

**PENGARUH PERBEDAAN METODE PENGERINGAN  
TERHADAP MUTU BIOMASSA *Spirulina platensis***

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :  
**ADI NARA ACCHEDYA  
NIM. 11508030111052**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

**PENGARUH PERBEDAAN METODE PENGERINGAN  
TERHADAP MUTU BIOMASSA *Spirulina platensis***

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

Oleh :  
**ADI NARA ACCHEDYA  
NIM. 115080301111052**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

SKRIPSI  
PENGARUH PERBEDAAN METODE PENGERINGAN  
TERHADAP MUTU BIOMASSA *Spirulina platensis*

Oleh :  
ADI NARA ACCHEDYA  
NIM. 115080301111052

Telah dipertahankan di depan penguji  
Pada tanggal 3 Mei 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I,



(Dr. Ir. Yahya, MP)  
NIP. 19630706 199003 1 003

Tanggal :  
26 MAY 2016

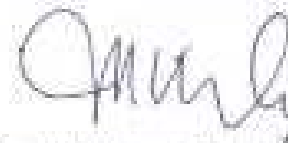
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I,



(Dr. Ir. Anies Chamidah, MP)  
NIP. 19640912 199002 2 001

Tanggal :  
26 MAY 2016

Dosen Pembimbing II,



(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)  
NIP. 19680919 2005001 1 001

Tanggal :  
26 MAY 2016

Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP,



(Dr. Ir. Arlina Wilujana Ekawati, MS)

NIP. 19620905 198603 2 001

Tanggal :  
26 MAY 2016

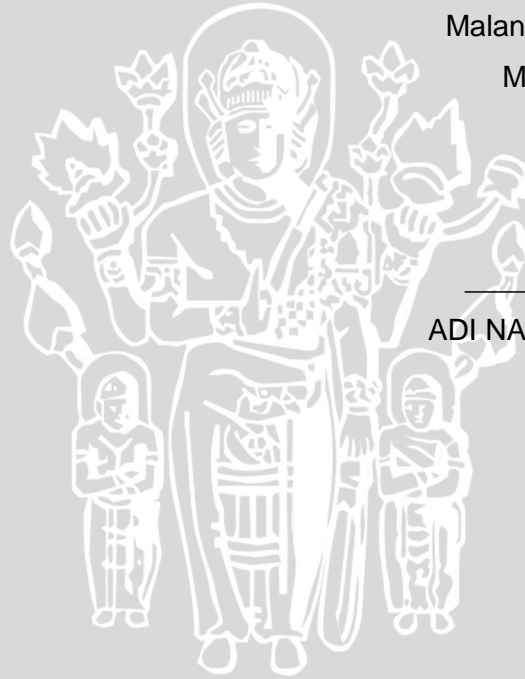
## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 3 Mei 2016

Mahasiswa



\_\_\_\_\_  
ADI NARA ACCHEDYA

## RINGKASAN

**ADI NARA ACCHEDYA. 115080301111052.** Laporan Skripsi. Pengaruh Perbedaan Metode Pengeringan Terhadap Mutu Biomassa *Spirulina platensis*.  
**Dr. Ir. Anies Chamidah, MP dan Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP.**

---

*Spirulina platensis* merupakan salah satu mikroalga yang merupakan sumber PST (Protein Sel Tunggal) yang mempunyai kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Mikroalga ini mengandung protein sebesar 55-70%, karbohidrat 15-25%, asam lemak esensial 18%, dan sisanya adalah vitamin, mineral serta pigmen, seperti: klorofil, karoten, xantofil dan fikosianin. Sebagai salah satu jenis *Cyanophyta* yang kandungan nutrisinya cukup lengkap, *S. platensis* juga merupakan salah satu mikroalga yang mudah dikembangkan dengan cara budidaya baik menggunakan media air laut maupun air tawar. Mikroalga ini juga mudah untuk dikembangkan karena memiliki beberapa karakteristik antara lain seperti: reproduksi selnya yang cepat dalam lingkungan alkali, mudah untuk pertumbuhan monokultur, serta setiap sel dapat dimanfaatkan, dan tidak mengandung racun. Namun pengolahan mikroalga merupakan langkah penting yang perlu diperhatikan agar dapat mempertahankan gizi dan senyawa aktif yang terkandung didalamnya. Salah satu kendala pada proses kultivasi mikroalga ini yaitu pada proses pengeringan. Pengeringan merupakan salah satu proses penting yang dapat menentukan kualitas hasil akhir. Namun, metode pengeringan yang tepat untuk menghasilkan *S. platensis* kering berkualitas tinggi dengan efisiensi energi yang tinggi belum dapat dilakukan dengan baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis* kering serta menentukan metode pengeringan apakah yang tepat agar dapat dihasilkan biomassa *S. platensis* kering dengan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia terbaik.

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Oktober 2015 yang bertempat di Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Sentral dan Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Simpanan Bahan Padat Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, dan Laboratorium Mikrobiologi Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5 metode pengeringan biomassa *S. platensis* yang berbeda meliputi pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung, oven, oven vakum, *spray dryer*, dan *freeze dryer*. Sedangkan parameter uji pada penