>	52
10. Grafik Rerata Kadar Serat Kasar Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) yang Terfermentasi <i>Aspergillus niger</i>	54
11. Grafik Rerata pH Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) yang Terfermentasi <i>Aspergillus niger</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Model Rancangan Percobaan Pada Penelitian Utama.....	37
2. Hasil Kadar Serat Kasar Sebelum dan sesudah Fermentasi.....	40
3. Hasil Kadar Tanin Sebelum dan sesudah Fermentasi.....	41
4. Hasil Rendemen Tiap Perlakuan	48
5. Hasil Analisa De Garmo.....	58



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Proses Identifikasi Kapang <i>Aspergillus niger</i>	68
2. Diagram Peremajaan Kapang <i>Aspergillus niger</i>	69
3. Diagram Proses Pembuatan Inokulum Kapang <i>Aspergillus niger</i>	70
4. Diagram Proses Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>)	71
5. Diagram Proses Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>)	72
6. Diagram Proses Penambahan <i>Filler</i> dalam Proses <i>Spray Drying</i>	73
7. Diagram Uji Kadar Air	74
8. Diagram Uji Serat kasar	75
9. Diagram Alir Uji Tanin	76
10. Identifikasi kapang <i>Aspergillus niger</i>	77
11. Proses Peremajaan Kapang <i>Aspergillus niger</i>	78
12. Proses Pembuatan Inokulum Kapang <i>Aspergillus niger</i>	79
13. Proses Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>).....	80
14. Proses Fermentasi Tepung Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>) dengan Kapang <i>Aspergillus niger</i>	81
15. Proses Pengeringan Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (<i>Acanthus ilicifolius</i>)	82
16. Uji Kadar Air.....	83
17. Data Hasil Pengamatan dan Analisis Keragaman Ukuran Partikel.....	84
18. Data Hasil Pengamatan dan Analisis Keragaman Rendemen.....	86
19. Data Hasil Pengamatan dan Analisis Keragaman Kadar Air	88
20. Data Hasil Pengujian dan Analisis Keragaman Tanin	90
21. Data Hasil Pengujian dan Analisis Keragaman Serat Kasar.....	92
22. Data Hasil Pengujian dan Analisis Keragaman pH.....	94



23. Perhitungan Analisis Perlakuan Terbaik (De Garmo) 96



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan mangrove yang luas dan memiliki tingkat keragaman hayati yang tinggi sehingga beberapa bagian mangrove yang tumbuh dapat dimanfaatkan. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2017, Indonesia memiliki luas hutan mangrove 3,48 juta hektar sehingga Indonesia memiliki potensi yang luar biasa dalam pengembangan hutan mangrove dengan jumlah spesies mangrove yang ditemukan tidak kurang dari 75 spesies (Fadillah, 2017). Salah satu jenis mangrove yang banyak tumbuh di Indonesia adalah mangrove jenis *Acanthus ilicifolius* atau yang lebih dikenal dengan nama lokal jeruju.

Mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) memiliki banyak kandungan senyawa kimia yang baik untuk tubuh. Hasil penelitian didapatkan bahwa mangrove jeruju kaya akan senyawa kimia berupa steroid, triterpenoid, saponin, flavonoid, alkaloid, dan tanin (Singh dan Aeri, 2013). Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa ekstrak tanaman jeruju memiliki aktifitas antioksidan, antikarsinogenik, antiosteoporotik, dan antiinflamasi (Singh *et al.*, 2009).

Hampir semua bagian dari mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dapat dimanfaatkan, salah satu bagian mangrove jeruju yang dapat dimanfaatkan adalah bagian daun. Beberapa senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun mangrove *Acanthus ilicifolius* antara lain alkaloid, tanin, flavonoid, dan saponin (Prabowo *et al.*, 2015). Secara tradisional daun mangrove jeruju dapat digunakan sebagai obat untuk penyakit diare, demam, malaria, batuk, dan mengobati luka akibat gigitan ular (Suhatri *et al.*, 2018). Daun mangrove jeruju biasanya juga bisa

digunakan sebagai pakan ternak. Menurut Handayani (2019), jeruju mengandung gugus asam amino dan senyawa flavonoid bisa meningkatkan laju pertumbuhan pada ikan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* sehingga meningkatkan daya hidup ikan.

Daun jeruju memiliki banyak manfaat, tetapi daun jeruju memiliki kelemahan berupa kandungan serat kasarnya yang sangat tinggi sebesar 44,72% (Siagian, 2018). Kadar serat kasar yang tinggi dapat menurunkan daya cerna pada proses pencernaan sehingga perlu diturunkan agar dapat dikonsumsi. Tanin merupakan senyawa kimia yang baik jika dalam jumlah yang sedikit namun kadar tanin yang tinggi dapat mempengaruhi cita rasa produk yaitu membuat produk menjadi sepat atau pahit (Fadillah, 2017). Toleransi batas kadar tanin terkondensasi dalam pakan sebesar 2-4% dari bahan kering (Kartika *et al.*, 2012). Karena beberapa kelemahan tersebut perlu adanya proses lanjutan untuk menurunkan serat kasar dan kadar tanin yang terkandung di dalam daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dan juga untuk meningkatkan daya simpan dan memudahkan penggunaan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*).

Teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kecernaan protein yaitu fermentasi (Edriani, 2011). Fermentasi merupakan salah satu proses lanjutan untuk menurunkan serat kasar yang sering digunakan karena prosesnya yang cukup mudah dan murah. Fermentasi merupakan suatu proses mengubah atau menyederhanakan suatu bahan dengan bantuan mikroorganisme untuk membuat perubahan-perubahan yang menguntungkan. Prinsip kerja fermentasi itu sendiri adalah memecah bahan yang tidak mudah dicerna seperti selulosa menjadi gula sederhana yang mudah dicerna dengan bantuan mikroorganisme. Enzim yang dihasilkan dalam proses fermentasi dapat memperbaiki nilai nutrisi, pertumbuhan, serta meningkatkan daya cerna serat kasar, protein dan nutrisi pakan lainnya (Winarn dan Farzias, 1997).

Salah satu kapang yang biasa digunakan di dalam proses fermentasi adalah kapang *Aspergillus niger*. Pemanfaatan kapang *Aspergillus niger* dalam proses fermentasi ini dirasa cocok dan sesuai dengan tujuan fermentasi, yaitu untuk menurunkan kadar serat kasar. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kapang *Aspergillus niger* mampu menurunkan serat kasar dalam suatu bahan dalam proses fermentasi, salah satunya adalah penelitian Gushairiyanto (2004), yang mendapatkan hasil fermentasi kulit umbi ketela pohon oleh *Aspergillus niger* pada dosis 0,2% selama 96 jam menurunkan serat kasar dari 32,07% menjadi 23,66%. *Aspergillus niger* digunakan karena memiliki banyak kelebihan di antaranya adalah *Aspergillus niger* mudah tumbuh dalam suasana aerob, bersifat selulolitik dan sangat cepat perkembangbiakannya (Tampoebolon, 2009).

Tepung instan dibuat untuk mempermudah dalam proses penyimpanan dan pendistribusian. Salah satu cara pembuatan tepung instan adalah dengan dikeringkan menggunakan alat *spray dryer*. Proses pengeringan adalah proses yang dilakukan untuk mengurangi kadar air sehingga jangka waktu penggunaan produk bisa lebih lama. Beberapa tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi resiko kerusakan karena kegiatan mikroba, untuk menghemat ruang penyimpanan/pengangkutan, mengurangi berat dan volume bahan dan untuk mendapatkan produk yang lebih sesuai dengan penggunaannya. Salah satu metode pengeringan untuk produk tepung instan adalah pengeringan dengan menggunakan metode *spray drying*. Keuntungan dari metode *spray drying* ini adalah waktu pengeringannya sangat singkat, sebagian besar cita, rasa, warna, dan nilai gizi bahan pangan dapat dipertahankan. Menurut Nurhayati dan Andayani (2014), teknik *spray drying* yaitu pengolahan tepung dari bahan kental dengan tambahan bahan pengisi yang disemprotkan tekanan melalui aliran udara panas lebih kurang pada suhu 65°C pada alat pengering.

Metode *spray drying* membutuhkan adanya bahan pengisi. Bahan pengisi dapat mempercepat proses pengeringan, meningkatkan total padatan, mencegah kerusakan akibat panas selama pengeringan, melapisi komponen flavor dan memperbesar volume (Mulyani *et al.*, 2014). Bahan pengisi memiliki banyak jenis, beberapa jenis bahan pengisi adalah maltodekstrin dan karagenan. Maltodekstrin adalah bahan yang sering digunakan dalam pembuatan makanan yang dikeringkan karena selain bahan pengisi, maltodekstrin memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak manis dan mudah larut dalam air (Kuntz, 1998). Sedangkan karagenan merupakan polisakarida yang diekstraksi dari beberapa rumput laut merah *Eucheuma cottoni* dan aman dikonsumsi oleh manusia. Karagenan telah banyak digunakan sebagai bahan pengikat, pengisi, pembentuk gel, dan penghasil emulsi (Tejakusuma *et al.*, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger* yang berfungsi untuk menurunkan kadar serat kasar dan tanin dari tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan penambahan bahan pengisi berupa karagenan dan maltodekstrin yang berfungsi untuk membantu dalam proses pengeringan dengan *spray dryer*.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisika-kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*.

2. Berapakah perbandingan maltodekstrin dan karagenan yang memberikan karakteristik fisika-kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* terbaik.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan terhadap karakteristik fisika-kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*.
2. Mengetahui perbandingan antara maltodekstrin dan karagenan yang memberikan karakteristik fisika-kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* terbaik.

1.4. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

H₀: Perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan tidak berpengaruh terhadap karakteristik fisika-kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*.

H₁: Perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisika-kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*.

1.5. Manfaat Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang pembuatan tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus*

ilicifolius) dan pengaruh perbandingan bahan pengisi terhadap karakteristik fisika kimia tepung instan daun mangrove yang dihasilkan.

1.6. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya mulai dari bulan Januari-April 2019



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mangrove

Menurut Sukardjo (1984), mangrove merupakan sumber daya alam yang berperan penting dalam memelihara keseimbangan antara ekosistem darat dan perairan. Dalam komunitas mangrove di Indonesia, tercatat 35 jenis tumbuhan pohon, 9 jenis terna, 5 jenis perdu, 9 jenis liana, 29 jenis epifit, dan 2 jenis tumbuhan parasit. Tidak semua jenis ini selalu terdapat di setiap komunitas mangrove. Kadang-kadang dijumpai pula beberapa jenis tumbuhan "marginal" tumbuh di komunitas mangrove.

Menurut Baran dan Hambrey (1999), ekosistem mangrove memiliki beberapa fungsi, yaitu: 1) Sebagai tempat hidup dan mencari makan berbagai jenis ikan, kepiting, udang, dan tempat ikan-ikan melakukan proses reproduksi; 2) Menyuplai bahan makanan bagi spesies-spesies di daerah estuari yang hidup di bawahnya karena mangrove menghasilkan bahan organik; 3) Sebagai pelindung lingkungan dengan melindungi erosi pantai dan ekosistemnya dari tsunami, gelombang, arus laut, dan angin topan; 4) Sebagai penghasil biomas organik dan penyerap polutan di sekitar pantai dengan penyerapan; 5) Sebagai tempat rekreasi khususnya untuk pemandangan kehidupan burung dan satwa liar lainnya; 6) Sebagai sumber bahan kayu untuk perumahan, kayu bakar, arang, dan kayu perangkap ikan; 7) Tempat penangkaran dan penangkapan bibit ikan; dan 8) Sebagai bahan obat-obatan dan alkohol.

Sebagian besar bagian dari tumbuhan mangrove bermanfaat sebagai bahan obat. Ekstrak dan bahan mentah dari mangrove telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk keperluan obat-obatan alamiah. Campuran senyawa kimia bahan alam oleh para ahli kimia dikenal sebagai *pharmacopoeia*.

Sejumlah tumbuhan mangrove dan tumbuhan asosiasinya digunakan pula sebagai bahan tradisional insektisida dan pestisida. Beberapa senyawa metabolit baru-baru ini dengan struktur kimia dan tergolong salah satu diversitas dari 'kelas-kelas kimia' telah dikarakterisasi dari tumbuhan mangrove dan tumbuhan asosiasinya. Di antara yang terbaru ditemukan adalah gugus substansi dari getah dan perekat sampai senyawa alkaloid dan saponin dan beberapa senyawa lainnya yang terkait dengan industri obat-obatan, seperti halnya: derivat *benzoquinone*, *naphthoquinone*, *naphthofurans*, flavonoid, polyfenol, *rotenone*, *flavoglican*, *sesquiterpene*, *limonoid*, minyak esensial, karbohidrat, *o-metil-inositol*, gula, iridoid glikosida, alkaloid dan asam amino bebas, feromon, forbol ester, keterosiklik oksigen, senyawa sulfur, lemak dan hidrokarbon, alkohol alipatik rantai panjang dan lemak jenuh, asam lemak bebas termasuk PUFAs (asam lemak tidak jenuh ganda). Selain itu mangrove kaya akan senyawa steroid, saponin, flavonoid dan tannin (Purnobasuki, 2004).

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)

Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) secara alami ditemukan pada lahan basah di muara sungai, sebagai vegetasi mangrove, dan tergolong tumbuhan *aquatik emergent*. *Acanthus ilicifolius* dijumpai tersebar luas pada daerah dengan masukan air tawar yang tinggi, dan jarang terendam air pasang. Ditemukan pada semua jenis tanah, terutama daerah berlumpur sepanjang tepi sungai, toleran terhadap naungan. Tumbuh pada substrat berlumpur dan berpasir di tepi daratan hutan bakau (Johannes dan Suhadiyah, 2016).

Berikut ini adalah klasifikasi mangrove jeruju menurut Singh dan Aeri (2013), adalah sebagai berikut :

Kingdom	:	Plantae
Kelas	:	Magnoliopsida
Ordo	:	Lamiales

Familia : Acanthaceace
Genus : *Acanthus*
Species : *Acanthus ilicifolius* L.



Gambar 1. Mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*)
Sumber : Dokumen pribadi

Tumbuhan berhabitus terna yang kuat, tidak lunak, batang bulat, tampak jelas buku-buku batang, tumbuh tegak atau kadang-kadang merayap, seringkali dilengkapi dengan akar nafas, berduri pada kedua sisi batang sampai setiap duri terdapat pada helaian daun, tinggi tanaman dapat mencapai 3 meter. Helaian daun tunggal, letak daun bersilang berhadapan, bentuk memanjang sampai lanset, selalu dilengkapi duri di bagian ujung helaian daun bahkan pada semua bagian tepi daun, ukuran helaian daun 9-30 x 4-12 cm, pertulangan daun menyirip, warna hijau tua, panjang tangkai daun 3-15 mm. Perbungaan berupa bunga majemuk bulir, terletak di ujung batang, setiap bagian bunga dilindungi oleh 2 buah daun pelindung (*brakteola*) tepat di bawah kelopak bunga. Kelopak bunga berjumlah 5, berlekatan, berukuran 1-1.5 cm, berwarna hijau keputihan. Mahkota bunga berjumlah 5, berlekatan membentuk tabung mahkota bunga, panjang tabung mahkota 0.5-1 cm, di bagian ujung tabung terdapat rambut-rambut halus yang mengelilingi leher tabung mahkota, ukuran mahkota bunga 3-4.5 cm (termasuk

tabung mahkota bunga), warna helaian mahkota bunga biasanya ungu dengan garis kuning di bagian tengah, jarang berwarna putih, ukuran helaian mahkota bunga 2-3.5 cm. Tangkai sari panjangnya 13-16 mm. Tangkai putik panjangnya 2-2.5 cm. Buah merupakan tipe buah kapsul, terbuka ginjal (Khaisar, 2017).

2.1.2. Manfaat Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)

Acanthus ilicifolius memiliki bunga yang indah sehingga dapat digunakan sebagai tumbuhan hias atau tumbuhan *ornamental*, selain itu digunakan sebagai *bioindikator* pencemaran. Berlimpahnya tumbuhan jeruju pada vegetasi mangrove tidak mengurangi potensinya untuk dimanfaatkan masyarakat sebagai tanaman obat maupun penghasil bahan makanan seperti kerupuk dan minuman teh (Yohannes dan Sjafaraenan, 2017).

Menurut Suhadiyah *et al.* (2016), mangrove jeruju (*Achantus ilicifolius*) mengandung banyak senyawa kimia dimana daun, akar, dan biji *Acanthus ilicifolius* mengandung saponin, flavonoid, dan polifeno. Biji mangrove ini juga mengandung *alkaloda* sehingga bagian-bagian mangrove ini dapat dimanfaatkan. Buah dapat digunakan sebagai pembersih darah serta untuk mengatasi kulit terbakar. Daun mengobati rematik. Perasan buah atau akar kadang-kadang digunakan untuk mengatasi racun gigitan ular atau terkena panah beracun. Biji konon bisa mengatasi serangan cacing dalam pencernaan. Ditambahkan oleh Purnobasuki (2004), secara empiris tanaman mangrove jeruju berkhasiat sebagai *aprodisaika* (perangsang libido), asma (buah), diuretik, hepatitis, *leprosy* (buah, daun dan akar), *neuralgia*, cacing gelang, rematik, penyakit kulit, sakit perut (kulit batang, buah dan daun), antifertilitas, tumor dan borok (resin).

Buah *ilicifolius* yang dihaluskan di dalam air dapat dipakai untuk menghentikan pendarahan yang keluar dari luka dan juga untuk mengobati luka karena gigitan ular. Daunnya digunakan sebagai obat gosok untuk menghilangkan

rasa nyeri dan menyembuhkan luka karena terkena racun. Daun yang direbus dengan kulit kayu manis dapat diminum untuk menyembuhkan perut kembung (Khusni, 2018).

Selain sebagai tumbuhan *ornamental* dan obat, *Acanthus ilicifolius* juga dapat sebagai *bioindikator* pencemaran. Jeruju termasuk jenis terpilih dari lima jenis vegetasi mangrove yang mengalami tekanan lingkungan karena peningkatan pencemaran limbah domestik, industri, *run off* pertanian, dan limbah toksik lainnya. Salah satu limbah toksik adalah logam berat dimana nilai BCF (*Bioconcentration Factor*) untuk Pb pada tumbuhan mangrove ($2,40 \pm 0,75$) lebih tinggi dari tumbuhan darat ($1,42 \pm 0,15$). Sehingga logam berat yang toksik lebih cepat terakumulasi pada tumbuhan mangrove (Irawanto *et al.*, 2015).

Acanthus ilicifolius selain sebagai tumbuhan indikator (*fitoindikator*) juga dapat digunakan dalam *monitoring* kualitas suatu lingkungan secara kuantitatif. Keuntungan *monitoring* dengan tumbuhan (*fitomonitoring*) selain dapat mengetahui kualitas lingkungan juga memberikan informasi mengenai sumber efek. Kondisi kawasan mangrove yang rusak ditunjukkan dengan dominasi jenis *Acanthus ilicifolius*, secara spasial analisis distribusi jenis dengan tingkat kerusakan mangrove berkorelasi dengan kelimpahan, kerapatan dan hadirnya *Acanthus ilicifolius* di suatu lokasi. Nilai SIMPER (*similarity percentage analysis*) *Acanthus ilicifolius* secara kumulatif adalah 90,20%. Sehingga jenis ini dapat digunakan dalam memetakan dan memantau kerusakan mangrove (Irawanto *et al.*, 2015).

2.1.3. Kandungan Daun mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)

Menurut penelitian forestryana *et al.* (2018), didapatkan hasil pengujian senyawa kimia daun jeruju menunjukkan bahwa daun jeruju mengandung tanin, alkaloid, flavanoid, karbohidrat, steroid, pati dan saponin. Prabowo *et al.* (2015),

juga menyatakan bahwa senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun mangrove *Acanthus ilicifolius* antara lain alkaloid, tanin, flavonoid, dan saponin. Manfaat tanin adalah untuk menghentikan pendarahan dan mengobati luka bakar, menghentikan *internal healing* berjalan dan tanin mampu membuat lapisan pelindung luka dan ginjal. Tanin digunakan sejak lama sebagai pengobatan cepat diare, disentri, perdarahan, dan mereduksi ukuran tumor. Berbagai virus in aktif dengan paparan tanin (Agustina *et al.*, 2014).

Ekstrak daun jeruju mengandung senyawa flavonoid, polivenol dan kumarin. Flavonoid dan polivenol tergolong senyawa yang memiliki fungsi sebagai antioksidan. Antioksidan polivenol dapat mengurangi resiko penyakit jantung dan kanker juga mengurangi resiko penyakit. Senyawa kumarin merupakan antibakteri yang dapat merusak sel dengan membentuk pori-pori dinding sel bakteri sehingga menyebabkan kematian sel (Yohannes dan Sjafaraenan, 2017).

Daun mangrove jeruju mengandung fraksi etil asetat yang mempunyai daya hambat sebagai anti bakteri (Septianie *et al.*, 2013). Selain mengandung etil asetat, daun mangrove juga memiliki kandungan lain seperti flavonoid, polifenol, dan kumarin yang berfungsi sebagai antioksidan (Sukainah *et al.*, 2017). Menurut Winarno (1997), antioksidan memiliki manfaat yang sangat baik, dimana antioksidan dapat menghancurkan radikal bebas, lebih efektif daripada vitamin E. Menurut Wahyuni *et al.* (2017), antioksidan bekerja dengan cara mencegah proses pembentukan radikal bebas, menetralsir serta memperbaiki kerusakan-kerusakan yang telah terjadi.

2.2. Penepungan

Teknologi penepungan merupakan suatu metode pengolahan yang menghasilkan produk setengah jadi dengan menghaluskan bahan padat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil sehingga mudah diaplikasikan sebagai bahan

pangan. Tepung mempunyai beberapa keunggulan, antara lain: lebih mudah dalam penyimpanan, umur simpan lebih lama, penggunaannya lebih luas, lebih mudah difortifikasi, dan lebih mudah bercampur dengan bahan lain (komposit) (Anggraini *et al.*, 2019).

Penepungan merupakan salah satu alternatif pengolahan yang memiliki beberapa manfaat, antara lain dapat memperpanjang umur simpan karena kadar air rendah, mempermudah dalam pengemasan, memperluas pemasaran serta dapat meningkatkan nilai ekonomisnya. Tepung memiliki kelebihan antara lain tahan lama, selain itu juga bisa dimanfaatkan menjadi berbagai produk makanan dan dapat juga sebagai sumber bahan alternatif untuk substitusi tepung terigu dan bahan baku industri lainnya (non pangan) (Prasetya *et al.*, 2016).

2.3. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin "*Ferfere*" yang berarti mendidihkan. Seiring perkembangan teknologi, definisi fermentasi meluas menjadi semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang disebut metabolit primer dan sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan. Pada mulanya istilah fermentasi digunakan untuk menunjukkan proses pengubahan glukosa menjadi etanol yang berlangsung secara anaerob namun, kemudian istilah fermentasi berkembang lagi menjadi seluruh perombakan senyawa organik yang dilakukan mikroorganisme (Jannah, 2010).

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen) maupun aerob. Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai tinggi, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotik, dan *biopolymer*. Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang pada hakekatnya telah lama dilakukan oleh nenek moyang kita secara tradisional

dengan produk-produknya yang sudah biasa dikonsumsi manusia sampai sekarang seperti tape, tempe, oncom, dan lain-lain (Juwita, 2012).

Fermentasi merupakan salah satu upaya dalam peningkatan kualitas bahan pakan yang telah banyak dilakukan. Proses fermentasi dilakukan dengan menambahkan starter mikroorganisme (kapang atau bakteri) yang sesuai dengan substrat dan tujuan proses fermentasi. Proses fermentasi mempunyai kelebihan berupa tidak mempunyai efek samping yang negatif, mudah dilakukan, relatif tidak membutuhkan peralatan khusus dan biaya relatif murah (Tampoebolon, 2009).

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi menurut Jannah (2010), adalah sebagai berikut :

a. Mikroba

Bila dilihat dari jenisnya, maka terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang banyak digunakan dalam proses fermentasi di antaranya adalah khamir, kapang dan bakteri, tetapi tidak semua mikroorganisme tersebut dapat digunakan secara langsung masih diperlukan seleksi untuk menjamin berlangsungnya proses fermentasi. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis substrat (bahan) yang digunakan sebagai medium, misalnya untuk menghasilkan bioetanol digunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae*, untuk mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat digunakan bakteri *Acetobacter*. Seleksi ini bertujuan untuk mendapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai toleransi tinggi terhadap konsentrasi gula yang tinggi. Sehingga dapat menghasilkan kadar bioetanol yang dikehendaki. Ragi atau fermentasi merupakan zat yang menyebabkan fermentasi. Mikroorganisme yang digunakan di dalam ragi umumnya terdiri atas berbagai bakteri dan fungi (khamir dan kapang), yaitu *Rhizopus*,

Aspergillus, *Mucor*, *Amylomyces*, *Endomycopsis*, *Saccharomyces*, *Hansenula anomala*, *Lactobacillus*, *Acetobacter*, dan sebagainya.

b. Suhu

Suhu selama proses fermentasi sangat menentukan jenis mikroorganisme dominan yang akan tumbuh. Umumnya diperlukan suhu sekitar 20-30°C untuk pertumbuhan mikroorganisme. Bila suhu kurang dari 20-30°C pertumbuhan mikroorganisme penghasil asam akan lambat sehingga dapat terjadi pertumbuhan produk.

c. Oksigen

Ketersediaan oksigen harus diatur selama proses fermentasi. Hal ini berhubungan dengan sifat mikroorganisme yang digunakan. Contoh khamir dalam pembuatan anggur dan roti biasanya membutuhkan oksigen selama proses fermentasi berlangsung, sedangkan untuk bakteri-bakteri penghasil asam tidak membutuhkan oksigen selama proses fermentasi berlangsung.

d. Pengaruh pH

Biasanya bakteri dapat tumbuh pada pH 4-8. Khamir biasanya lebih senang dalam pH 3-6, kapang 3-7 dan sel-sel kariotik yang lebih tinggi 6.5-7.5. Sebagai konsekuensinya maka pH dapat digunakan untuk menjaga agar kontaminasi minimal. Apabila fermentasi khamir pada pH 3 tidak akan terkontaminasi bakteri.

e. Kadar Gula

Gula yang ditambahkan pada hidrolisat jerami padi bertujuan untuk memperoleh kadar etanol yang lebih tinggi, tetapi bila kadar gula terlalu tinggi maka aktifitas khamir dapat terhambat. Kadar gula yang optimum untuk aktifitas pertumbuhan khamir adalah 10 sampai 18 persen.

2.4. Kapang *Aspergillus niger*

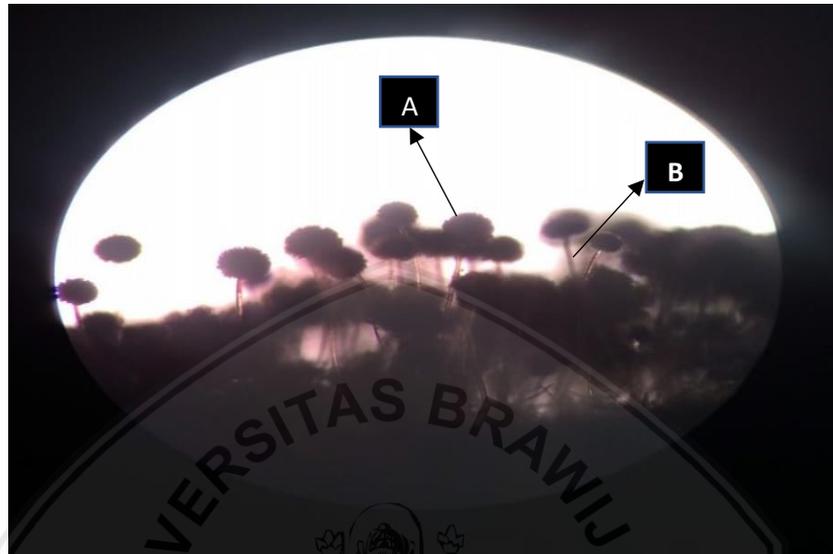
Menurut Pamungkas (2013), *Aspergillus niger* mempunyai ciri-ciri yang khas yaitu berupa benang tunggal yang di sebut hifa atau berupa kumpulan benang-benang padat yang menjadi satu yang disebut miselium. Tidak mempunyai klorofil dan hidup heterotroph, bersifat aerobik dan berkembang biak secara vegetatif dan generatif melalui pembelahan sel dan spora-spora yang dibentuk didalam askus atau kotak spora. Kapang ini tumbuh dengan baik pada suhu 30-35°C, kisaran pH yang dibutuhkan 2.8 sampai 8.8 dengan kelembaban 80-90%.

Menurut Setyabudi (2015), *Aspergillus niger* mempunyai ciri khas morfologi berupa kepala membawa konidia yang besar, padat, bulat dan berwarna hitam coklat atau ungu coklat. Kapang ini mempunyai bagian khas yaitu hifanya berseptata, spora yang bersifat seksual dan tumbuh memanjang di alas stigma, mempunyai sifat aerobik, sehingga dalam pertumbuhannya memerlukan oksigen yang cukup. *Aspergillus niger* termasuk mikroba mesofilik dengan pertumbuhan maksimum pada suhu 35-37°C, derajat keasaman untuk pertumbuhannya adalah 2.0-8.5, tetapi pertumbuhan akan lebih baik pada kondisi keasaman atau pH yang rendah.

Klasifikasi kapang *Aspergillus niger* menurut Zhao *et al.* (2009), adalah sebagai berikut

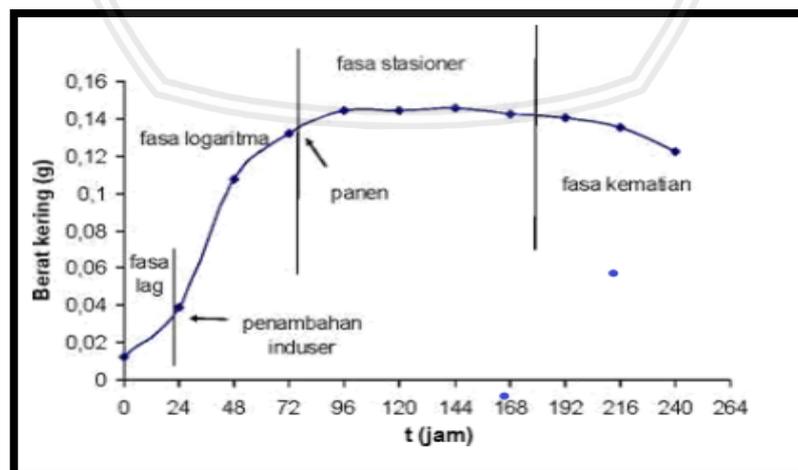
Fillum	: Ascomycota
Klas	: Eurotiomaceae
Ordo	: Eurotiales
Famili	: Trichomaceae
Genus	: <i>Aspergillus</i>
Spesies	: <i>Aspergillus niger</i>

Secara mikroskopis *Aspergillus niger* memiliki ciri-ciri yaitu memiliki konidiofor yang transparan serta konidia yang berwarna hitam kecoklatan serta sporangium yang berbentuk bulat dan berwarna hitam (Hapsari, 2014).



Gambar 2. Koloni *Aspergillus niger*. A. Kepala Konidia B. Konidiofor
Sumber : Dokumen pribadi

Menurut Mulyani *et al.* (2009), kurva pertumbuhan *Aspergillus niger* adalah kurva yang memberikan informasi mengenai fase pertumbuhan *Aspergillus niger*.



Gambar 3. Grafik kurva pertumbuhan *Aspergillus niger*
Sumber : Mulyani *et al.*, (2009)

Berdasarkan grafik, jam 0-24 adalah fase lag, *Aspergillus niger* lebih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan dan medium baru agar dapat digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Jam ke-24 merupakan awal fase logaritmik dan selama fase logaritmik sel membelah diri dengan maksimal, karena nutrisi makanan yang tersedia masih sangat banyak. Setelah jam ke-72 *Aspergillus niger* mengalami fase stasioner dan fase kematian, hal ini terjadi karena nutrisi makanan sudah mulai berkurang dan adanya metabolit-metabolit lain yang bersifat racun dapat menghambat pertumbuhan sel sehingga kecepatan pertumbuhan sel *Aspergillus niger* mulai menurun.

Aspergillus niger merupakan salah satu spesies kapang dari genus *Aspergillus* yang tidak menghasilkan mikotoksin sehingga tidak membahayakan. *A. niger* paling banyak digunakan sebagai starter dalam proses fermentasi bahan pakan limbah, karena di samping tidak membahayakan juga mudah dikembangkan. Berbagai enzim dihasilkan oleh kapang *A. niger* seperti enzim mannase, selulase dan enzim-enzim pemecah karbohidrat lainnya sehingga selama fermentasi, kapang ini mampu mendegradasi serat. Kapang ini dapat tumbuh dengan memanfaatkan urea dan campuran mineral lainnya sehingga dapat meningkatkan kadar protein kasar (Wajizah, 2015).

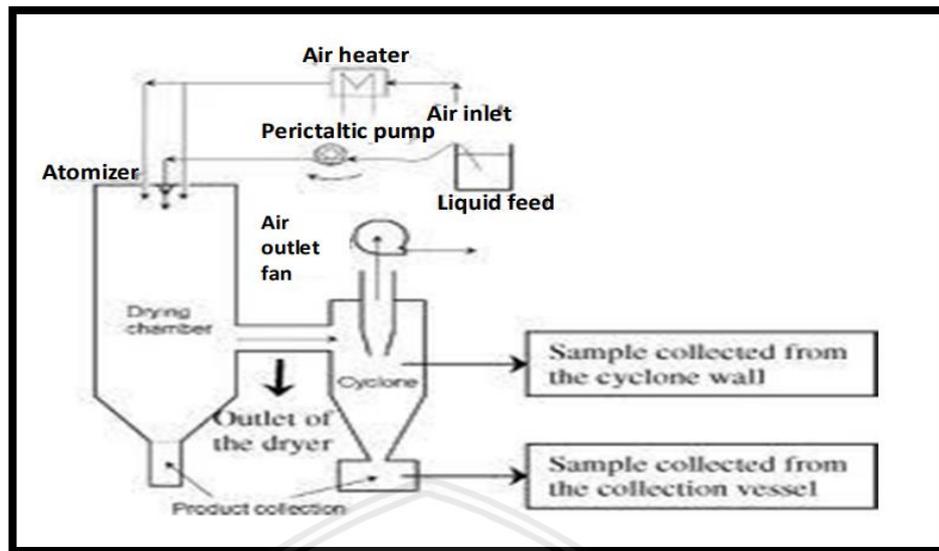
2.5. *Spray Drying*

Metode *spray drying* merupakan suatu proses pengeringan untuk mengurangi kadar air suatu bahan sehingga dihasilkan produk berupa bubuk melalui penguapan cairan. *Spray dryer* menggunakan atomisasi cairan untuk membentuk *droplet*, selanjutnya *droplet* yang terbentuk dikeringkan menggunakan udara kering dengan suhu dan tekanan yang tinggi. Bahan yang digunakan dalam pengeringan *spray drying* dapat berupa suspensi, dispersi maupun emulsi. Sementara produk akhir yang dihasilkan dapat berupa bubuk, granula maupun

aglomerat tergantung sifat fisik-kimia bahan yang akan dikeringkan, desain alat pengering dan hasil akhir produk yang diinginkan (Desai & Park, 2005).

Spray drying merupakan suatu metode pengeringan yang banyak digunakan untuk menghasilkan partikel halus berupa serbuk atau kristal dengan cara mendispersikan larutan ke dalam udara panas dalam bentuk *droplet*. *Droplet* dapat meningkatkan luas permukaan kontak antara fluida dengan udara pengering, yang mengakibatkan meningkatnya laju pengeringan. Pembentukan *droplet* pada proses *spray drying* dapat dilakukan dengan menggunakan tiga macam *atomizer* yaitu *nozzle* bertekanan tinggi, *nozzle* dengan dua fluida, dan piringan putar berkecepatan tinggi. Proses *spray drying* melibatkan tiga unit proses yang *fundamental* yaitu atomisasi larutan, pencampuran gas-*droplet*, dan pengeringan *droplet*. Atomisasi larutan merupakan proses pembentukan larutan menjadi tetesan kecil atau *droplet*, ukuran *droplet* bisa mencapai 2 μm . *Droplet* kemudian kontak dengan udara panas pada unit proses pencampuran gas-*droplet*. Udara panas menguapkan kandungan air dalam *droplet* sehingga dihasilkan *droplet* kering yang berbentuk partikel halus (Pinalia, 2014).

Prinsip dasar *spray drying* adalah memperluas permukaan cairan yang akan dikeringkan dengan cara pembentukan *droplet* yang selanjutnya dikontakkan dengan udara pengering yang panas. Udara panas akan memberikan energi untuk proses penguapan dan menyerap uap air yang keluar dari bahan. Bahan (cairan) yang akan dikeringkan dilewatkan pada suatu *nozzle* (saringan bertekanan) sehingga keluar dalam bentuk butiran (*droplet*) yang sangat halus. Butiran ini selanjutnya masuk ke dalam ruang pengering yang dilewati oleh aliran udara panas. Hasil pengeringan berupa bubuk akan berkumpul di bagian bawah ruang pengering yang selanjutnya dialirkan ke bak penampung. Bentuk khas partikel *spray dryer* adalah bulat, dengan rata-rata kisaran ukuran 10-100 μm (Zulmi, 2015).



Gambar 4. Proses *spray drying*
Sumber : Zulmi (2015)

Kualitas dan efisiensi proses *spray drying* tergantung pada beberapa parameter diantaranya adalah distribusi ukuran *droplet*, pola aliran udara di dalam kolom ruang udara, temperatur masuk, laju alir umpan, dan laju alir udara pengering (Nielsen, 2010).

2.6 Maltodekstrin

Menurut Ramadhani (2016), pengolahan minuman serbuk membutuhkan adanya bahan pengisi (*filler*) dan bahan pembusa (*foaming agent*). Bahan pengisi dapat mempercepat proses pengeringan, meningkatkan total padatan, mencegah kerusakan akibat panas selama pengeringan, melapisi komponen *flavor* dan memperbesar volume. Bahan pengisi berfungsi untuk untuk melapisi komponen-komponen *flavor*, meningkatkan jumlah total padatan, memperbesar volume, mempercepat proses pengeringan dan mencegah kerusakan bahan akibat panas (Wulansari *et al.*, 2012).

Salah satu bahan pengisi yang baik adalah maltodekstrin. Maltodekstrin ($C_6H_{12}O_5$) memiliki berat molekul rata-rata kurang lebih 1800 untuk DE (*Dextrose Equivalent*). Berat molekul ini jauh lebih kecil dari pada pati alami yang memiliki

berat molekul sekitar 2 juta. Maltodekstrin dapat digunakan pada makanan karena memiliki sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami proses dispersi yang cepat, memiliki daya larut yang tinggi, mampu membentuk lapisan, memiliki sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk lembaran, sifat *browning* rendah, mampu menghambat kristalisasi, dan memiliki daya ikat yang kuat. Penambahan maltodekstrin pada bahan makanan tidak akan meningkatkan kemanisan karena kalorinya yang rendah yaitu 1 kkal/gram. Pada proses hidrolisis rantai amilosa dan amilo pektin akan diputus oleh enzim α -amilase yang menghasilkan gula pereduksi bebas yang kemudian dinyatakan sebagai DE (*Dextrose Equivalent*) pada pembuatan maltodekstrin (Herlinawarti, 2016).

Bahan pengisi yang sering digunakan adalah maltodekstrin. Sifat-sifat maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi, membentuk sifat higroskopis yang rendah, sifat *browning* (kecoklatan) yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Ramadhani, 2016).

Dalam pengeringan bahan cair, bahan pengisi diperlukan untuk menambah jumlah total padatan terlarut sehingga rendemen yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan apabila tidak ditambahkan bahan pengisi. Bahan pengisi ditambahkan pada konsentrasi yang tidak mengubah rasa maupun *flavor* dari bahan yang dikeringkan. Peningkatan padatan terlarut ini dapat terjadi karena adanya ikatan yang hakekatnya terbentuk melalui mengerasnya bahan pengikat (granulat bahan pengikat) dan juga melalui kristalisasi senyawa dalam kelompok butiran. Proses pengikatan tergantung dari banyak faktor, misalnya kecepatan kristalisasi dan struktur kristal. Selain itu, melalui pengeringan secara cepat (suhu tinggi) akan dihasilkan kekompakan granulat yang tinggi. Peningkatan padatan terlarut dapat juga terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi dalam bahan

pengikat yang tidak bergerak bebas. Bahan pengikat kekentalan tinggi bisa bekerja baik melalui gaya adhesi pada batas antar permukaan padat atau cair maupun melalui gaya kohesi dalam bahan pengikat (Herlinawati, 2016).

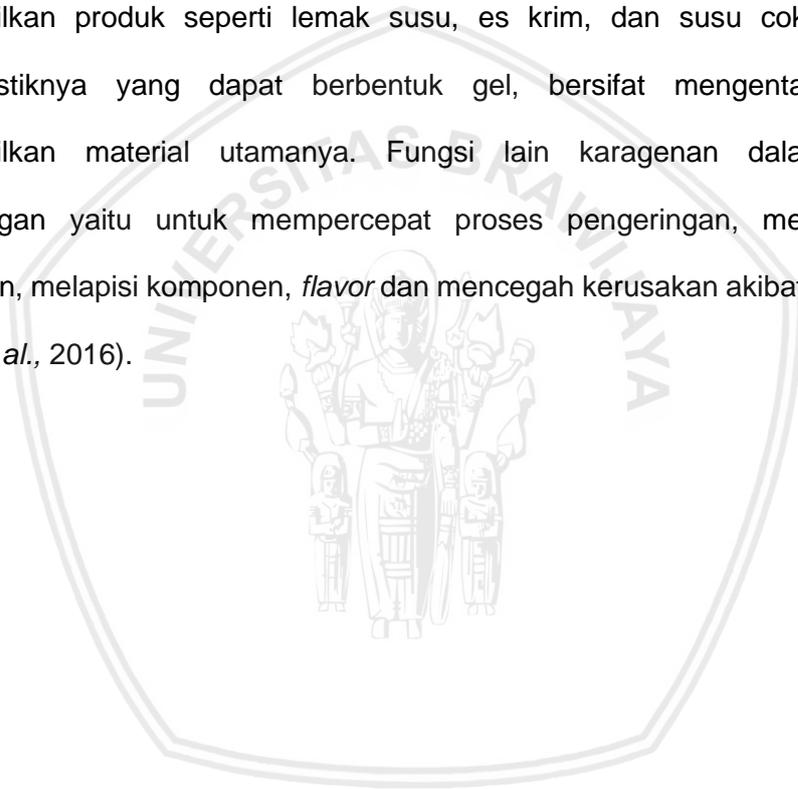
2.7. Karagenan

Karagenan merupakan polisakarida yang terdiri dari asam galakturonat, dan dapat dipergunakan sebagai *stabilizer* pada industri coklat dan hasil produk susu. Karagenan adalah hidrokoloid yang mengandung sulfat tinggi. Karagenan dapat dipisahkan dari beberapa jenis rumput laut merah menjadi 2 fraksi, yaitu yang diperkirakan mengandung 40% kappa-karagenan dan lainnya kurang lebih mengandung 60% lambda-karagenan adalah 24-33%, dan perlakuan ekstraksi yang dilakukan berbeda terhadap kedua fraksi diatas. Fraksi kappa-karagenan diekstrak dengan air panas dan lambda-karagenan diekstrak dengan air dingin (Misnawati, 2015).

Karagenan adalah salah satu hasil olahan rumput laut. Karagenan dari jenis *Eucheuma* mempunyai susunan senyawa yang kompleks dari polisakarida yaitu terdiri atas sejumlah unit galaktosa dan 3,6 anhydrogalaktosa, baik yang mengandung sulfat atau tidak dengan ikatan α 1,3-D galaktosa serta β 1,4-3,6 anhydrogalaktosa secara bergantian. Karagenan terpilih menjadi bahan pengisi karena kemampuannya dalam membentuk gel. Spesies *Eucheuma cottonii* penghasil kappa-karagenan yang mempunyai sifat gel kokoh, kuat akan tetapi mudah sineresis (Firdaus *et al.*, 2014).

Pembuatan *yogurt powder* membutuhkan bahan pengisi untuk mencegah terjadinya kerusakan mikroba pada saat proses pengeringan. Bahan pengisi yang dimaksud adalah karagenan. Karagenan sangat berperan pada bidang pangan dan tergolong bahan yang dapat digunakan sebagai *emulsifier* sehingga dapat digunakan untuk mempercepat proses kelarutan. Karagenan dalam industri

pangan digunakan untuk membuat gel dan untuk menstabilkan produk seperti lemak susu, es krim. Pembuatan *yogurt powder* membutuhkan bahan pengisi untuk mencegah terjadinya kerusakan mikroba pada saat proses pengeringan. Bahan pengisi yang di maksud adalah karagenan. Karagenan sangat berperan pada bidang pangan dan tergolong bahan yang dapat digunakan sebagai *emulsifier* sehingga dapat digunakan untuk mempercepat proses kelarutan. Karagenan dalam industri pangan digunakan untuk membuat gel dan untuk menstabilkan produk seperti lemak susu, es krim, dan susu coklat karena karakteristiknya yang dapat berbentuk gel, bersifat mengentalkan, dan menstabilkan material utamanya. Fungsi lain karagenan dalam proses pengeringan yaitu untuk mempercepat proses pengeringan, meningkatkan rendemen, melapisi komponen, *flavor* dan mencegah kerusakan akibat panas (Al-Baari *et al.*, 2016).



3. METODE PENELITIAN

3.1. Materi Penelitian

Materi penelitian terdiri dari bahan-bahan dan peralatan yang digunakan dalam sebuah penelitian. Bahan-bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari bahan utama, bahan dalam proses fermentasi, enkapsulasi, dan analisis kimia dan juga bahan pendukung lainnya. Bahan utama berupa daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang didapatkan dari hutan mangrove di kota Probolinggo. Bahan dalam proses fermentasi, enkapsulasi dan analisis kimia terdiri atas kapang *Aspergillus niger* yang didapatkan dari Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, karagenan, maltodekstrin, akuades, alkohol 95%, kentang, *dextrose*, *antifoam agent*, asbes, H_2SO_4 , molase, NaOH, K_2SO_4 , $KMnO_4$ standar, asam oksalat 0.1 N, larutan gelatin, larutan NaCl, dan larutan indigo. Dan untuk bahan pendukung lainnya terdiri atas, *plastic wrap*, tisu, *alumunium foil*, kertas koran dan kertas saring.

3.1.2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian terdiri atas alat untuk fermentasi daun mangrove, enkapsulasi daun mangrove, dan analisis kimia. Alat yang digunakan untuk fermentasi daun mangrove terdiri atas kompor, panci, erlenmeyer 50 ml, pipet tetes, pipet volume, ayakan 100 *mesh*, *coolbox*, bohlam 5 watt, *standing pouch* 15x10 cm dan bola hisap. Alat-alat yang digunakan dalam proses enkapsulasi terdiri atas erlenmeyer 1000 ml, botol air mineral 1,5 liter, *spray dryer*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, gelas ukur, timbangan digital. Dan alat-alat yang

digunakan untuk analisis kimia terdiri atas pH meter, thermometer, *object glass*, mikroskop cahaya binokuler, oven, desikator, timbangan analitik, *washing bottle*, loyang, spatula *spektrofotometer uv-vis*, buret, plat pemanas, kertas saring, labu takar, dan pendingin balik.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan di dalam dua hal yaitu sebagai berikut :

3.2.1. Metode

Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Jaedun (2011), penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian *treatment*/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati/diukur dampaknya (data yang akan datang). Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan *treatment*/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan sesuatu kejadian/keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya. Ditambahkan oleh Mustari dan Rahman (2012), kajian eksperimental yang dirancang dengan baik dapat menunjukkan apakah perlakuan (perubahan atas variable bebas yang disengaja) membawa perubahan kepada variable bersandar, dengan memastikan semua keadaan yang lain tetap sama. Dalam studi eksperimental, perbandingan dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan setelah perlakuan diberikan kepada kelompok kontrol.

Pada metode penelitian eksperimen ini adalah proses pembuatan tepung daun mangrove jeruju yang kemudian difermentasikan dengan kapang *Aspergillus niger* selama 12 hari. Penelitian selanjutnya adalah proses pengeringan tepung mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi dengan *spray dryer* dengan

diberikan bahan pengisi karagenan dan maltodekstrin dengan perbandingan yang berbeda sehingga didapatkan perbandingan pengisi terbaik terhadap kualitas tepung instan mangrove jeruju terfermentasi. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan pengaruh perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan dari tepung instan daun mangrove jeruju terfermentasi *Aspergillus niger* dan ditambahkan maltodekstrin dan karagenan dengan data yang diperoleh dari kadar air, ukuran partikel, kadar serat kasar, kadar tanin, pH, dengan penjabaran alasan melalui beberapa studi kepustakaan.

3.2.2. Variabel

Menurut Sriwidodo dan Haryono (2010), variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel lain. Sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain atau berdasarkan pernyataan Wahyuni (2015), variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas.

Variabel bebas dari penelitian ini adalah perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah karakteristik fisika kimia tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*.

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan di dalam penelitian dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

3.3.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan adalah penelitian yang dilakukan sebelum penelitian utama. Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah menentukan waktu optimal dalam proses fermentasi tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger* dengan konsentrasi 4% yang dapat digunakan untuk penelitian utama. Waktu fermentasi yang digunakan dalam penelitian pendahuluan adalah 0 hari (kontrol), 4 hari, 8 hari dan 12 hari. Hal pertama yang dilakukan adalah analisa kandungan tanin dan kandungan serat kasar pada daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) segar kemudian dilakukan pembuatan tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) serta melakukan analisa kandungan tanin dan serat kasar untuk melihat kandungan tanin dan serat kasar terendah (terbaik). Selanjutnya adalah penentuan waktu fermentasi terbaik yang akan digunakan untuk penelitian utama. Langkah-langkah penelitian pendahuluan meliputi beberapa tahap yaitu sebagai berikut :

3.3.1.1. Prosedur Identifikasi Kapang *Aspergillus niger* (Herman, 2017)

Prosedur identifikasi kapang *Aspergillus niger* dilakukan secara mikroskopis dengan membuat *slide culture* yang meliputi pengamatan terhadap bentuk hifa, bentuk dan ukuran konidia. Tahap pembuatan *slide culture* yaitu sebagai berikut pertama disiapkan cawan petri steril yang di dalamnya diberi kertas saring steril yang dipotong bundar dan telah dilembabkan dengan menggunakan aquades steril untuk menjaga kelembaban kultur dalam cawan petri. Pada cawan petri tersebut disimpan batang penahan berbentuk segitiga. Diletakkan sebuah *object glass* steril di atas penahan segitiga. Di atas *object glass* tersebut diletakkan sejumlah kecil koloni jamur yang diambil pada medium PDA (ukuran kurang lebih 0,3 cm) dan ditutup dengan *cover glass*. Setelah diinkubasi selama 24-72 jam pada suhu kamar, *slide culture* dapat dilihat menggunakan

mikroskop pada pembesaran rendah sampai tinggi lalu diidentifikasi. Pembuatan media PDA dilakukan dengan cara menimbang PDA sebanyak 1.56 gram dengan timbangan digital yang mempunyai tingkat ketelitian 10^{-1} dan masukan kedalam erlenmeyer 250 ml lalu ditambahkan 40 ml aquades dan di homogenkan. Setelah itu erlenmeyer ditutup dengan kapas dan *plastic wrap* lalu di rebus selama 15 menit. Langkah selanjutnya media di sterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Berikutnya tuangkan media ke dalam cawan petri dan diamkan hingga mengeras.

3.3.1.2. **Prosedur Peremajaan Kapang *Aspergillus niger* (Mozen, 2015)**

Peremajaan kapang *Aspergillus niger* dilakukan untuk memperbanyak jumlah biakan kapang sehingga bisa digunakan sebagai starter dalam proses fermentasi tepung daun mangrove. Proses peremajaan kapang dilakukan pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Peremajaan pada agar miring PDA ini dilakukan untuk memperbanyak jumlah kapang *Aspergillus niger* dan mempermudah dalam penyimpanan kapang atau digunakan sebagai kultur stok dan kultur yang akan digunakan untuk penelitian. Langkah pertama yang dilakukan adalah pembuatan media PDA adalah 0,78 gram media PDA ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Lalu dilarutkan ke dalam 20 ml aquades dan dihomogenkan. Selanjutnya erlenmeyer ditutup dengan kapas dan *plastic wrap* lalu direbus selama 15 menit. Berikutnya media akan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Kemudian tuangkan media pada tabung reaksi yang sudah disterilisasi dan miringkan tabung untuk mendapatkan agar miring PDA. Setelah media mengeras diambil kapang standar dengan menggunakan jarum ose yang telah dipijarkan dengan api dengan cara dikerik. Lalu fungi yang sudah diambil ditanam dengan

menggoreskannya secara zig-zag pada media agar miring kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu 27 °C.

3.3.1.3. Pembuatan Inokulum Kapang *Aspergillus niger* (Wati,2009)

Pembuatan inokulum kapang *Aspergillus niger* pada media PDB dilakukan untuk mempermudah dalam proses fermentasi, hal ini disebabkan karena dengan bentuk campuran media dan kapang yang cair dianggap lebih mempermudah dalam proses pencampuran dengan bahan lainnya saat fermentasi. Proses peremajaan kapang *Aspergillus niger* pada media PDB dilakukan berdasarkan perlakuan Wati (2009) yang telah dimodifikasi. Langkah pertama dalam pembuatan media PDB adalah kupas kentang, lalu potong berbentuk dadu dan timbang sebanyak 200 gram. Selanjutnya rebus kentang dengan 1000 ml aquades selama 10 menit. Kemudian disaring dengan menggunakan saringan untuk memisahkan kentang dan air rebusan. Air rebusan kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml dan di tambahkan aquades hingga 1000 ml lalu di dinginkan (hingga suhu ruang 24°C). Kemudian tambahkan *dextrose* sebanyak 20 gram lalu tutup erlenmeyer dengan kapas dan *plastic wrap*. Langkah berikutnya adalah media disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Setelah proses sterilisasi media didinginkan hingga suhu kamar lalu diinokulasi dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger* sebanyak 1-2 ose lalu dihomogenkan dan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 27°C.

3.3.1.4. Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)

Pembuatan tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dilakukan berdasarkan penelitian Jayadi *et al.* (2018), yang sudah dimodifikasi. Langkah awal pembuatan tepung dengan menyiapkan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang didapatkan dari hutan mangrove di kota Probolinggo.

Langkah selanjutnya adalah memisahkan daun mangrove dari batangnya lalu dicuci dan dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel di permukaan daun lalu ditiriskan untuk mengurangi air. Setelah proses pencucian, langkah berikutnya adalah daun mangrove dioven di dalam oven pengering dengan suhu 50°C selama 5 hari. Daun mangrove yang sudah kering kemudian digiling dengan menggunakan mesin penggiling hingga menjadi serbuk yang kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 100 *mesh* dan didapatkan tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan ukuran yang seragam.

3.3.1.5. Fermentasi Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan Kapang *Aspergillus niger*

Pada proses fermentasi daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan kapang *Aspergillus niger* menurut penelitian Sari dan Purwadaria (2004), yang telah dimodifikasi. Langkah yang dilakukan pertama kali adalah menyiapkan tepung daun mangrove jeruju sebanyak 100 gram yang sudah ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Lalu dimasukkan ke dalam *standing pouch* steril yang telah disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C dan tekanan 1 atm kemudian ditambahkan aquades dengan perbandingan aquades dan tepung adalah 1:2 atau aquades sebanyak 400 ml. Tepung kemudian dikukus selama 15 menit untuk mengurangi mikroba yang ada pada tepung lalu didinginkan. Setelah dingin kemudian tambahkan kapang *Aspergillus* sebanyak 4% atau 4 ml dan molase sebanyak 3% atau 3 ml dan aquades 2% atau 2 ml. Tutup sedikit *pouch* steril lalu masuk ke dalam *fermentor* (*coolbox* yang sudah dipasang lampu bohlam 5 watt untuk mempertahankan suhu) dan difermentasi selama 0 hari, 4 hari, 8 hari dan 12 hari untuk melihat waktu terbaik fermentasi daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*).

3.3.2. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan terhadap karakteristik fisika kimia tepung daun mangrove jeruju instan. Proses penambahan *filler* maltodekstrin dan karagenan dilakukan dengan metode yang sesuai dengan penelitian Antares *et al.*, (2017) yang dimodifikasi yaitu pertama-tama yang dilakukan adalah tepung mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang telah terfermentasi kapang *Aspergillus niger* ditimbang sebanyak 50 gram lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml dan ditambahkan 450 ml aquades. Langkah berikutnya adalah dihomogenkan dengan *magnetic stirer* 15 menit dengan kecepatan 1000 rpm. Lalu disiapkan karagenan dan maltodekstrin sebanyak 10% dari total tepung dengan perbandingan maltodekstrin dan karagenan 7.5:2.5 (3.75 gram:1.25 gram), 5:5 (2.5 gram:2,5 gram) dan 2.5:7.5 (1.25 gram:3.75 gram). setiap perbandingan karagenan dan maltodekstrin dilarutkan dengan 50 ml air lalu dihomogenkan dengan *magnetic stirer* selama 5 menit dengan kecepatan 1000 rpm untuk mempermudah kelarutan lalu dicampurkan dengan larutan tepung untuk kemudian dihomogenkan lagi selama 30 menit dengan menggunakan *magnetic stirer* dengan kecepatan 1000 rpm. Setelah semua bahan tercampur langkah selanjutnya adalah dikeringkan dengan *spray dryer* pada suhu 100°C selama 15 menit sehingga didapatkan hasil tepung daun mangrove jeruju instan yang kemudian akan dianalisa parameter kimia dan fisiknya.

3.4. Prosedur Analisis Parameter Uji

Parameter uji yang dianalisis pada penelitian ini meliputi uji ukuran partikel, uji kadar air, kadar tanin, kadar serat kasar, rendemen dan pH

3.4.1. Ukuran Partikel (Mariyana, 2012)

Analisa ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya binokuler. Langkah–langkah menggunakan mikroskop adalah sebagai berikut: Pertama-tama adalah meletakkan mikroskop pada meja yang sesuai, untuk memudahkan pengamatan melalui tabung. Mengatur pencahayaan dengan mengarahkan bagian cermin pada mikroskop pada datangnya sumber cahaya menggunakan lensa objektif terendah untuk dapat melihat objek preparat. Meletakkan *objek glass* beserta sediaan yang telah ditutup dengan *cover glass* pada meja objek. Menjepitkan *object glass* dengan penjepit yang terletak di atas meja objek, sambil melihat dari samping, turunkan lensa objektif secara perlahan dengan menggunakan pengatur kasar (makrometer) hingga jarak lensa objektif dengan preparat yang akan diamati 5 mm. Lakukan hal tersebut hingga preparat terlihat jelas. Gunakanlah pemutar halus (mikrometer) dengan menaik turunkan lensa objektif agar tepat pada fokus lensa sehingga preparat terlihat lebih jelas, mendapatkan perbesaran yang lebih kuat, ubahlah lensa objektif dengan mengatur revolver, usahakan agar preparat tidak bergeser.

3.4.2. Kadar Air (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Pengukuran kadar air pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) menggunakan metode pengeringan oven menurut Sudarmadji *et al.* (1997) yang sudah dimodifikasi adalah pertama-tama siapkan kertas saring dengan ukuran 4x4 cm yang sudah diberi kode sesuai sampel dikeringkan dengan oven dengan suhu 100–105°C selama ± 1 jam. Setelah dioven kertas saring kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit, kedua hal ini dilakukan untuk meminimalkan hingga menghilangkan kadar air pada kertas saring. Kemudian timbang sampel sebanyak 1 gram dan letakan pada kertas saring yang sudah dioven dan ditimbang. Sampel kemudian dikeringkan dengan

oven pada suhu 100-105 ° C selama ± 5 jam. Setelah sampel dioven, sampel kemudian dimasukkan kedalam desikator semalam ± 15 menit, dilanjutkan dengan penimbangan akhir. Lalu dimasukkan kedalam rumus penentuan kadar air

$$\text{Kadar Air} = \frac{(b. \text{kertas} + b. \text{sampel}) - (b. \text{cawan} + b. \text{sampel setelah di oven})}{b. \text{sampel}} \times 100 \%$$

3.3.3. Kadar Tanin (Ryanata *et al.*, 2014)

Pengukuran kadar tanin tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) menggunakan metode permanganometri berdasarkan penelitian Ryanata *et al.* (2014), adalah pertama-tama yang dilakukan adalah melakukan pembakuan larutan baku primer asam osalat ditimbang dalam botol timbang. Asam oksalat 2H₂O sebanyak 0,693 gram, dilarutkan dengan aqua demineralisata secukupnya. Dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, lalu di tambahkan aqua demineralisata sampai batas pada labu ukur. Dihitung N asam oksalat 2H₂O. Langkah berikutnya adalah penetapan kadar tanin dengan KMnO₄ standar. Langkah awalnya adalah rebus 5 gram sampel selama 30 menit dalam 400 ml aquades lalu dinginkan. Setelah dingin kemudian dipindahkan pada labu takar 500 ml lalu encerkan sampai batas labu takar dengan aquades. Kemudian pipet larutan sebanyak 10 ml dan saring. Jika fitrat tidak jernih tambahkan 25 ml larutan indigo dan 750 ml aquades. Kemudian tempatkan di atas *magnetic stirrer* dan titrasi dengan larutan KMnO₄ standar sampai cairan berwarna kuning muda atau merah muda pada permukaannya dan catat volume larutan KMnO₄ (a). Pipet sebanyak 100 ml larutan sampel yang sudah disaring kemudian tambahkan 50 ml larutan gelatin, 100 ml NaCl asam dan 10 gram bubuk kaolin. Kocok campuran selama beberapa menit kemudian biarkan menguap dan saring dengan menggunakan

kertas saring. Langkah selanjutnya adalah ambil filtrat sebanyak 25 ml, lalu tambahkan 25 ml larutan indigo serta 750 ml aquades. Titrasi campuran ini dengan larutan KMnO_4 standar sampai titik akhir bewarna kuning muda atau merah muda pada permukaan campuran. Kemudian catat volume larutan KMnO_4 yang digunakan (b) lalu dimasukkan dalam perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Tanin (ppm)} = \frac{(b - a) \times \left(\frac{N}{25}\right) \times 0.00416 \times 100}{\text{Berat sampel (gram)}}$$

Dimana N adalah ml larutan KMnO_4 standar yang equivalent dengan 25 ml larutan asam oksalat 0,1 N (Hasil standarisasi).

3.3.4. Kadar Serat Kasar (Sudarmadji, 1997)

Pengukuran kadar serat kasar dilakukan berdasarkan penelitian Sudarmadji (1997), langkah pertama yang dilakukan adalah haluskan sampel sehingga dapat melalui saringan 1 mm dan aduk merata. Kemudian timbang 2 gram sampel kemudian ekstraksi lemak sampel dengan metode Soxhlet. Lalu pindahkan sampel yang sudah diekstrak lemaknya ke dalam erlenmeyer 600 ml tambahkan 200 ml H_2SO_4 1.25% yang panas lalu tutup dengan pendingin balik. Didihkan selama 30 menit dan kadang-kadang digoyang-goyangkan, Langkah berikutnya adalah saring melalui kertas saring, kemudian residu yang tertinggal dalam erlenmeyer dicuci dengan air mendidih. Cuci residu dalam kertas saring sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (uji dengan kertas lakmus). Kemudian pindahkan secara kuantitatif residu dari kertas saring ke dalam erlenmeyer kembali dengan spatula dan sisanya dicuci kembali dengan 200 ml larutan NaOH 1.25% mendidih, sampai semua residu masuk kedalam erlenmeyer. Didihkan dengan pendingin balik selama 30 menit sambil kadang digoyang-goyangkan. Selanjutnya saring kembali melalui kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci

dengan larutan KMnO_4 10%. Cuci lagi residu dengan air mendidih kemudian dengan alkohol 95% sebanyak 15 ml. Lalu keringkan kertas saring dan isinya pada oven 110°C sampai berat konstan (1-2 jam), dinginkan dalam desikator dan timbang. Langkah terakhir adalah memasukan hasil pada perhitungan kadar serat kasar.

$$\text{Serat Kasar \%} = \frac{\text{Berat Residu (gram)} \times 100\%}{\text{Berat Sampel (gram)}}$$

3.3.5. Rendemen (Akili *et al.*, 2012)

Pada perhitungan dan penentuan rendemen, rendemen-rendemen yang dicari adalah rendemen penepungan, rendemen tepung daun mangrove yang sudah terfermentasi, dan rendemen tepung instan daun mangrove jeruju. Cara penentuan rendemen dilakukan sesuai penelitian Akili *et al.* (2012), dengan langkah pertama adalah timbang perlakuan awal sampel sebagai perlakuan a lalu timbang perlakuan akhir atau selanjutnya pada sampel dan dianggap sebagai perlakuan b . lalu data yang didapatkan dimasukan rumus perhitungan rendemen sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat Perlakuan pertama (gram)}}{\text{berat perlakuan berikutnya (gram)}} \times 100\%$$

3.3.6. pH (SNI ,2004)

Pada pengujian kadar pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Cara menggunakan pH meter sesuai SNI (2004), langkah pertama yang dilakukan adalah mengkalibrasi pH meter dengan larutan penyangga sesuai intruksi kerja alat setiap kali akan pengukuran. Kemudian keringkan dengan kertas tisu dan

selanjutnya bilas elektroda dengan aquades. Celupkan elektorda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap lalu catat skala dan angka yang ada pada tampilan pH meter.

3.4. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Dengan perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan sebesar 7.5:2.5, 5:5 dan 2.5:7.5. Rumus rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dapat digambarkan dalam persamaan sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \pi + T_i + \sum_{ij}$$

$$I = 1, 2, \dots, t$$

$$J = 1, 2, \dots, r$$

Dimana :

Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

π = Nilai tengah umum

T_i = Pengaruh perlakuan ke -1

\sum_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

I = perlakuan (perbandingan maltodekstrin dan karagenan)

J = Ulangan (ke-6)

Rancangan penelitian dilakuan dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan. Penentuan 6 ulangan didapatkan dari rumus Ahdiyah dan Purwani (2015), yaitu $(p - 1) (r - 1) \geq 15$, dengan keterangan p adalah jumlah perlakuan dan r adalah jumlah ulangan/ aplikasi. Sehingga untuk 3 perlakuan didapatkan 6 kali ulangan. Rancangan acak lengkap merupakan jenis rancangan percobaan yang paling

seederhana. Metode ini dipilih karena satuan percobaan yang digunakan bersifat homogen. Selain itu, percobaan ini dilakukan di laboratorium sehingga faktor luar yang dapat mempengaruhi percobaan dapat dikontrol. Sesuai dengan pernyataan Siswanto *et al.* (2018), Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana jika dibandingkan dengan rancangan-rancangan lainnya. Dalam rancangan ini tidak terdapat lokal kontrol, sehingga sumber keragaman yang diamati hanya perlakuan dan galat. Ada dua hal yang perlu diperhatikan untuk RAL, yaitu semua (media percobaan dan keadaan-keadaan lingkungan lainnya) harus serba sama atau homogen kecuali perlakuannya dan penempatan perlakuan ke dalam satuan-satuan percobaan dilakukan secara acak lengkap. Penelitian ini menggunakan data statistik yaitu analisis ragam ANOVA (Analysis of Variant) dengan selang kepercayaan sebesar 95% dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 23. Model rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model rancangan percobaan pada penelitian utama

Perbandingan maltodeksrin dan Karagenan	Ulangan						Total	Rata - Rata
	1	2	3	4	5	6		
A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	AT	AR
B	B1	B2	B3	B4	B5	B6	BT	BR
C	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CT	CR

Keterangan :

- A : Tepung daun mangrove jeruju instan dengan perbandingan maltodekstrin dan karagenan (7.5:2.5) 10%
- B : Tepung daun mangrove jeruju instan dengan perbandingan maltodekstrin dan karagenan (5:5) 10%
- C : Tepung daun mangrove jeruju instan dengan perbandingan maltodekstrin dan karagenan (2.5:7.5) 10%

Langkah selanjutnya adalah membandingkan F hitung dan F tabel :

- Jika $F_{hitung} < F_{tabel\ 5\ \%}$, maka perlakuan tidak berbeda nyata
- Jika $F_{hitung} > F_{tabel\ 5\ \%}$, maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata
- Jika $F_{tabel\ 5\ \%} < F_{hitung} < F_{tabel\ 1\ \%}$, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

Jika menggunakan aplikasi SPSS maka cara melihat ada tidaknya beda nyata dilihat dari nilai signifikansi pada tabel dimana;

- Jika nilai signifikansi (sig) > 0.05 maka tidak berbeda nyata
- Jika nilai signifikansi (sig) < 0.05 maka berbeda nyata

Apabila dari hasil perhitungan didapatkan perbedaan yang nyata ($F_{hitung} > F_{tabel\ 5\ \%}$), maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 23. Setelah didapatkan semuanya kemudian akan dilakukan pemilihan perlakuan terbaik dengan menggunakan metode De Garmo. Pemilihan perlakuan terbaik berdasarkan indeks efektifitas (De Garmo), yaitu menentukan bobot untuk setiap parameter, kemudian menentukan nilai efektifitas (NE) dan nilai produk (NP), selanjutnya nilai produk pada setiap parameter dijumlah untuk mendapatkan perlakuan terbaik. Perlakuan dengan nilai produk (NP) tertinggi merupakan nilai perlakuan terbaik karena nilai tersebut diperoleh dengan mempertimbangkan semua variabel yang berperan dalam menentukan mutu produk.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

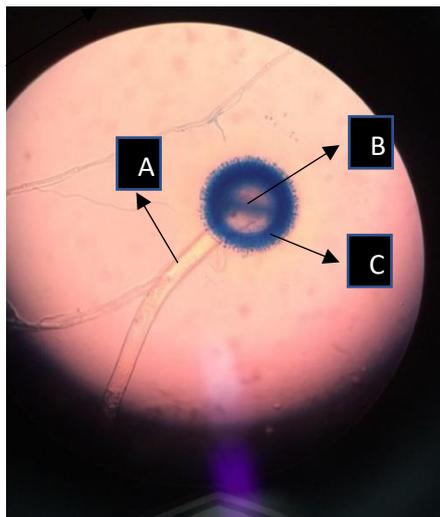
Hasil penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu hasil dari penelitian pendahuluan dan hasil dari penelitian utama

4.1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan identifikasi dan isolasi kapang *Aspergillus niger* dan pengujian serat kasar dan kadar tanin daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) sebelum dan setelah fermentasi untuk mengetahui waktu fermentasi optimal untuk dilanjutkan dalam penelitian utama. Waktu fermentasi yang digunakan dalam penelitian pendahuluan adalah 0 hari, 4 hari, 8 hari dan 12 hari dengan konsentrasi kapang *Aspergillus niger* sebanyak 4%.

4.1.1. Hasil Identifikasi dan Isolasi Kapang

Pada penelitian pendahuluan dilakukan identifikasi dan isolasi kapang untuk menentukan apakah kapang yang digunakan benar *Aspergillus niger* atau tidak. Dari hasil identifikasi dan isolasi kapang *Aspergillus niger* didapatkan biakan *Aspergillus niger* yang sesuai dengan ciri-ciri menurut Ayu *et al.* (2012), ciri-ciri kapang *Aspergillus niger* secara mikroskopis adalah menunjukkan miselium berwarna putih dan konidia berwarna coklat kehitaman, secara mikroskopis menunjukkan konidiospora bulat, berwarna coklat, hifa bercabang dan bersekat. Hasil identifikasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Identifikasi kapang *Aspergillus niger* secara mikroskopis.
 A.Konidiofora B. Kepala Konidia C.Konidia
 Sumber : Dokumentasi pribadi

4.1.2. Kadar Serat Kasar Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Hasil kadar serat kasar sebelum dan sesudah fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil kadar serat kasar sebelum dan sesudah fermentasi

Perlakuan	Serat Kasar (%)
Tanpa Fermentasi (Kontrol)	44.85
Fermentasi 0 hari	41.39
Fermentasi 4 hari	32.12
Fermentasi 8 hari	21.73
Fermentasi 12 hari	11.57

Sumber: Data diperoleh dari pengujian di Laboratorium FKM UNAIR, 2019

Berdasarkan data dari Tabel 2, dapat diketahui bahwa kadar serat kasar mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama waktu fermentasi. Sehingga pada kadar serat kasar penurunan terjadi dari 44.85% menjadi 11.57%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Zakiah dan Astuti (2016) yang mendapatkan penurunan serat kasar pada fermentasi tepung *propagule* dengan kapang

Aspergillus niger sebesar 35,92 mg/kg yang disebabkan karena tingginya aktifitas enzim yang dihasilkan oleh *A. niger* mengakibatkan tingginya aktifitas degradasi selulosa sehingga pada akhir fermentasi terjadi penurunan serat kasar dan penelitian dari Tampoebolon (2009) yang mendapatkan hasil kadar serat kasar menurun seiring dengan semakin meningkatnya lama waktu pemeraman yaitu penurunan dari 18,86% menurun hingga 12,17%, hal ini disebabkan karena peningkatan lama waktu pemeraman menyebabkan meningkatnya kesempatan *A. niger* untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi, sehingga semakin lama waktu pemeraman maka kesempatan *A. niger* untuk mendegradasi ampas sagu semakin tinggi. Dari data serat kasar tersebut maka waktu yang digunakan dalam proses fermentasi dalam penelitian utama adalah 12 hari dengan konsentrasi kapang sebanyak 4%.

4.1.3. Kadar Tanin Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Hasil kadar tanin sebelum dan sesudah fermentasi adalah sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil kadar tanin sebelum dan sesudah fermentasi

Perlakuan	Kadar Tanin (mg/kg)
Tanpa Fermentasi (Kontrol)	25.84
Fermentasi 0 hari	22.65
Fermentasi 4 hari	14.56
Fermentasi 8 hari	8.72
Fermentasi 12 hari	2,81

Sumber: Data diperoleh dari pengujian di Laboratorium FKM UNAIR, 2019

Berdasarkan data dari Tabel 3, dapat diketahui bahwa kadar tanin mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama waktu fermentasi sehingga kadar tanin mengalami penurunan dari 25.84 mg/kg menjadi 2.81 mg/kg.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pertiwi (2016), mendapatkan hasil rerata kadar tanin pada tepung sorgum setelah fermentasi dengan kapang *Aspergillus niger* sebesar 0.14% yang lebih rendah dari kadar tanin tepung sorgum kontrol atau tanpa fermentasi yaitu sebesar 0.15%. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Winarno (1983), yang menyatakan bahwa enzim tanase yang dihasilkan *Aspergillus niger* dapat melarutkan senyawa tanin yang tidak larut menjadi asam galat dan glukosa yang mudah larut kemudian ditambahkan oleh Setiarto dan Widhyastuti (2016), yang menyatakan bahwa spesies fungi yang berasal dari genus *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. dan *Penicillium* sp. dapat memproduksi enzim tanase dengan aktivitas tertinggi jika dibandingkan dengan mikroba lainnya. Proses fermentasi menghasilkan enzim tanase yang berperan menghidrolisis tanin yang terkandung dalam biji sorgum. Tanase adalah enzim yang mengkatalisis reaksi hidrolisis ikatan ester yang terdapat dalam tanin terhidrolisis dan ester asam galat.

4.2. Penelitian Utama

Dari hasil penelitian pendahuluan maka dilanjutkan ke penelitian utama yaitu untuk mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan maltodekstrin dan karagenan terhadap karakteristik tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* menggunakan metode *spray drying*. Hasil dari penelitian utama terdiri atas karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika terdiri dari ukuran partikel dan rendemen sedangkan karakteristik kimia terdiri atas kadar air, pH, serat kasar dan kadar tanin. Hasil pada penelitian utama adalah sebagai berikut :

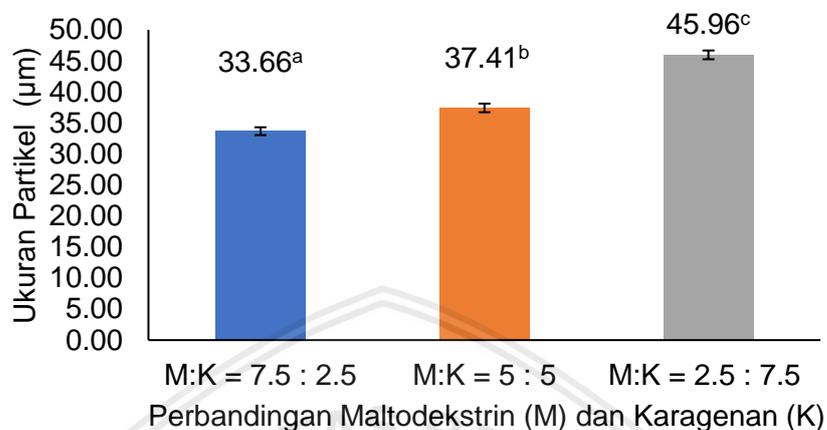
4.2.1. Ukuran Partikel

Analisa ukuran partikel berdasarkan ukuran setelah proses *spray drying* dengan menggunakan alat mikroskop cahaya dengan pembesaran 40 kali (10 μm)

menunjukkan rerata ukuran partikel tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dengan berbagai perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan yang berbeda berkisar antara 33.66 μ m sampai 45.96 μ m, sesuai dengan ukuran mikrokapsul menurut Purnamayti *et al* (2016) sebesar 0.2-5000 μ m. Ukuran partikel pada tepung instan akan mempengaruhi keberhasilan pembuatan tepung instan dengan metode *spray drying*. Dengan semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin baik. Hal ini disebabkan karena dengan semakin kecilnya ukuran partikel akan menyebabkan tepung instan daun mangrove akan semakin mudah tercampur atau dicampur pada bahan lain untuk proses lain kedepannya sebagai pengaplikasian tepung instan daun mangrove sebagai salah satu bahan tambahan atau campuran tepung dalam pembuatan produk. Menurut Wuryantoro *et al.* (2014), pengecilan ukuran sangat penting peranannya karena dengan direduksinya ukuran maka luas permukaan bahan per satuan berat menjadi luas dan kontak yang terjadi dengan pelarut akan semakin efisien.

Berdasarkan hasil pengujian ukuran partikel tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*, maka hasil analisa ANOVA yang terdapat pada perhitungan statistik taraf uji α 5% menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig) < 0.05 yang artinya tiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap ukuran partikel pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* sehingga perlu diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan. Data dan analisis ukuran partikel pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat di lampiran. Grafik yang menunjukkan rata-rata ukuran partikel pada tepung daun mangrove jeruju

(*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik rerata ukuran partikel tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi *Aspergillus niger*.

Pada Gambar 6. menunjukkan rerata ukuran partikel pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* paling besar terdapat pada perbandingan maltodekstrin dan karagenan 2.5:7.5 dibandingkan perbandingan lainnya yaitu 5 : 5 dan 7.5:2.5 yaitu memiliki rerata sebesar $45.96\mu\text{m}\pm 0.71^{\text{c}}$, sedangkan ukuran partikel pada perbandingan 5 : 5 sebesar $37.41\mu\text{m}\pm 0.69^{\text{b}}$ dan perbandingan 7.5:2.5 sebesar $33.66\mu\text{m}\pm 0.64^{\text{a}}$. Hal ini dapat dikatakan bahwa dengan perbandingan maltodekstrin dan karagenan sebesar 7.5 : 2.5 mendapatkan ukuran partikel terkecil. Dari hasil tersebut dapat diketahui dengan semakin banyak penambahan konsentrasi karagenan yang ditambahkan akan menyebabkan meningkatnya ukuran partikel tepung instan daun mangrove jeruju. Hal ini bisa dipengaruhi dengan viskositas larutan di mana semakin banyak karagenan yang ditambahkan dapat menyebabkan viskositas larutan menjadi meningkat karena karagenan memiliki viskositas yang tinggi. Menurut Wenno *et al.* (2012), viskositas pada karagenan disebabkan oleh adanya

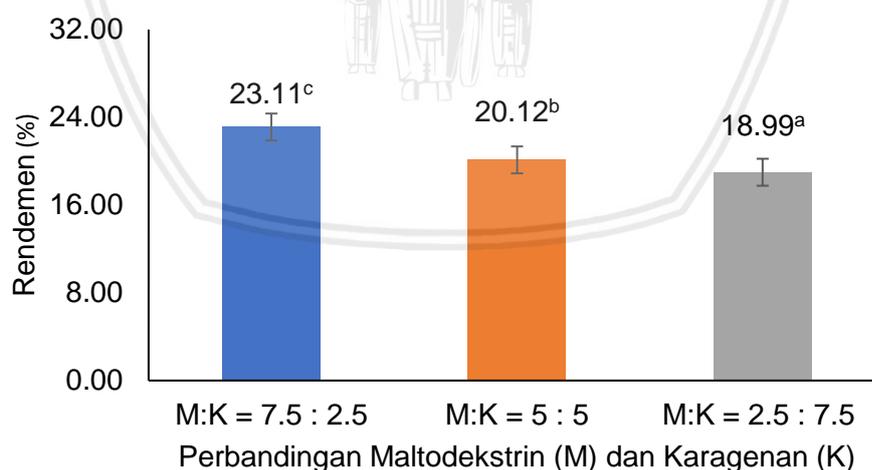
daya tolak menolak antara grup sulfat yang bermuatan negatif di sepanjang rantai polimernya, sehingga menyebabkan rantai polimer kaku dan tertarik kencang, sehingga molekul-molekulair terikat pada molekul karagenan yang mengakibatkan meningkatnya viskositas. Viskositas karagenan berkisar antara 30,13–44,00 cP. Sedangkan dengan semakin banyak penambahan maltodekstrin maka ukuran partikel semakin berkurang hal ini karena viskositas maltodekstrin yang kecil sesuai dengan pernyataan Sumanti *et al.* (2016), bahwa maltodekstrin banyak digunakan dapat mengalami dispersi yang cepat, memiliki kelarutan yang tinggi, mampu membentuk matriks, kemungkinan terjadi pencoklatan rendah, mampu menghambat kristalisasi, memiliki daya ikat kuat, viskositas rendah, dan stabil pada emulsi minyak dan air. Menurut Azzahra (2012), viskositas turut berpengaruh terhadap ukuran mikropartikel. Viskositas yang rendah akan menghasilkan tetesan mikropartikel yang lebih kecil dibandingkan formula dengan viskositas yang lebih besar. Hal ini disebabkan ketika formula dengan viskositas yang lebih rendah disemprot melalui udara panas, maka bagian yang paling banyak pada tetesan mikropartikel tersebut adalah air. Selama proses pengeringan, tetesan tersebut akan menyusut seiring dengan hilangnya air. Sementara formula dengan viskositas yang lebih tinggi mampu mempertahankan bentuknya sehingga proses kehilangan air yang terjadi tidak diikuti dengan menyusut tetesan mikropartikel.

4.2.2. Rendemen

Analisa rerata rendemen tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* setelah proses *spray drying* menunjukkan bahwa rendemen pada beberapa perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan yang berbeda berkisar antara 18.99% sampai 23.12%. Pengaruh perbedaan perbandingan bahan *filler* yang digunakan dalam

pembuatan tepung instan daun mangrove jeruju terhadap rendemen dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan hasil pengujian rendemen tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*, maka hasil analisa ANOVA yang terdapat pada perhitungan statistik taraf uji α 5% menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig) < 0.05 yang artinya tiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*. Sehingga perlu diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan. Data dan analisis rendemen pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat di lampiran. Grafik yang menunjukkan rata-rata rendemen pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik rerata rendemen tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi *Aspergillus niger*

Berdasarkan Gambar 7. dapat diketahui rerata rendemen tepung instan daun mangrove jeruju yang tertinggi didapat pada perlakuan perlakuan maltodekstrin dan karagenan dengan perbandingan 7.5:2.5 sebesar $23.12\% \pm 0.23^c$ dan yang terendah pada perbandingan 2.5:7.5 sebesar $18.99\% \pm 0.30^a$. Rendemen yang didapatkan relatif kecil hal ini disebabkan karena tingginya kadar air pada tepung daun mangrove yang terfermentasi kapang dan banyaknya adonan yang menempel pada dinding *spray dryer* sehingga rendemen yang dihasilkan setelah proses *spray dryer* hanya sedikit. Menurut Setyaningsih *et al.* (2009), semakin tinggi konsentrasi jenis bahan *filler* dan semakin besar rasio *filler* terhadap ekstrak vanili semakin rendah rendemen yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena viskositas bahan yang akan dikeringkan semakin tinggi. viskositas yang terlalu tinggi mengganggu proses atomisasi dan mengakibatkan pembentukan *droplet* yang besar dan panjang yang menyebabkan kecepatan pengering berkurang sehingga rendemen berkurang. Namun ditambahkan oleh Purnomo *et al.* (2014) proses *spray drying* dengan bahan maltodekstrin yang dikombinasikan dengan kappa-karagenan dapat meningkatkan rendemen bubuk instan dikarenakan berat molekul dari karagenan yang tinggi yaitu di atas 100 kDa atau berkisar antara 100-800 ribu kDa dan sifat dari kappa-karagenan yang merupakan fraksi yang mampu membentuk gel dalam air dan meningkatkan viskositas larutan sehingga total padatan terlarut menjadi meningkat yang mengakibatkan hasil rendemen menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan ratio kombinasi penyalut yang lain. Selain itu ditambahkan Kania *et al.* (2015), maltodekstrin merupakan bahan pengikat yang baik karena memiliki viskositas yang rendah dan total padatan yang tinggi hal itu akan memudahkan dalam proses pengeringan dan akan menghasilkan rendemen yang cukup tinggi. Semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan semakin besar pula rendemen yang dihasilkan.

Hasil rendemen dari awal proses dapat dilihat pada Tabel 4. dimana didapatkan hasil untuk rendemen daun mangrove sebesar 100 % hal ini disebabkan karena belum adanya proses sehingga tidak terjadi pengurangan rendemen. Rendemen tepung daun mangrove jeruju didapatkan sebesar 20.90%, rendemen yang didapatkan sedikit karena pada pembuatan tepung daun mangrove jeruju ada proses pengeringan dengan oven yang menyebabkan menurunnya kadar air pada daun yang menurunkan nilai rendemen. Selain itu juga ada proses pengayakan yang membuat tepung yang tidak sesuai ukuran tidak digunakan dan mengurangi rendemen. Hal ini sesuai pernyataan Sulistyawati *et al.* (2012), dimana menyatakan bahwa tinggi rendahnya rendemen dipengaruhi oleh jumlah air serta komponen lain yang hilang pada proses pengolahan (pengeringan). Penurunan kandungan air pada bahan menyebabkan berat bahan juga menurun, semakin banyak kadar air dari dalam bahan yang hilang/menguap maka rendemen semakin rendah. Selain itu, tingkat rendemen tepung juga dipengaruhi oleh umur panen dan kandungan serat kasar dalam bahan baku. Dan rendemen tepung daun mangrove fermentasi didapatkan sebesar 143.48%. hasil rendemen yang meningkat disebabkan karena pada proses fermentasi terjadi penambahan air dan molase yang dapat meningkatkan berat dan rendemen yang dihasilkan.

Tabel 4. Hasil rendemen tiap perlakuan

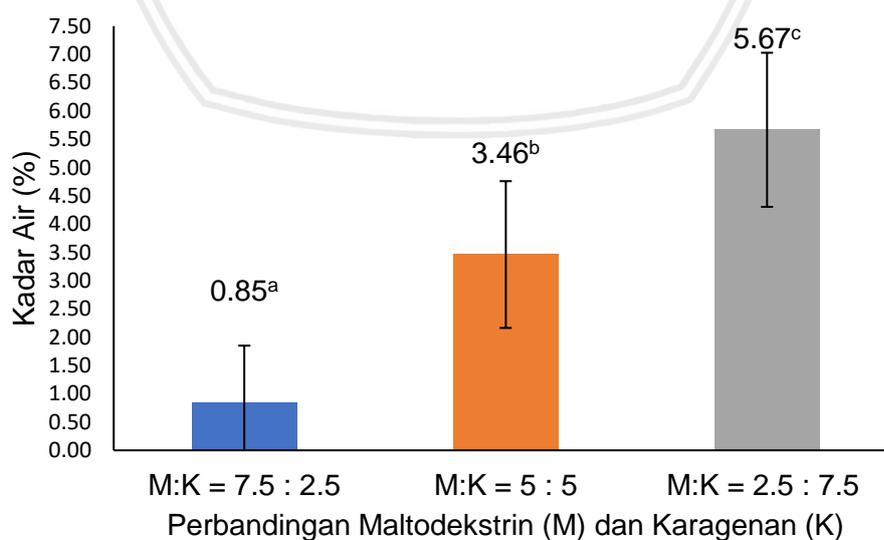
Perlakuan	Rendemen
Daun mangrove segar	100%
Tepung daun mangrove	20.90%
Tepung daun mangrove terfermentasi	143.48%

Sumber : Data primer, 2019

4.2.3. Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting untuk produk berbentuk tepung, karena keberadaan air yang terlalu tinggi akan menyebabkan rendahnya daya simpan (Nastiti *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil pengujian kadar air tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*, maka hasil analisa ANOVA yang terdapat pada perhitungan statistik taraf uji α 5% menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig) < 0.05 yang artinya tiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*. Sehingga perlu diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan. Data dan analisis kadar air pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat di lampiran. Grafik yang menunjukkan rata-rata kadar air pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik rerata kadar air tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi *Aspergillus niger*.

Pada gambar 8. menunjukkan analisa kadar air tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* yang paling rendah didapatkan pada perlakuan perbandingan penambahan maltodekstrin dan karagenan sebanyak 7.5:2.5 sebesar $0.85\% \pm 1.00^a$. Sedangkan kadar air tertinggi didapatkan pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan 2.5:7.5 sebesar $5.67\% \pm 1.36^c$. Perbandingan maltodekstrin dan karagenan sudah cukup baik dan sesuai dengan SNI 01-3451-1994 untuk produk tapioka, menyatakan bahwa syarat kadar air harus dipenuhi untuk semua tingkat mutu (I, II, III) adalah maksimal 15% dan untuk tepung terigu kadar air maksimal yang ditetapkan adalah 12% (ketiga perlakuan) . Dan SNI 01-4320-1996 tentang kadar air serbuk minuman instan maksimal sebesar 3% (hanya perlakuan perbandingan 2.5:7.5). Menurut Afidin *et al.* (2014), tepung yang baik memiliki kadar air tidak lebih dari 14%. Kadar air tepung lebih dari 14% lebih mudah mengalami kerusakan mikrobiologis sehingga umur simpan lebih pendek ditambahkan oleh Priyono (2010), semakin rendah kadar airnya, maka produk tepung tersebut semakin baik mutunya karena dapat memperkecil media untuk tumbuhnya mikroba yang dapat menurunkan mutu pada produk tepung. Produk kering akan lebih stabil daripada yang lembab. Kadar air yang rendah dapat menekan sedikit mungkin pertumbuhan jamur dan bakteri dalam produk sehingga produk akan menjadi lebih awet.

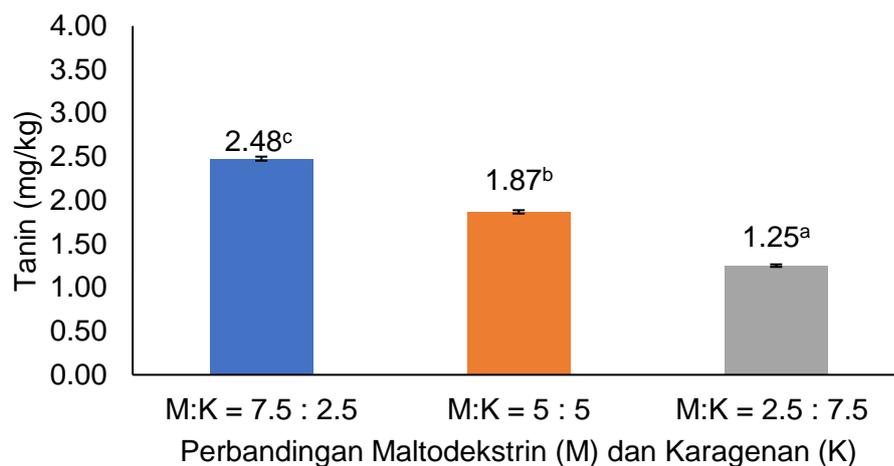
Menurut Khasanah *et al.* (2015), maltodekstrin memiliki berat molekul yang lebih rendah (kurang 4000) dan struktur molekul yang relatif sederhana dengan mudah air dapat diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Molekul yang lebih kompleks memiliki ikatan dengan molekul air lebih kuat maka ketika proses pengeringan berlangsung molekul air sulit diuapkan dan membutuhkan energi penguapan yang lebih besar. Ditambahkan oleh Antares

et al. (2017), semakin tinggi kadar karagenan maka semakin tinggi kadar air. Hal ini disebabkan oleh karagenan tidak larut dalam air dingin dan sifat karagenan yang membentuk gel pada suhu tertentu sehingga air terperangkap ke dalam gel.

4.2.4. Kadar Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa golongan polifenol dimana senyawa tanin merupakan antinutrisi yang memberikan efek merugikan dalam sistem pencernaan. Tanin merupakan komponen fenolik yang dapat berinteraksi dengan protein, terbentuk kompleks yang tidak larut dan dapat menurunkan daya cerna. Menghambat aktivitas enzim pencernaan. Namun tanin merupakan antioksidan lebih tinggi dari pada vitamin A dan C bila konsentrasinya rendah atau artinya tanin dapat berguna dan baik dalam tubuh bila jumlah atau konsentrasinya rendah (Suarni dan Subargio, 2013).

Berdasarkan hasil pengujian kadar tanin pada tepung instan daun mangrove terfermentasi hasil analisa ANOVA yang terdapat pada perhitungan statistik taraf uji α 5% menunjukkan bahwa signifikansi ($\text{Sig} > F_{0,05}$) yang artinya tiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar tanin pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*. Sehingga perlu diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan. Data dan analisis kadar tanin pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat di lampiran. Grafik yang menunjukkan rata-rata kadar tanin pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 9 .



Gambar 9. Grafik rerata kadar tanin tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi *Aspergillus niger*

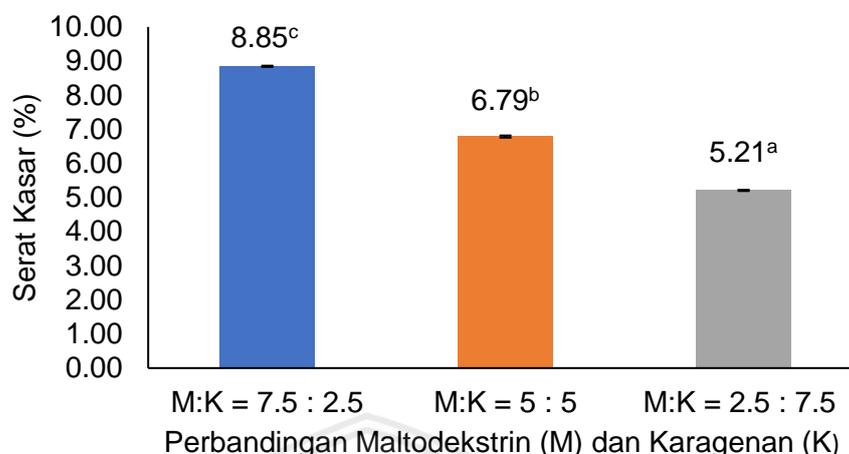
Pada Gambar 9. menunjukkan kadar tanin pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* paling tinggi pada perbandingan maltodekstrin dan karagenan 7,5:2,5 dibandingkan perbandingan lainnya yaitu 5:5 dan 2,5:7,5 yaitu memiliki rerata sebesar 2,48mg/kg±0.02^c, sedangkan kadar tanin terendah didapatkan pada perbandingan 2.5:7.5 sebesar 1,25mg/kg±0.01^a. Maltodekstrin memiliki kemampuan untuk melindungi senyawa penting sehingga semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan maka akan semakin baik kemampuan bahan pengisi untuk melindungi tanin. Karagenan juga dapat melindungi karena memiliki kemampuan membuat gel namun kemampuan melindungi bahannya masih tidak sebaik maltodekstrin karena viskositas karagenan yang cukup tinggi yaitu 30,13–44,00 cP (Wenno *et al.*, 2012). Menurut Fiana *et al.* (2016), maltodekstrin dapat melindungi senyawa antioksidan pada produk yang akan dikeringkan dengan *spray dryer* karena maltodekstrin dapat melapisi komponen dari *flavor*, total padatan dapat ditingkatkan jumlahnya, dan mengurangi kerusakan dari bahan yang dikeringkan maltodekstrin mempunyai daya ikat yang kuat terhadap bahan yang disalut sehingga mampu menjaga senyawa-senyawa antioksidan sehingga

selama pengeringan menggunakan suhu tinggi tidak merusak kandungan antioksidan secara keseluruhan. Secara keseluruhan tanin dalam tepung instan daun mangrove jeruju yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* sudah cukup sedikit dalam bahan dimana maksimal kadar tanin dalam pakan adalah 2-4% perberat kering bahan (Kartika *et al.*, 2012).

4.2.5. Kadar Serat Kasar

Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat, sebagian besar berasal dari dinding sel tanaman dan mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin (Nofrianti *et al.*, 2013). Sedangkan menurut Putri (2014), serat kasar merupakan total kandungan serat yang ada pada bahan pangan, terdiri dari serat yang larut, dan tidak larut. Serat kasar (*crude fiber*) merupakan istilah yang biasanya digunakan dalam analisis proksimat. Serat kasar adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat terhidrolisis oleh bahan-bahan kimia tertentu, yaitu asam sulfat (H_2SO_4) dan NaOH (Susilowati, 2010).

Berdasarkan hasil pengujian kadar serat pada tepung instan daun mangrove terfermentasi hasil analisa ANOVA yang terdapat pada perhitungan statistik taraf uji α 5% menunjukkan bahwa signifikansi (Sig) > $F_{0,05}$ yang artinya tiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar serat kasar pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* sehingga perlu diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan. Data dan analisis kadar serat kasar pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat di lampiran. Grafik yang menunjukkan rata-rata kadar serat kasar pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 10 .



Gambar 10. Grafik rerata kadar serat kasar tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi *Aspergillus niger*.

Pada Gambar 10. menunjukkan analisa kadar serat kasar tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* yang paling tertinggi didapatkan pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan sebanyak 7.5:2.5 sebesar $8.55\% \pm 0.02^c$. Sedangkan kadar serat kasar terendah didapatkan pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan 2.5:7.5 sebesar $5.21\% \pm 0.02^a$. Ketiga perlakuan perbandingan menghasilkan serat kasar berkisar antara 5.21% - 8.55%. Serat kasar pada 3 perlakuan dianggap cukup tinggi untuk pakan. Menurut Iskandar dan Elrifadah (2015), kandungan serat kasar pada pakan ikan tidak boleh lebih dari 8% sedangkan menurut Sutrisna (2011), Itik memiliki kemampuan memanfaatkan serat kasar lebih baik dari ayam. Dimana itik mampu memanfaatkan serat kasar dalam rasum hingga 10% namun mengalami penurunan performans ketika kandungan serat kasar 13-19%.

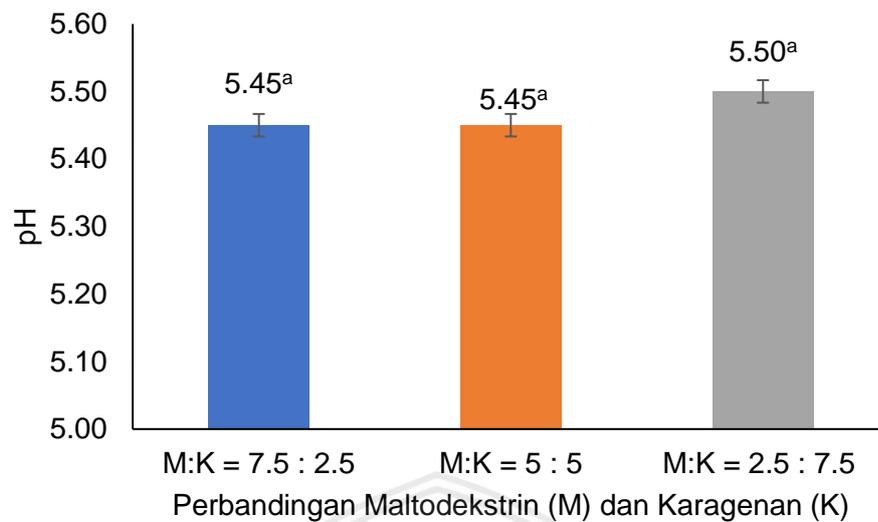
Perbedaan kadar serat di setiap perlakuan dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi maltodekstrin dalam proses pengeringan dengan *spray dryer*. Dimana penambahan maltodekstrin dapat melindungi serat kasar dalam proses pengeringan. Menurut Rhamadia *et al.* (2012), penambahan maltodekstrin dapat

meningkatkan kandungan serat kasar dan juga dapat disebabkan oleh sifat serat dalam bahan yang stabil terhadap panas. kandungan serat kasar berbanding terbalik dengan kadar air. Menurut Ramadhani (2016), serat kasar pada serbuk buah naga merah mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar air dari suatu bahan. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Setyowati dan Nisa (2014), menyatakan bahwa dalam suatu produk jika kadar air semakin menurun maka kadar serat kasar semakin meningkat.

4.2.6. pH

pH merupakan derajat keasaman dalam suatu bahan. Dalam penelitian ini didapatkan kadar pH yang hampir sama dalam setiap perlakuan penambahan bahan pengisi. pH yang didapatkan dalam setiap perlakuan adalah 5.45-5.50.

Berdasarkan hasil pengujian pH pada tepung instan daun mangrove terfermentasi hasil analisa ANOVA yang terdapat pada perhitungan statistik taraf uji α 5% menunjukkan bahwa signifikansi (Sig) $< F_{0,05}$ yang artinya tiap perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pH pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*. Sehingga tidak perlu diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan. Data dan analisis pH pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat di lampiran. Grafik yang menunjukkan rata-rata pH pada tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 11 .



Gambar 11. Grafik rerata pH tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi *Aspergillus niger*.

Pada gambar 12. menunjukkan analisa pH tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terfermentasi kapang *Aspergillus niger* tertinggi didapatkan pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan sebanyak 2.5:7.5 sebesar 5.50 ± 0.24^a . Sedangkan pH terendah didapatkan pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan 5:5 dan 7.5 :2.5 sebesar 5.45 ± 0.21^a dan 5.45 ± 0.24^a . Tidak ada perbedaan nyata atau bisa dianggap perbedaan perbandingan bahan *filler* maltodekstrin dan karagenan tidak berpengaruh terhadap pH. pH yang didapatkan dari setiap perlakuan adalah bersifat asam hal ini dipengaruhi pH dari produk awal, yaitu tepung daun mangrove jeruju yang terfermentasi, produk fermentasi biasanya bersifat asam karena adanya aktifitas kapang sehingga didapatkan pH produk yang relatif asam. Menurut Pambudi *et al.* (2014), larutan kadar asam memiliki nilai di bawah 7 dan larutan kadar basa memiliki nilai di atas 7. Nilai pH 7 adalah netral. Ditambahkan oleh Kusumaningrum *et al.* (2012), penurunan pH pada berbagai lama pemeraman disebabkan karena telah terjadi proses fermentasi yang dilakukan oleh kapang di

mana karbohidrat dari substrat diubah oleh amilase dan selulase kapang menjadi glukosa yang kemudian diubah menjadi asam. Selain itu juga disebabkan karena penambahan maltodekstrin yang bersifat asam dan karagenan yang memiliki pH netral mengarah ke basa sehingga mempengaruhi pH dari tepung instan. Karagenan merupakan getah rumput laut yang diekstraksi dengan larutan alkali, oleh karena itu cenderung memiliki pH basa. Dalam artian juga meningkatkan nilai pH (Wicaksono dan Zubaidah, 2015) ditambahkan oleh Yuliawati dan Susanto (2015), semakin tinggi proporsi penambahan maltodekstrin menyebabkan nilai pH akan semakin menurun karena maltodekstrin memiliki nilai pH lebih rendah yaitu sekitar 4-7. Rendahnya nilai pH ini kemungkinan maltodekstrin masih memiliki residu asam yang diperoleh pada proses pembuatan maltodekstrin itu sendiri sehingga pH produk menjadi menurun.

4.3. Analisa Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik didasarkan pada perlakuan dengan nilai tertinggi dengan metode perhitungan pembobotan terhadap setiap parameter yaitu kadar serat kasar, tanin, rendemen, pH, dan kadar air. Penentuan perlakuan terbaik bertujuan untuk menentukan perlakuan terbaik yang menghasilkan karakteristik kimia dan fisika tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus illicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger*. Kelebihan dari metode ini adalah dapat memberikan bobot sesuai dengan besar kontribusi suatu parameter terhadap suatu produk. Data nilai hasil seluruh parameter di sajikan pada tabel 5

Menurut De Garmo et al.(1984), cara pembobotan yang digunakan untuk pemilihan perlakuan terbaik adalah sebagai berikut pertama adalah memberikan bobot nilai (bobot variabel) antara 0-1 pada parameter-parameter yang ada. Penentuan bobot parameter didasarkan pada seberapa besar parameter tersebut berpengaruh terhadap kualitas tepung instan daun mangrove jeruju. Bobot

parameter uji serat kasar dan tanin adalah 1, kasar air 0.9, pH 0.6, ukuran partikel 0.8, dan rendemen 0.7. Kadar tanin dan serat kasar memperoleh bobot terbesar karena berkaitan dengan kemampuan bahan pengisi saat proses *spray dryer*, sedangkan parameter lainnya memberi kontribusi yang lebih rendah. Bobot normal parameter diperoleh dari nilai bobot parameter dibagi dengan bobot total. nilai hasil merupakan hasil perkalian antara nilai efisiensi dengan bobot normal parameter. Perlakuan yang memiliki nilai hasil tertinggi merupakan perlakuan terbaik.

Tabel 5 . Hasil analisa De Garmo

Parameter	Perlakuan		
	M:K = 7.5 : 2.5	M:K = 5 : 5	M:K = 2.5 : 7.5
Tanin	0.00	0.10	0.20
Serat Kasar	0.00	0.12	0.20
Kasar Air	0.16	0.11	0.00
Ukuran Partikel	0.18	0.08	0.00
pH	0.00	0.00	0.12
Rendemen	0.14	0.04	0.00
Total	0.48	0.45	0.52

Sumber : Data primer, 2019

Menurut perhitungan pembobotan De Garmo perlakuan terbaik pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* didapatkan pada perlakuan perbandingan penambahan *filler* maltodekstrin dan karagenan sebesar 2.5 : 7.5 karena mendapatkan nilai hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 0.52.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian penambahan maltodekstrin dan karagenan dengan perbandingan yang berbeda pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dengan metode *spray drying* yaitu perlakuan perbedaan perbandingan bahan pengisi (*filler*) maltodekstrin dan karagenan berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisika, kimia pada tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang terfermentasi kapang *Aspergillus niger* dengan menggunakan metode *spray drying* pada setiap parameter (kadar serat kasar, tanin, kadar air, rendemen, ukuran partikel) kecuali pH. Hasil perlakuan terbaik menurut perhitungan pembobotan De Garmo didapatkan pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan karagenan sebesar 2.5:7.5 dengan nilai hasil (NH) sebesar 0.52. Hasil di setiap parameternya yaitu tanin sebesar 1.25 mg/kg, serat kasar sebesar 5.43%, ukuran partikel 45.96 μ m (termaksud golongan mikrokapsul), kadar air sebesar 5.67%, rendemen sebesar 18.99% dan pH 5.50.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian mengenai tepung instan daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan perbandingan bahan pengisi (*filler*) maltodekstrin dan karagenan yang berbeda disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan atau pengaplikasiannya kedalam produk pangan atau pakan, dan penelitian tentang berapa lama jangka simpan tepung instan daun jeruju ini untuk penerapan di dalam industri perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidin, M. N., Y. Hendrawan, dan R. Yulianingsih. 2014. Analisis sifat fisik dan kimia pada pembuatan tepung umbi uwi ungu (*Discorea alata*), uwi kuning (*Discorea alata*) dan uwi putih (*Discorea alata*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, **2** (3):297-303
- Agustina, T. Sunyoto dan A. Agustina. 2016. Penetapan kadar tanin pada daun sirih merah (*Piper crocatum ruiz dan pav*) secara spektrofotometri UV vis. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi (Journal of Pharmacy Science)*, **5** (1):41-49.
- Ahdiyah, I. dan K. I. Purwani. 2015. Pengaruh ekstrak daun mangkoka (*Nothopanax scutellarium*) sebagai larvasida nyamuk *Culex sp.* *Jurnal sains dan Seni ITS*, **4** (2) :32-36.
- Akili, M. S., U. Ahmad, N. E. Suyatma. 2012. Karakteristik *edible film* dari pektin hasil ekstraksi kulit pisang. *Jurnal Keteknik Pertanian*, **26** (1): 39-46
- Al-Baarri, A.N., A.M. Legowo, Y.B. Pramono, R.F. Siregar, R.F. Pangestu, H.N. Azhar, R.H, Sarya, dan M.C. Hapsari. 2016. Teknik Pembuatan *Fruity Powder Yogurt*. Indonesian *Food Technology*.Semarang.
- Anggraini, R.,F. Maulina, dan V. Vivi. 2019. Pemberdayaan masyarakat melalui diversifikasi produk keladi dan singkong. *JPPM (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat)*, **3** (1): 63-70.
- Anonim.1994. SNI 01-3451-1994 Standar Nasional Indonesia Syarat Mutu Tepung Tapioka. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Anonim. 1996. SNI 01-4320-1996. Standar Nasional Indonesia Serbuk Minuman Instan. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Anonim. 2004. SNI 06- 6989-11-2004 Standar Nasional Indonesia Air dan air limbah bagian 11: Cara uji derajat keasaman pH dengan menggunakan alat pH meter. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Antares, A., N.M. Wartini, L. P. Wrasiasi. 2017. Karakteristik kapsul ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) menggunakan penyalut maltodekstrin dan karagenan. *Jurnal Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, **2** (2) : 220-226.
- Ayu, A.,D. Suryanto, dan I. Nurwahyuni . 2012. Potensi bakteri kitinolitik dalam pengendalian *Aspergillus niger* penyebab penyakit busuk pangkal akar pada tanaman kacang tanah. *Saintia Biologi*, **1** (1): 59-65.
- Azzahra, A.N., 2015. *Pembuatan mikropartikel gentamisin sulfat menggunakan polimer poli vinil pirolidon dengan metode semprot kering (spray drying)*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah .Jakarta

- Baran E, Hambrey J. 1999. Mangrove Conservation and Coastal Management in Southeast Asia: What Impact on Fishery Resources. *Marine Pollution Bulletin*. **37** (8–12): 431–440.
- De Garmo, E.P., W.G. Sullivan, dan C.R. Canada. 1984. Engineering Economy. New York:MacMillan Publishing Company.
- Desai, K. G. H., and Park, H. J., 2005, Recent developments in microencapsulation of food ingredients, drying technology, **23** : 1361 – 1394.
- Edriani, G. 2011. *Evaluasi kualitas dan pencernaan biji karet, biji kapuk, kulit singkong, Palm kernel meal, dan kopra yang difermentasi oleh Saccharomyces cerevisiae pada pakan juvenil ikan mas Cyprinus carpio*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Fadillah, Y. 2017. *Nilai nutrisi tepung daun mangrove Avicennia lanata terfermentasi ragi tape berdasarkan lama waktu yang berbeda*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fiana, R.M., W.S. Murtius, dan A. Asben. 2016. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap mutu minuman instan dari teh kombucha. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, **20** (2) :1-8.
- Firdaus, M., D. Setijawati, dan K. Kartikaningsih. 2014. The effect of *Lactobacillus acidophilus* microcapsule which encapsulated by Kappa caragenan toward in vivo functional test. *Research Journal of Life Science*, **1** (1) : 27-36.
- Forestryana, D., A. Arnida, dan R. Yunus. 2018. Kajian farmakognostik tumbuhan jeruju (*Hydrolea spinosa* L.) asal desa Teluk Selong Martapura kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Borneo Journal of Pharmascientech*, **2** (2) :103-112.
- Gushairiyanto. 2004. *Fermentasi kulit umbi ketela pohon oleh Aspergillus niger serta implikasinya terhadap kambing kacang jantan*. Disertasi, Program Pascasarjana. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Handayani, L., 2019. Penggunaan ekstrak akar jeruju untuk meningkatkan laju pertumbuhan dan *survival rate* pada ikan patin djambal (*Pangasius djambal*). *SEBATIK*, **23** (1) : 153-157
- Hapsari, A., 2014. *Isolasi dan identifikasi fungi pada ikan maskoki (Carassius auratus) di bursa ikan hias gunung sari Surabaya, Jawa Timur*. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Herlinawati, L., 2016. *Kajian konsentrasi maltodekstrin dan polivinil pirolidon (PVP) pada tablet effervescent kopi robusta (Coffea robusta Lindl)*. Doctoral dissertation. Universitas Pasundan. Bandung.
- Herman, N.F., 2017. *Identifikasi jamur pada penyu abu-abu (Lepidochelys olivacea eschscholtz) di kabupaten Kepulauan*. Skripsi. Universitas Hasanudin. Makasar.

- Irawanto, R., E.E. Ariyanti, dan R. Hendrian. 2015. Jeruju (*Acanthus ilicifolius*): biji, perkecambah dan potensinya. *Pros SemNas MasyBiodivIndon*, **1** (5) : 1011-1018.
- Iskandar R. dan Elrifadah. 2015. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan buatan berbasis kiambang. *ZIRAA'AH* **40** (1): 18-24
- Jaedun, A., 2011. Metodologi penelitian eksperimen. *Artikel*. Fakultas Teknik UNY. Yogyakarta
- Jannah, A.M., 2010. Proses fermentasi hidrolisat jerami padi untuk menghasilkan bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia*, **17** (1):44-52
- Jayadi, F., A. Sukainah, dan M. Rais .2018. Pemanfaatan tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) sebagai pengawet alami bakso ayam. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, **4** : 1-13.
- Johannes, E. dan S. Suhadiyah. 2016. Analisis kimia dan kandungan antioksidan dari ekstrak daun jeruju *Acanthus ilicifolius*. *BioWallacea*, **2** (2) :116-120.
- _____ dan S. Sjafaraenan. 2017. Uji toksisitas ekstrak daun jeruju *Acanthus ilicifolius* terhadap *Artemia salina leach*. *BIOMA: JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, **2** (1) : 56-59.
- Juwita, R., 2012. *Studi produksi alkohol dari tetes tebu (Saccharum officinarum l) selama proses fermentasi*. Skripsi. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Kania, W., M. M. Andriani, Siswanti. 2015. Pengaruh variasi rasio bahan pengikat terhadap karakteristik fisik dan kimia granul minuman fungsional instan kecambah kacang komak (*Lablab purpureus (L.) sweet*). *Jurnal Teknosains Pangan*, **4** (3) : 16-29
- Kartika D. N., U. H. Tanuwiria, dan R. Hidayat. Pengaruh tingkat pemberian tepung ampas teh (*Camellia sinesis*) terhadap pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO) ransum sapi potong in vitro. Universitas Padjajaran
- Khaisar, N.E., 2017. *Uji toksisitas akut in vivo ekstrak etanol daun jeruju (Acanthus ilicifolius Linn.) pada mencit jantan*. Skripsi. Universitas Sumatra utara
- Khasanah, L.U., B.K. Anandhito, T. Rachmawaty, R. Utami, R. Dan G. J. Manuhara .2015. Pengaruh rasio bahan penyalut maltodekstrin, gum arab, dan susu skim terhadap karakteristik fisik dan kimia mikrokapsul oleoresin daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Agritech*, **35** (4) : 414-421.
- Khusni, A.F., 2018. *Karakterisasi morfologi tumbuhan mangrove di pantai Mangkang Mangunharjo dan Desa Bedono Demak sebagai sumber belajar berbentuk herbarium pada mata kuliah sistematika tumbuhan*. Skripsi. UIN Walisongo. Semarang

- Kuntz, L. A. 1998. *Bulking Agent: Bulking up While Scalling Down*. Weeks Publishing Company.
- Kusumaningrum, M., C.I. Sutrisno, dan B.W.H.E. Prasetyono. 2012. Kualitas kimia ransum sapi potong berbasis limbah pertanian dan hasil samping pertanian yang difermentasi dengan *Aspergillus Niger*. *Animal Agriculture Journal*, **1** (2) : 108-119.
- Mariyana, A., 2012. *Pengaruh penguasaan penggunaan mikroskop terhadap nilai praktikum IPA materi pokok organisasi kehidupan pada siswa kelas vii di MTS Negeri Ketanggungan Brebes tahun pelajaran 2011/2012*. Skripsi. IAIN Wali Songo : Semarang.
- Misnawati.2015. *Studi pembuatan edible film dari proporsi karagenan -kitosan dan penambahan larutan pati kimpul*. Skripsi , University of Muhammadiyah Malang. Malang
- Mozer, H., 2015. *Uji aktivitas antifungi ekstrak etanol 96% kulit batang kayu jawa (lannea coromandelica) terhadap Aspergillus niger, Candida albicans, dan Trichophyton rubrum*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah . Jakarta.
- Mulyani, N.S. M. Asy'ari, dan H. Prasetyoningsih. 2009. Penentuan konsentrasi optimum *oat spelts xylan* pada produksi xilanase dari *Aspergillus niger* dalam media PDB (*Potato Dextrose Broth*). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **12** (1) : 7-13.
- Mulyani, T. Yulistiani dan M. Nopriyanti. 2014. Pembuatan bubuk sari buah markisa dengan metode "foam-mat drying". *Jurnal Rekapangan* **8** (1)
- Mustari, M. Dan M.T Rahman. 2012. *Pengantar Metode Penelitian*. LaksBang Pressindo : Yogyakarta
- Nastiti, M.A., Y. Hendrawan dan R. Yulianingsih 2014. Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan suhu pengeringan terhadap karakteristik tepung ampas tahu. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, **2** (2) : 100-106.
- Nielsen, Peter S., 2010. *Method of Controlling Spray dryer Apparatus By Regulating an Inlet Air Flow Rate, and a Spray dryer Apparatus*, United States: US Patent (No. US 2010/0005683 A1)
- Nofrianti, R.,F. Azima, dan R. Eliyasmi .2013. Pengaruh penambahan madu terhadap mutu yoghurt jagung (*Zea mays Indurata*). *Jurnal aplikasi teknologi pangan*, **2** (2) : 60-67
- Nurhayati, C. Dan O. Andayani. 2014. Teknologi mutu tepung pisang dengan sistem *spray drying* untuk biskuit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, **25** (1) : 31-41.

- Pambudi, P.E. dan E. Sutanta .2014. Identifikasi daging segar dan busuk menggunakan sensor warna rgb dan pH meter digital. *Jurnal Teknologi Technosciantia*, **7** (1) : 046 053.
- Pamungkas, G.S., 2013. persentase bagian karkas dan non karkas broiler dengan ransum yang mengandung lumpur digestat kotoran ayam petelur hasil fermentasi kapang *Aspergillus niger*. *Biomedika*, **6** (1): 34-42.
- Pertiwi, N., 2016. *Kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa, dan tanin limbah kulit kopi yang difermentasi menggunakan jamur Aspergillus niger dan Trichoderma viride*. Skripsi. Universitas Hasanudin : Makassar
- Pinalia, A., 2014. Reduksi ukuran partikel ammonium perklorat (AP) dengan metode *spray drying*. *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara*, **9** (2) : 75 80
- Prabowo, A., P. B. Teguh, dan D. Andriani. 2015. Perbedaan efektivitas ekstrak daun mangrove *Acanthus ilicifolius* dengan sodium bikarbonat 5% terhadap penurunan jumlah koloni *Candida albicans* pada perendaman nilon termoplastik. *DENTA*, **9** (2) : 198-208
- Prasetya, M.W.A., T. Estiasih, dan N.I.P. Nugraini. 2016. Potensi tepung ubi kelapa ungu dan kuning (*Dioscorea alata L.*) sebagai bahan pangan mengandung senyawa bioaktif: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **4** (2):468-473
- Purnobasuki, H., 2004. Potensi mangrove sebagai tanaman obat. *Biota*, **9** (1), pp.125-126.
- Purnomo, W., L.U. Khasanah, dan B. K. Anandito .2016. Pengaruh ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan dan whey terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis Lf*). *Jurnal Implikasi Teknologi Pangan*, **3** (3) : 99-107
- Putri, M.F., 2014. Kandungan gizi dan sifat fisik tepung ampas kelapa sebagai bahan pangan sumber serat. *Teknobuga*, **1** (1) : 35-39
- Ramadhani, D., 2016. *Pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan putih telur terhadap karakteristik minuman serbuk buah naga merah (Hylocereus polyrhizus)*. Skripsi. Universitas Pasundan : Bandung
- Ramadhia, M., S. Kumalaningsih, dan I. Santoso .2012. Pembuatan tepung lidah buaya (*Aloe vera L.*) dengan metode *foam-mat drying*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, **13** (2) : 125-137.
- Ryanata, E., S. Palupi, dan A. Azminah.2014. Penentuan jenis tanin dan penetapan kadar tanin dari kulit buah pisang masak (*Musa paradisiaca L.*) secara spektrofotometri dan permanganometri. *CALYPTRA*, **4** (1) : .1-16.

- Sari, L. dan T. Purwadaria. 2004. Pengkajian nilai gizi hasil fermentasi mutan *Aspergillus niger* pada substrat bungkil kelapa dan bungkil inti sawit. *BIODIVERSITAS*, **5** (2) : 48-51
- Setiarto, R.H.B. dan N. Widhyastuti .2016. Penurunan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum melalui fermentasi *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces* *Berita Biologi*, **15** (2) : 149-157.
- Setyabudi, R.B., 2015. *Aktivitas keratinolitik Aspergillus niger pada tepung bulu ayam menggunakan solid state fermentation (ssf)*. Skripsi. Universitas Jember
- Setyaningsih, D. Dan R. Rahmalia . 2010. The study on microencapsulation of vanilla extract. *Journal of Agroindustrial Technology*, **19** (2) : 64-70
- Setyowati W. T., dan F. C. Nisa. 2014. Formulasi biscuit tinggi serat (kajian proporsi bekatul jagung : tepung terigu dan penambahan *baking powder*). *Jurnal Pangan da Agroindustri*, **2** (3) : 224-231
- Siagian, Y.S., 2018. *Konten nutrisi daun jeruju (Acanthus ilicifolius L) dan buah pedada (Sonneratia caseolaris) serta produk olahannya di Desa Lubuk Kertang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Singh, A., S. Duggal and A. Suttee. 2009. *Acanthus ilicifolius Linn. - Lesser Known Medicinal Plants with Significant Pharmacological Activities*. *Ethnobotanica Leaflets* **13**: 431-36.
- Singh, D. Dan V Aeri. 2013. Phytochemical and pharmacological potential of *Acanthus ilicifolius*. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, **5** (1) : 17-20
- Siswanto, S., R. Raupong, dan A. Anisa. 2018. Estimasi regresi *robust m* pada faktoria rancangan acak lengkap yang mengandung outlier. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, **13** (2) : 171-181.
- Sriwidodo, U. Dan A. B. Haryanto. 2010. Pengaruh kompetensi, motivasi, komunikasi dan kesejahteraan Terhadap kinerja pegawai dinas pendidikan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia*, **4** (1) : 47-57.
- Suarni dan H. Subagio. 2013. Potensi pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*, **32** (2): 47-55
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian. Edisi 4. Liberty, Yogyakarta
- Suhadiyah, S.,S. Andys, dan S. Surni . 2016. Keanekaragaman hayati tumbuhan berpotensi obat di Karst Ramang Ramang kabupaten Maros provinsi Sulawesi Selatan. *BioWallacea*, **2** (3): 211-220.

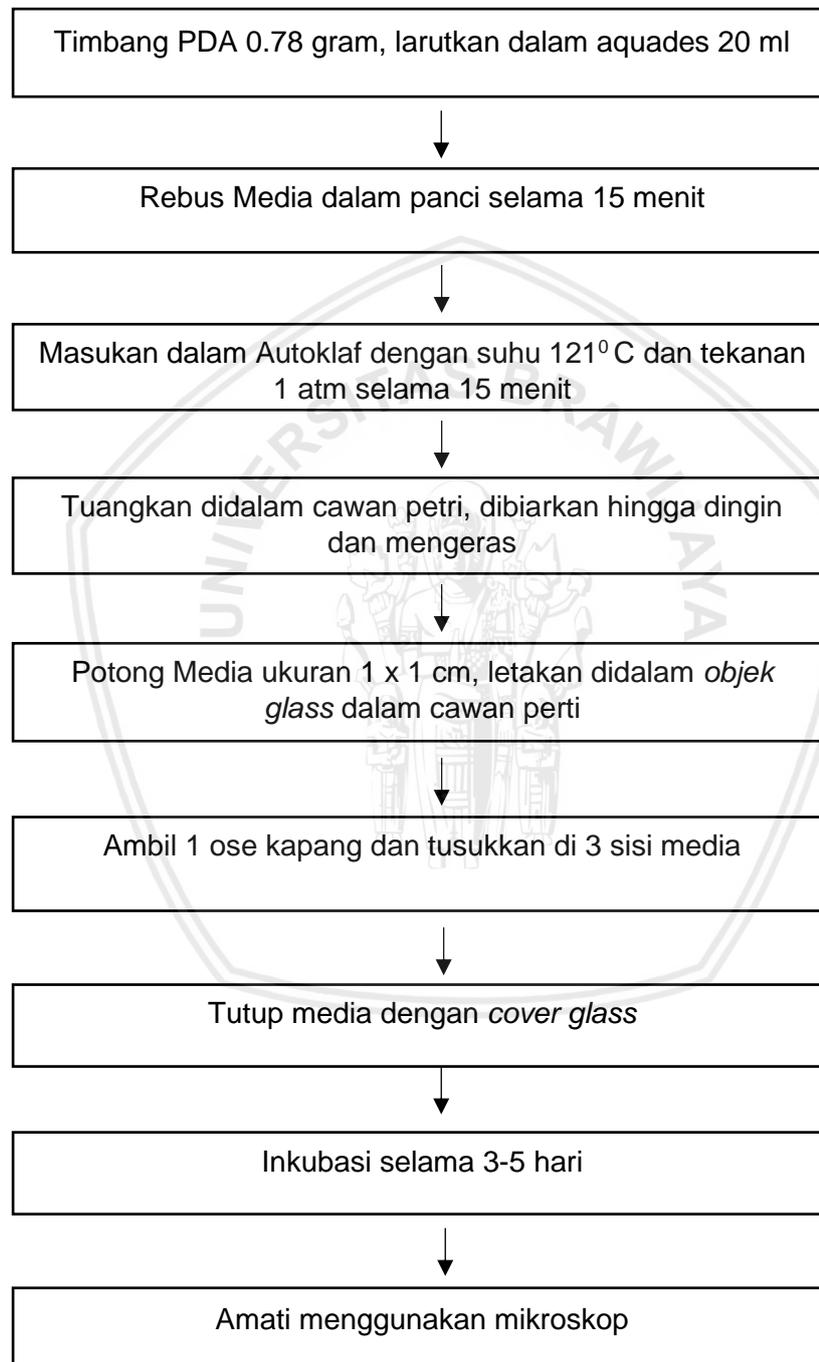


- Suhatri, M., Ardiningsih, P. and Widiyantoro, A., 2018. Senyawa sitotoksik dari fraksi diklorometana daun daruju (*Acanthus ilicifolius linn.*) terhadap sel hela. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, **7** (2) : 75-81.
- Sukardjo, S., 1984. Ekosistem mangrove. *Jurnal Lembaga Oseonologi Nasional, LIPI, Jakarta*, pp. **9** (4) : 110-111.
- Sulistiyawati, Wignyanto dan S. Kumalaningsih .2012. Produksi tepung buah lindur (*Bruguiera gymnorhiza LAMK.*) rendah tanin dan HCN sebagai bahan pangan alternatif. *Jurnal Teknologi Pertanian*, **13** (3) : 187-198.
- Sumanti, D.,I.L. Kayaputri, I.I Hanidah, E. Sukarminah, dan A. Giovanni .2016. Pengaruh konsentrasi susu skim dan maltodekstrin sebagai penyalut terhadap viabilitas dan karakteristik mikroenkapsulasi suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *JP2 Jurnal Penelitian Pangan*, **1** (1) : 7-3
- Sukainah A., F. Jayadi dan M. Rais. 2017. Pemanfaatan tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) sebagai pengawet alami bakso ayam. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, **4** : 1-13
- Supriyadi, dan A.S. Rujita.2013. Karakteristik mikrokapsul minyak atsiri lengkuas dengan maltodekstrin sebagai enkapsulan. *Jurnal Teknol Industri Pangan*, **24**(1) : 201-208.
- Sutrisna, R., 2011. Penggunaan beberapa tingkat serat kasar dalam ransum itik jantan sedang bertumbuh. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, **11** (3) : 112-1118
- Tampoebolon, B. I. M. 2009. Kajian perbedaan aras dan lama pemeraman fermentasi ampas sagu dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar. *Prosiding Seminar Nasional Kebangkitan*,**1** (1) : 235-243.
- Tejakusuma, W. D.S. Sutardjo, dan H.A.W. Lengkey. 2015. Pengaruh tingkat konsentrasi penggunaan karagenan terhadap awal kebusukan nugget puyuh pada suhu ruang. *Students e Journal*, **4**(4) :1-8
- Triyono, A.. 2010. Mempelajari pengaruh penambahan beberapa asam pada proses isolasi protein terhadap tepung protein isolat kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*). *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*.
- Wahyuni, E., 2015. Pengaruh budaya organisasi dan gaya kepemimpinan terhadap kinerja pegawai bagian keuangan organisasi sektor publik dengan motivasi kerja sebagai variabel *intervening* (studi kasus pada pegawai pemerintah kota Tasikmalaya). *Nominal, Barometer Riset Akuntansi dan Manajemen*, **4** (1) : 47-57

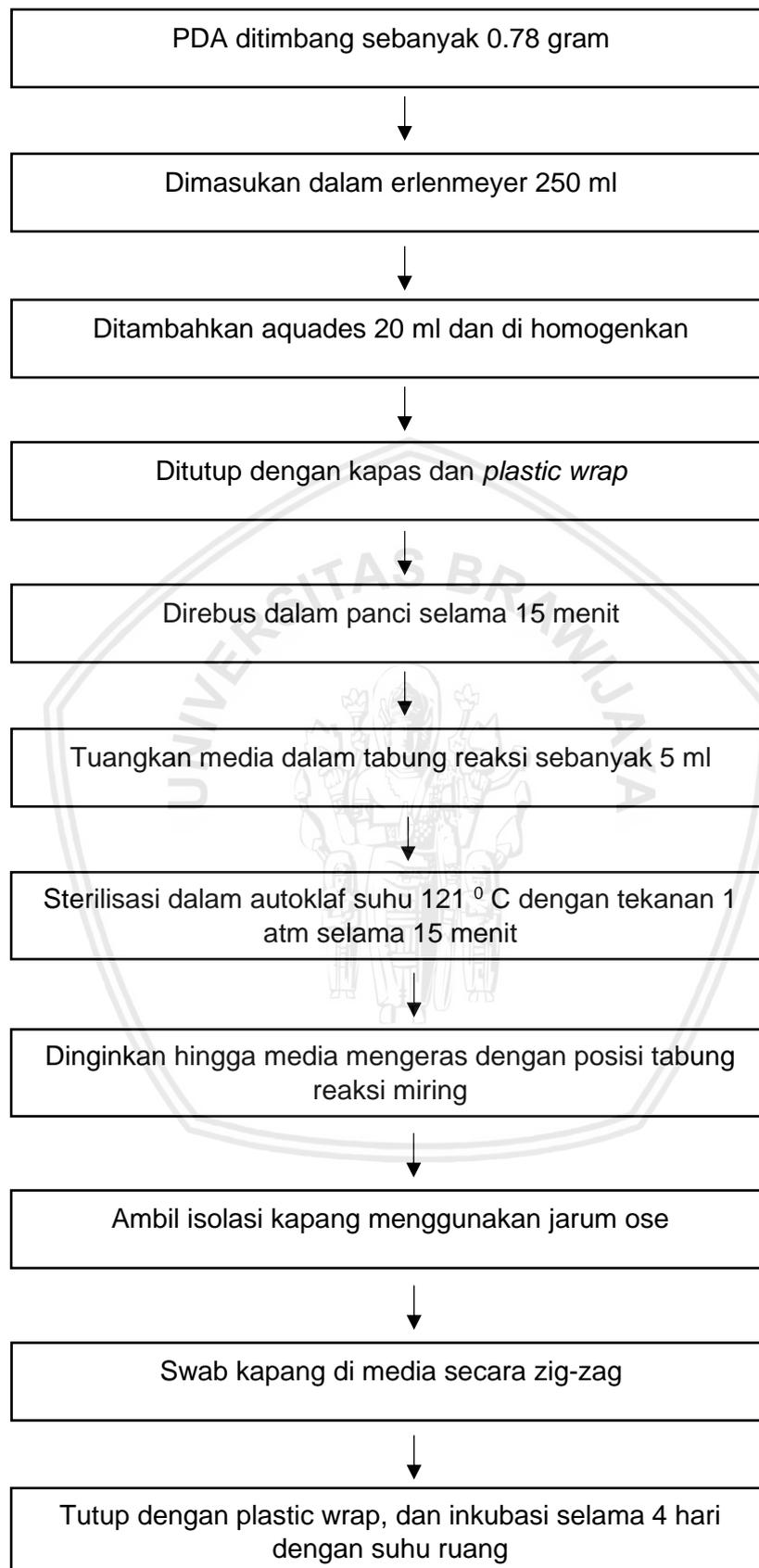
- Wajizah, S., S. Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitro pelepah kelapa sawit (*oil palm fronds*) yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. *Jurnal Agripet*, **15** (1) : 13-19.
- Wati, S.K. 2010. *Pengaruh fungsi pelarut fosfat asal tanah paku haji dan pupuk perhadapan pertumbuhan dan produksi kedelai: Glycine max (L.) merr pada tanah asam*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Wenno, M.R., J.L Thenu, dan C.G.C.Lopulalan .2012. Karakteristik kappa karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* pada berbagai umur panen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, **7** (1) : 61-68.
- Wicaksono, G.S. dan E. Zubaidah .2014. Pengaruh karagenan dan lama perebusan daun sirsak terhadap mutu dan karakteristik jelly drink daun sirsak. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **3** (1) : 281-291.
- Winarno, F.G. dan B. S. I. Jenie, 1983. *Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya*. Ghalia Indonesia, Jakarta
- Winarno, G. G dan S. Fardiaz. 1997. *Biofermentasi dan Biosintesa*. Pratein Angkasa, Bandung. 109 hlm.
- Wulansari, A., D.B Prasetyo, M. Lejaringtyas, A. Hidayat, dan S. Anggarini, S., 2012. Aplikasi dan analisis kelayakan pewarna bubuk merah alami berantioksidan dari ekstrak biji buah pinang (*Areca catechu*) sebagai bahan pengganti pewarna sintetik pada produk pangan. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, **1** (1) : 1-9.
- Wuryantoro, H. Dan W.H. Susanto .2013. Penyusunan standard operating procedures industri rumah tangga pangan pemanis alami instan sari stevia (*Stevia rebaudiana*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **2** (3) : 76-87.
- Yuliyaty, S.T. and Susanto, W.H., 2014. Pengaruh lama pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisik kimia dan organoleptik minuman instan daun mengkudu (*Morinda citrifolia L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **3** (1) : 41-52.
- Zakiah, N. R., dan Astuty, S. 2016. Pemanfaatan tepung *propagul* mangrove (*Rhizophora mucronata*) hasil fermentasi untuk bahan tambahan pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, **7** (1): 245-252
- Zhao, K., W. Ping., Q. Li., S. Hao., T. Gao dan D. Zhou. 2009. *Aspergillus niger* Var. taxi, new spesies variant of taxol-producing fungus isolated from *Taxus Cuspitate* in China. *Journal Microbiology*. 1202-1207
- Zulmi, R., 2015. *Mikroenkapsulasi vitamin E p dengan campuran galaktomanan kolang kaling dan gum acasia menggunakan metode spray drying*. Skripsi. Universitas Sumatra utara



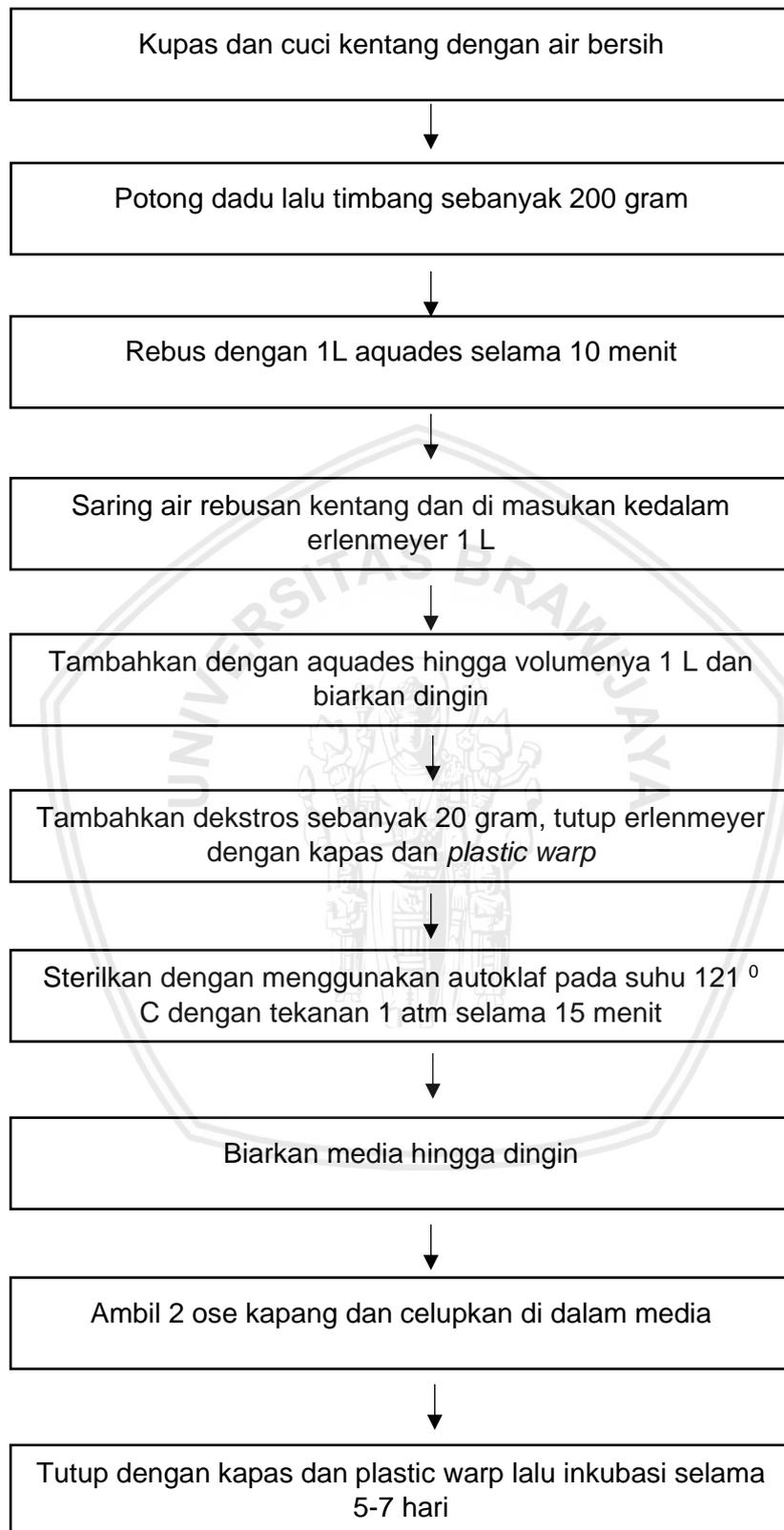
LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Proses Identifikasi Kapang *Aspegillus niger*

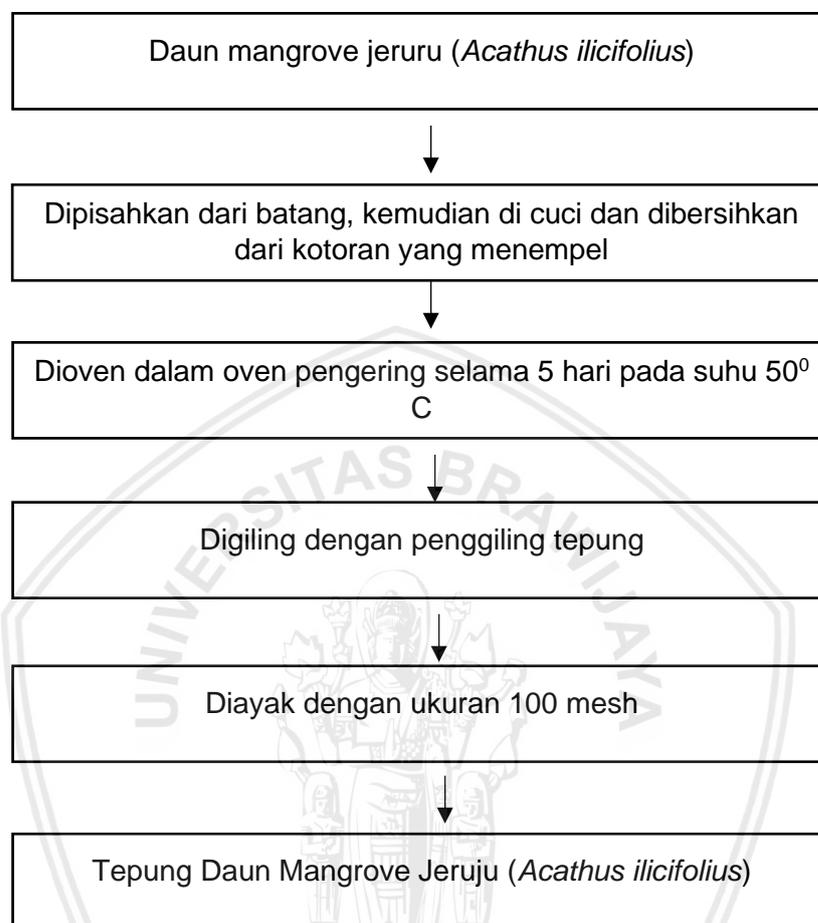
Lampiran 2. Diagram Peremajaan Kapang *Aspergillus niger*



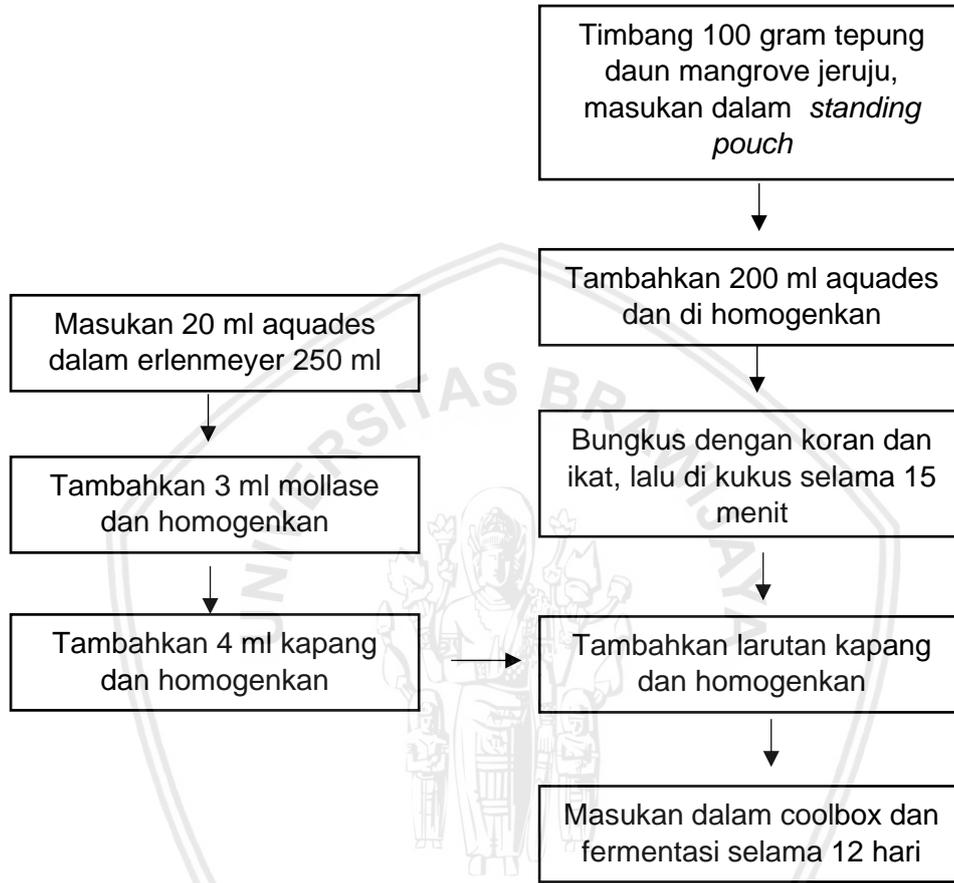
Lampiran 3 Diagram Proses Pembuatan Inokulum Kapang *Aspergillus niger*



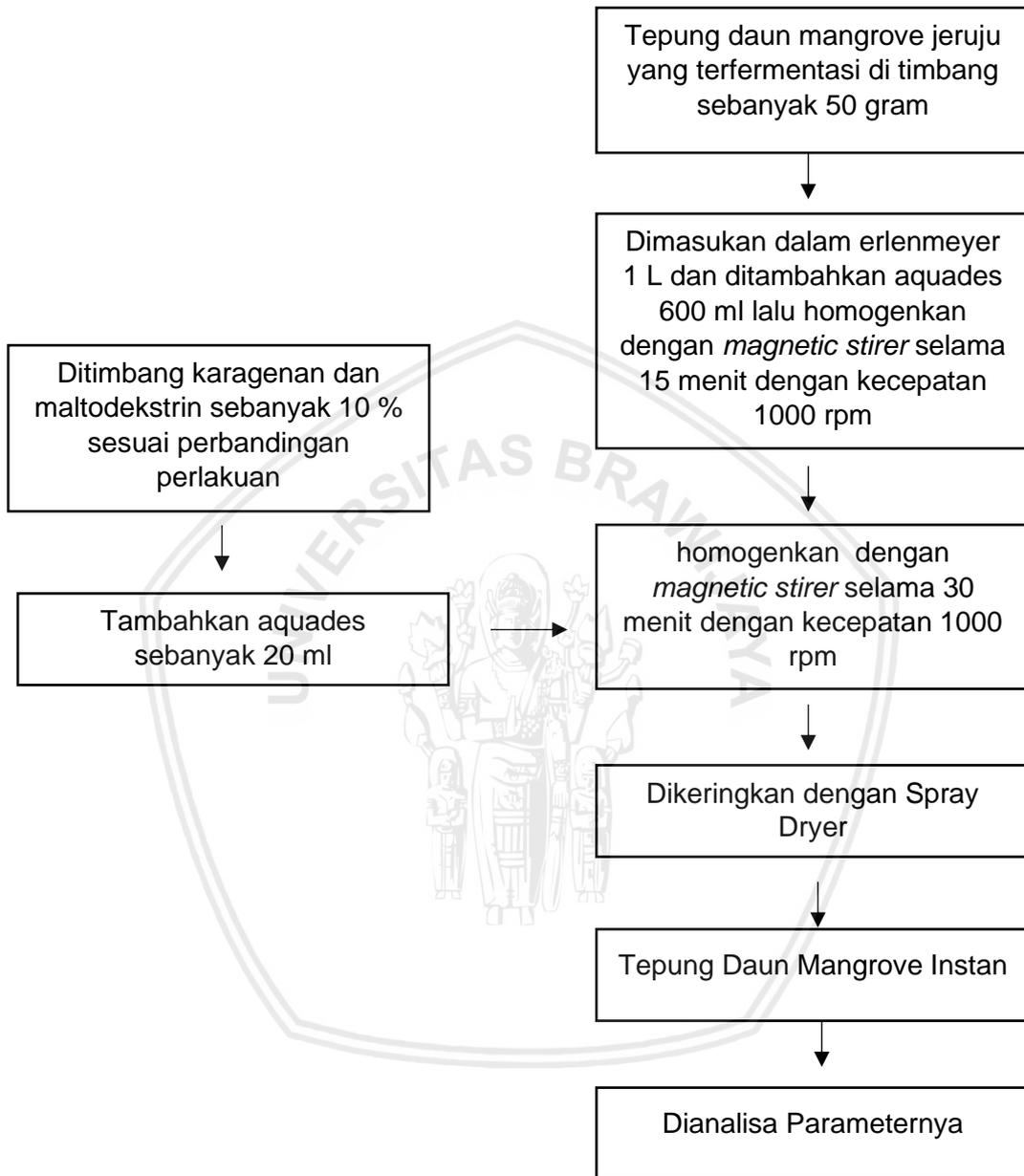
Lampiran 4. Diagram Proses Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)



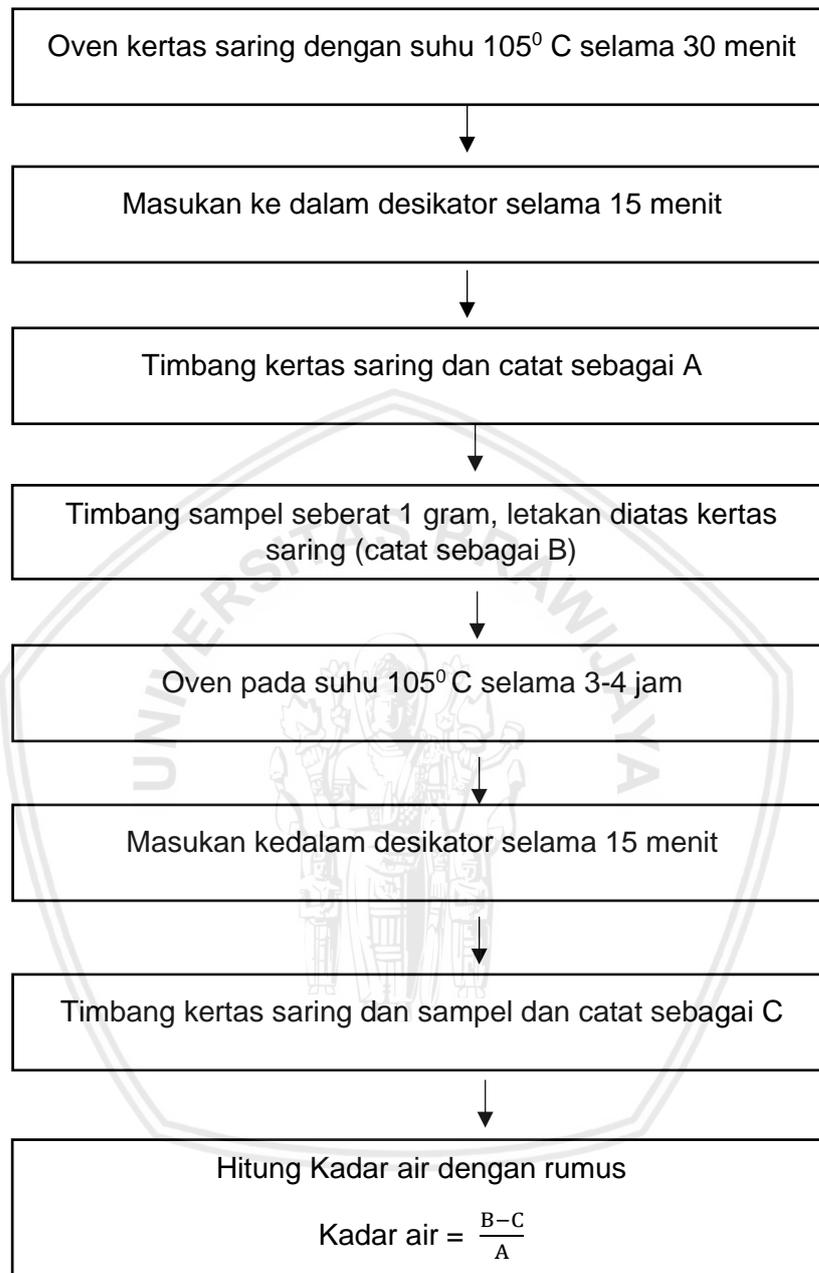
Lampiran 5 Diagram Proses Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)

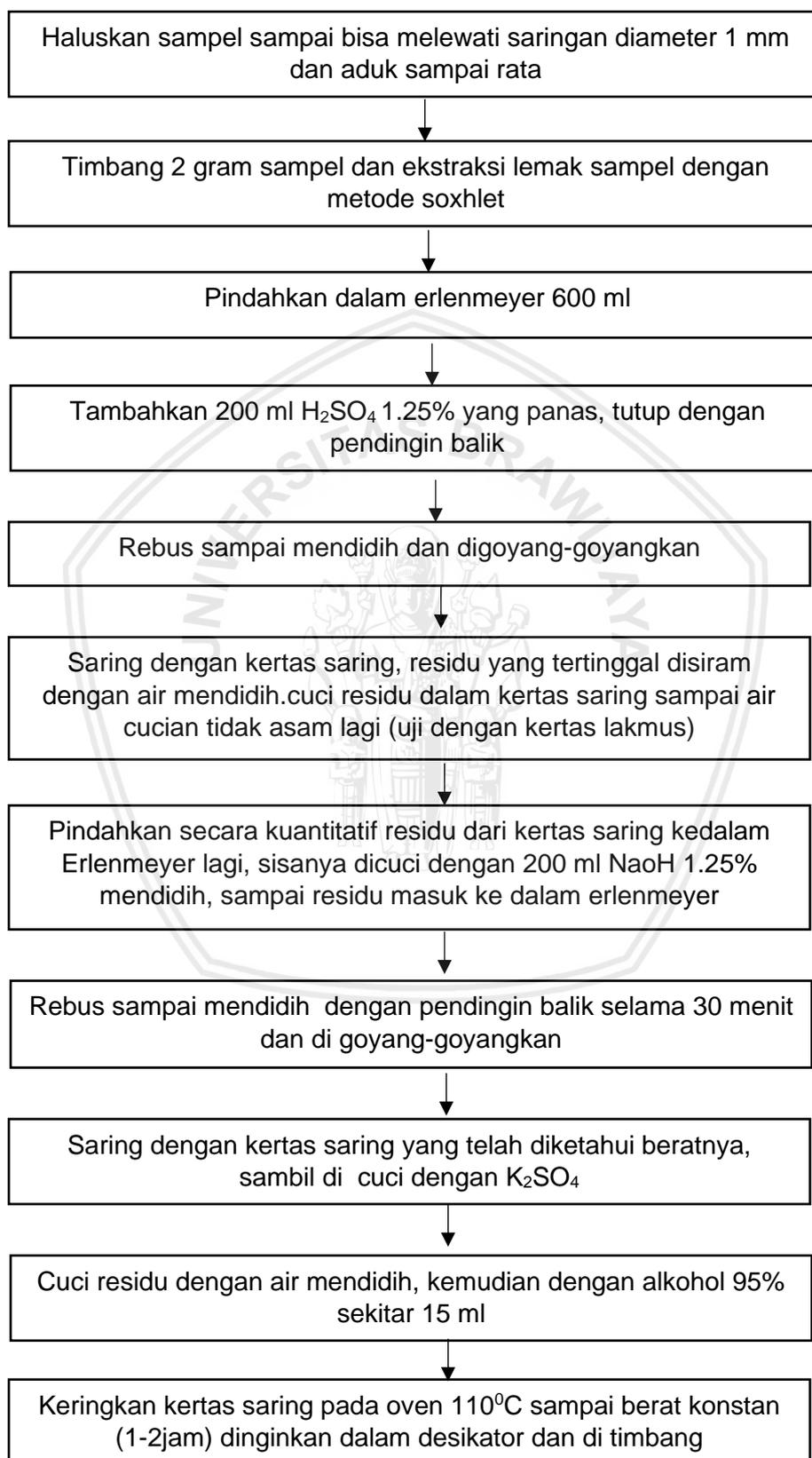


Lampiran 6. Diagram Proses Penambahan Filler dalam Proses *Spray Drying*

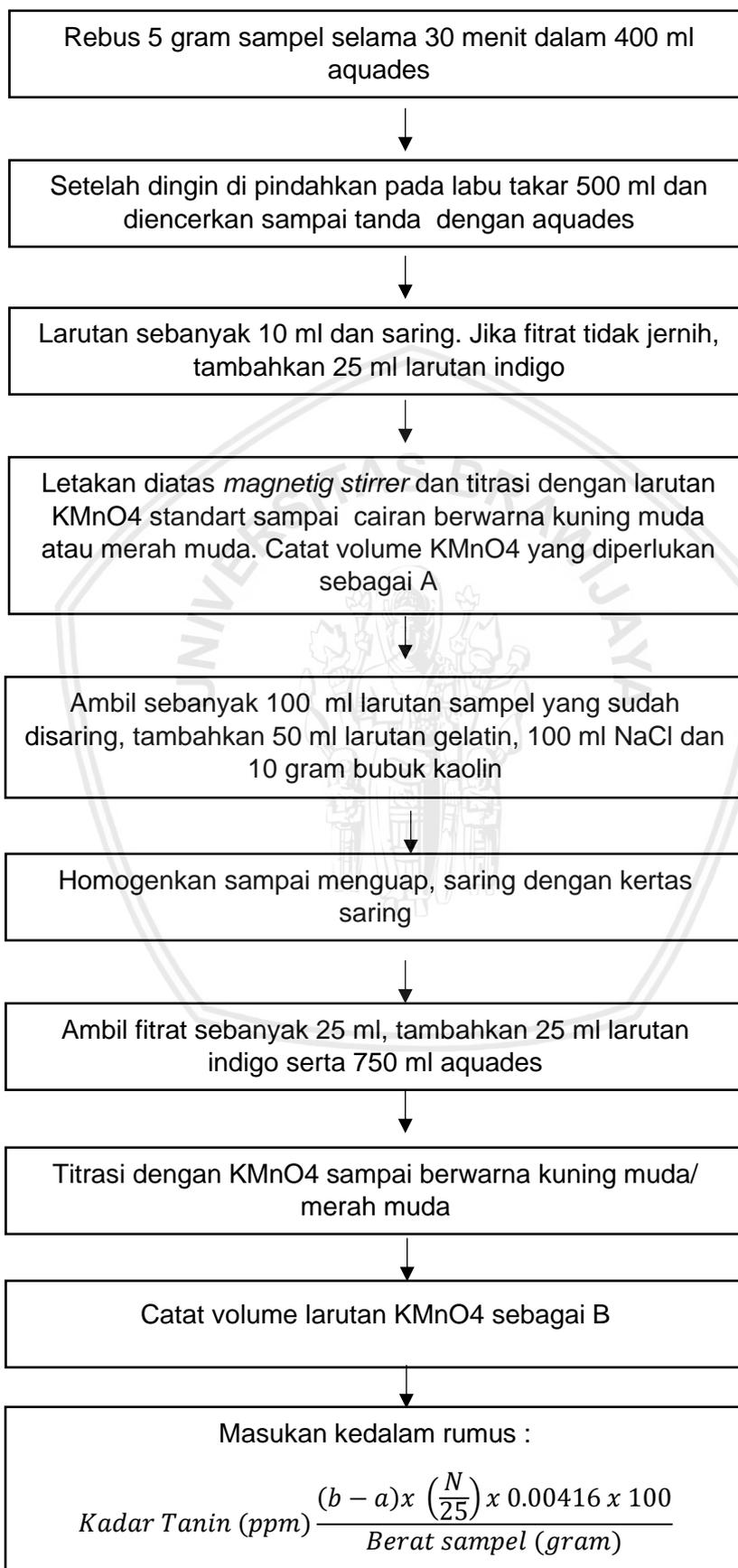


Lampiran 7. Diagram Uji Kadar Air



Lampiran 8. Diagram Uji Serat kasar

Lampiran 9. Diagram Alir Uji Tanin



Lampiran 10. Identifikasi Kapang *Aspergillus niger*



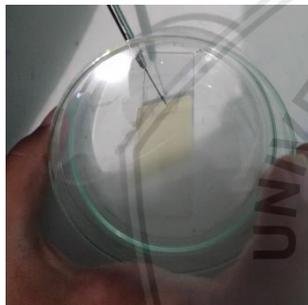
Larutkan 1.56 gr PDA kedalam 40 ml aquades



Rebus media selama 15 menit



Media di sterilisasi dalam autoklaf suhu 121 °C selama 15 menit



Ambil satu ose kapang dan tusukan di tiga sisi media



Letakan media diatas objek glass yang ada di cawan ptri



Tuang pada cawan petri dan biarkan hingga mengeras lalu potong media dengan ukuran 1x1 cm



Tutup media dengan cover glass



Inkubasi selama 3-5 hari



Amati dengan mikroskop, foto hasilnya

Lampiran 11. Proses Peremajaan Kapang *Aspergillus niger*



Timbang media PDA sebanyak 0.78 gram



Masukan kedalam Erlenmeyer 250 ml dan larutkan dalam 20 ml aquades



Rebus media selama 15 menit



Ambil 2 ose kapang ada swab pada media agar miring secara zig zag



Tuangkan media ke dalam tabung reaksi, biarkan dingin dalam posisi miring



Media di sterilisasi dalam autoklaf suhu 121 °C selama 15 menit



Inkubasi selama 3-5 hari



Hasil peremajaan

Lampiran 12. Proses Pembuatan Inokulum Kapang *Aspergillus niger*



Kupas kentang dan potong dadu



Timbang sebanyak 200 gram



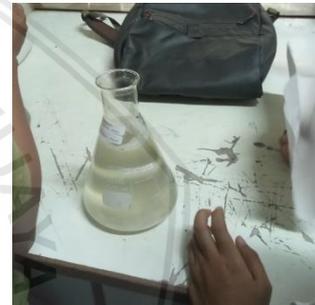
Rebus dengan 1 L aquades selama 15 menit dan disaring



Tambahkan dextrose 20 gram dan homogenkan saat media sudah dingin



Media di sterilisasi dalam autoklaf suhu 121 ° C selama 15 menit



Masukan kedalam Erlenmeyer 1 L , tambahkan aquades hingga 1 L



Ambil 2 ose kapang *Aspergillus niger* celupkan kedalam media



Inkubasi selama 5-7 hari



Hasil inoculum untuk fermentasi

Lampiran 13. Proses Pembuatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)



Pisahkan daun dari batangnya



Dicuci bersih dengan air bersih



Keringkan daun menggunakan oven dengan suhu 50° C selama 60 jam



Tepung daun mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*)



Digiling dengan penggiling tepung lalu diayak dengan ayakan 100 mesh

Lampiran 14. Proses Fermentasi Tepung Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dengan Kapang *Aspergillus niger*



Tepung ditimbang sebanyak 100 gram



Dimasukan kedalam *standing pouch* steril



Ditambahkan 200 ml aquades



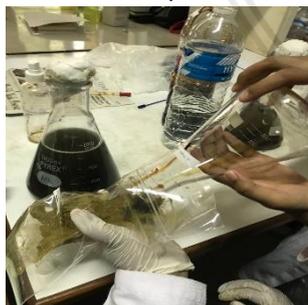
Tambahkan 4 ml kapang *Aspergillus niger*



Masukan 20 ml aquades, 3 ml molase kedalam erlenmeyer 250 ml



Dikukus selama 15 menit



Tuangkan kedalam tepung



Difermentasi selama 12 hari



Hasil setelah fermentasi

Lampiran 15. Proses Pengeringan Tepung Instan Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*)



Timbang sampel sebanyak 50 gram



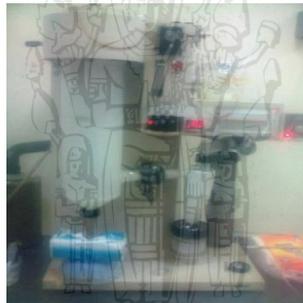
Timbang maltodekstrin dan karagenan sesuai perlakuan (7.5 : 2.5 ; 5 : 5 ; 2.5 : 7.5) 5 gram



Larutkan bahan pengisi dalam 20 ml aquades menggunakan magnetic stirrer kecepatan 1000 rpm selama 5 menit



Hasil pengeringan



Di spray dryer dengan suhu inlet 155^o C dan suhu outlet 55^o C



Larutkan sampel dalam 600 ml dan tambahkan larutan filler kemudian homogenkan dengan magnetic stirrer dengan kecepatan 1000 rpm selama 30 menit

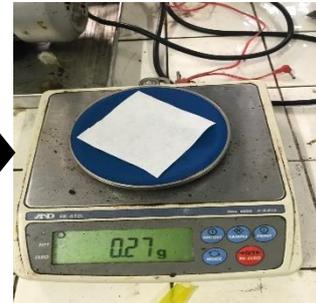
Lampiran 16. Uji Kadar Air



Oven kertas saring pada suhu 105^o C selama 30 menit



Masukan kedalam desikator selama 15 menit



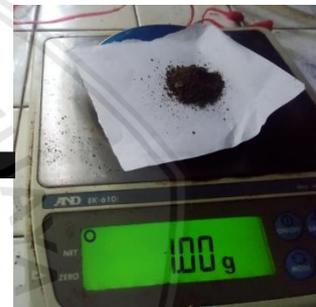
Timbang Kertas saring dan catat sebagai (A)



Oven sampel dan kertas saring selama 3-4jam pada suhu 105^o C



Letakan diatas kertas saring yang sudah di oven



Timbang sampel sebanyak 1 gram



Masukan dalam desikator selama 15 menit



Timbang sampel dan catat sebagai (C)

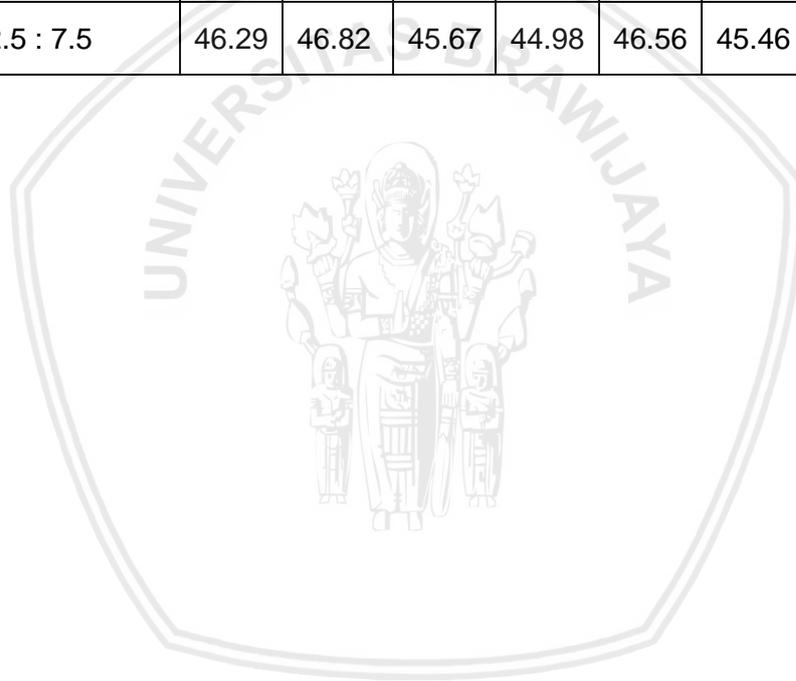
$$\frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Lalu hitung kadar air dengan rumus

Lampiran 17. Data Hasil Pengamatan dan Analisis Keragaman Ukuran Partikel

a. Data Hasil Pengujian Ukuran Partikel

Perbandingan maltodekstrin dan karagenan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
M : K = 7.5 : 2.5	33.09	34.14	32.74	33.83	34.42	33.76	33.66
M : K = 5 : 5	38.19	37.18	36.45	37.68	36.89	38.08	37.41
M : K = 2.5 : 7.5	46.29	46.82	45.67	44.98	46.56	45.46	45.96



b. Analisis Keragaman Ukuran Partikel

Descriptives

ukuran partikel

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	6	33.6633	.63532	.25937	32.9966	34.3301	32.74	34.42
B	6	37.4117	.68921	.28137	36.6884	38.1350	36.45	38.19
C	6	45.9633	.70752	.28884	45.2208	46.7058	44.98	46.82
Total	18	39.0128	5.33489	1.25745	36.3598	41.6658	32.74	46.82

ANOVA

ukuran partikel

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	476.942	2	238.471	518.705	.000
Within Groups	6.896	15	.460		
Total	483.838	17			

Ukuran Partikel

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		a	b	c
A	6	33.6633		
B	6		37.4117	
C	6			45.9633
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

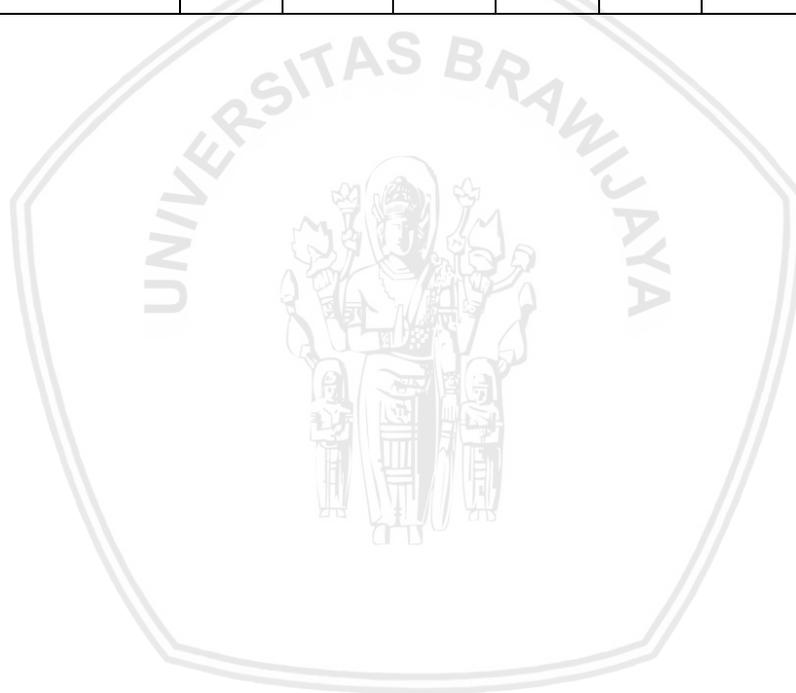
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



Lampiran 18. Data Hasil Pengamatan dan Analisis Keragaman Rendemen

a. Data Hasil Pengamatan Rendemen

Perbandingan maltodekstrin dan karagenan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
M : K = 7.5 : 2.5	23.25	23.44	22.78	22.96	23.18	23.05	23.12
M : K = 5 : 5	20.35	20.42	19.89	19.65	19.98	20.41	20.12
M : K = 2.5 : 7.5	19.21	18.92	18.56	19.34	18.75	19.16	18.99



b. Analisis Keragaman Rendemen

Descriptives

Rendemen

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	6	23.1100	.23169	.09459	22.8669	23.3531	22.78	23.44
B	6	20.1167	.32259	.13170	19.7781	20.4552	19.65	20.42
C	6	18.9900	.29907	.12209	18.6762	19.3038	18.56	19.34
Total	18	20.7389	1.80919	.42643	19.8392	21.6386	18.56	23.44

ANOVA

Rendemen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54.408	2	27.204	330.161	.000
Within Groups	1.236	15	.082		
Total	55.644	17			

Rendemen

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05				
Perlakuan	N	a	b	c
C	6	18.9900		
B	6		20.1167	
A	6			23.1100
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

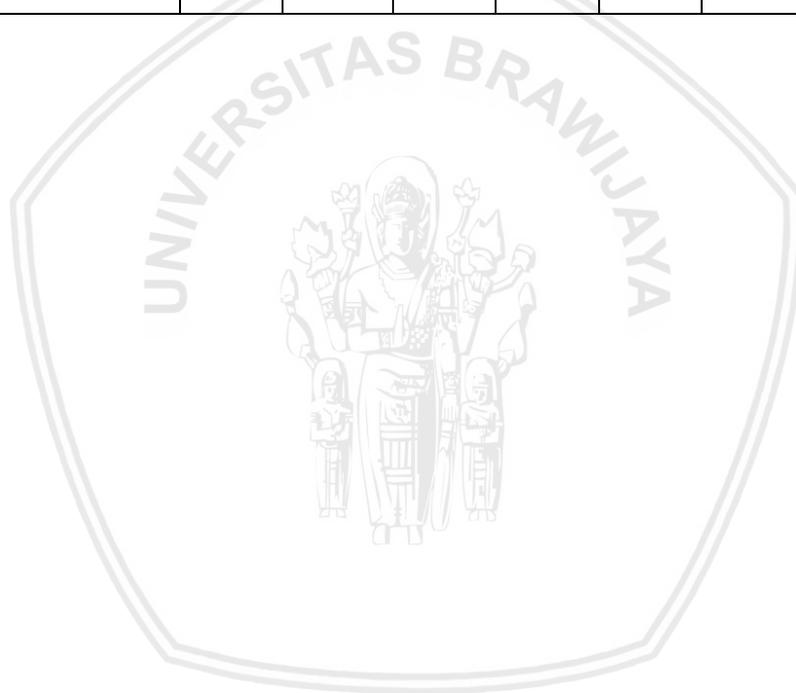
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



Lampiran 19. Data Hasil Pengamatan dan Analisis Keragaman Kadar Air

a. Data Hasil Pengamatan Kadar Air

Perbandingan maltodekstrin dan karagenan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
M : K = 7.5 : 2.5	2.04	1.01	0	2.04	0	0	0.85
M : K = 5 : 5	2.04	3.09	4.17	5.26	2.04	4.17	3.46
M : K = 2.5 : 7.5	7.52	4.17	6.5	4.17	6.38	5.26	5.67



b. Analisis Keragaman Kadar Air

Descriptives

Kadar Air

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	6	.8483	1.00253	.40928	-.2038	1.9004	.00	2.04
B	6	3.4617	1.29753	.52971	2.1000	4.8233	2.04	5.26
C	6	5.6667	1.36261	.55628	4.2367	7.0966	4.17	7.52
Total	18	3.3256	2.33317	.54993	2.1653	4.4858	.00	7.52

ANOVA

Kadar Air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	69.816	2	34.908	23.040	.000
Within Groups	22.727	15	1.515		
Total	92.542	17			

Kadar Air

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05				
Perlakuan	N	a	b	c
A	6	.8483		
B	6		3.4617	
C	6			5.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000

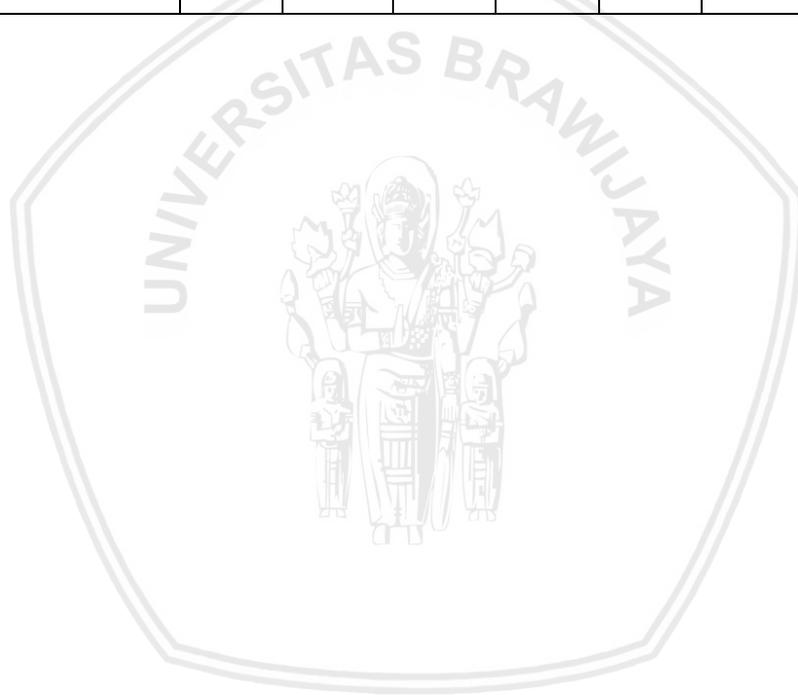
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



Lampiran 20. Data Hasil Pengujian dan Analisis Keragaman Tanin**a. Data Hasil Pengujian Kadar Tanin**

Perbandingan maltodekstrin dan karagenan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
M : K = 7.5 : 2.5	2.50	2.45	2.48	2.46	2.47	2.51	2.48
M : K = 5 : 5	1.88	1.84	1.88	1.89	1.85	1.87	1.87
M : K = 2.5 : 7.5	1.25	1.26	1.24	1.27	1.26	1.23	1.25



b. Analisa Keragaman Hasil Pengujian Kadar Tanin

Descriptives

Kadar Tanin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	6	2.4783	.02317	.00946	2.4540	2.5026	2.45	2.51
B	6	1.8683	.01941	.00792	1.8480	1.8887	1.84	1.89
C	6	1.2517	.01472	.00601	1.2362	1.2671	1.23	1.27
Total	18	1.8661	.51563	.12153	1.6097	2.1225	1.23	2.51

ANOVA

Kadar Tanin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.514	2	2.257	5992.271	.000
Within Groups	.006	15	.000		
Total	4.520	17			

Kadar Tanin

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		a	b	c
C	6	1.2517		
B	6		1.8683	
A	6			2.4783
Sig.		1.000	1.000	1.000

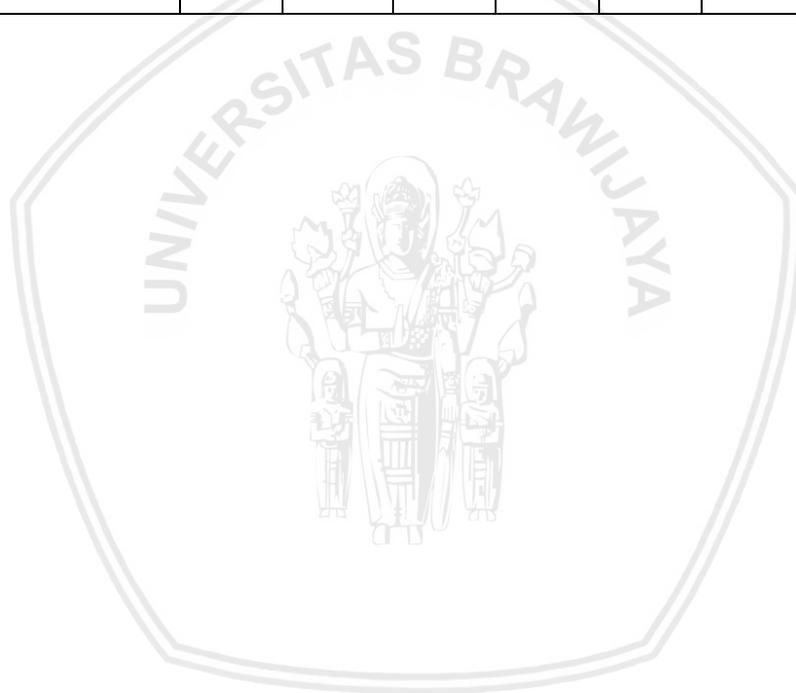
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



Lampiran 21. Data Hasil Pengujian dan Analisis Keragaman Serat Kasar**a. Data Hasil Pengujian Serat Kasar**

Perbandingan maltodekstrin dan karagenan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
M : K = 7.5 : 2.5	8.85	8.84	8.86	8.87	8.82	8.84	8.85
M : K = 5 : 5	6.79	6.77	6.74	6.83	6.81	6.78	6.79
M : K = 2.5 : 7.5	5.21	5.23	5.22	5.18	5.20	5.21	5.21



b. Analisis Keragaman Serat Kasar

Descriptives

Serat Kasar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	6	8.8467	.01751	.00715	8.8283	8.8650	8.82	8.87
B	6	6.7867	.03141	.01282	6.7537	6.8196	6.74	6.83
C	6	5.2083	.01722	.00703	5.1903	5.2264	5.18	5.23
Total	18	6.9472	1.53302	.36134	6.1849	7.7096	5.18	8.87

ANOVA

Serat Kasar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39.944	2	19.972	37683.407	.000
Within Groups	.008	15	.001		
Total	39.952	17			

Serat Kasar

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		a	b	c
C	6	5.2083		
B	6		6.7867	
A	6			8.8467
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



Lampiran 22. Data Hasil Pengujian dan Analisis Keragaman pH**a. Data Hasil Pengujian pH**

Perbandingan maltodekstrin dan karagenan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
M : K = 7.5 : 2.5	5.8	5.5	5.3	5.1	5.6	5.4	5.45
M : K = 5 : 5	5.5	5.7	5.6	5.2	5.2	5.5	5.45
M : K = 2.5 : 7.5	5.7	5.5	5.3	5.4	5.5	5.6	5.50



b. Analisis Keragaman pH

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	6	5.4500	.24290	.09916	5.1951	5.7049	5.10	5.80
B	6	5.4500	.20736	.08466	5.2324	5.6676	5.20	5.70
C	6	5.5000	.14142	.05774	5.3516	5.6484	5.30	5.70
Total	18	5.4667	.19097	.04501	5.3717	5.5616	5.10	5.80

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.010	2	.005	.123	.885
Within Groups	.610	15	.041		
Total	.620	17			

pH

Duncan^a

Subset for alpha
= 0.05

Perlakuan	N	a
B	6	5.4500
A	6	5.4500
C	6	5.5000
Sig.		.690

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.



Lampiran 23. Perhitungan Analisis Perlakuan Terbaik (De Garmo)

PARAMETER	SAMPEL			NILAI TERBAIK	NILAI TERJELEK	SELISIH
	7.5 : 2.5	5.0 : 5.0	2.5 : 7.5			
pH	5.45	5.45	5.50	5.50	5.45	0.05
Kadar Air	0.85	3.46	5.67	0.85	5.67	-4.82
Ukuran Partikel	33.66	37.41	45.96	33.66	45.96	-12.30
Serat Kasar	8.85	6.79	5.43	5.43	8.85	-3.42
Tanin	2.48	1.87	1.25	1.25	2.48	-1.23
Randemen	23.11	20.12	18.99	23.11	18.99	4.12

PARAMETER	BV	BN	7.5 : 2.5		5.0 : 5.0		2.5 : 7.5	
			NE	NH	NE	NH	NE	NH
Tanin	1	0.20	0	0.00	0.50	0.10	1	0.20
Serat Kasar	1	0.20	0	0.00	0.60	0.12	1	0.20
Ukuran Partikel	0.8	0.16	1	0.16	0.70	0.11	0	0.00
Kadar Air	0.9	0.18	1	0.18	0.46	0.08	0	0.00
pH	0.6	0.12	0	0.00	0.00	0.00	1	0.12
Randemen	0.7	0.14	1	0.14	0.27	0.04	0	0.00
Total	5	1.00		0.48		0.45		0.52

PARAMETER	PERLAKUAN		
	7.5 : 2.5	5.0 : 5.0	2.5 : 7.5
Tanin	0.00	0.10	0.20
Serat Kasar	0.00	0.12	0.20
Ukuran Partikel	0.16	0.11	0.00
Kadar Air	0.18	0.08	0.00
pH	0.00	0.00	0.12
Randemen	0.14	0.04	0.00
Total	0.48	0.45	0.52

Rumus Perhitungan :

Selisih = Nilai terbaik – nilai terburuk

Nilai Efisiensi (NE) = (nilai variable terbaik- nilai variable terburu)/ selisih

Nilai Hasil (NH) = Nilai Efisiensi x bobot nilai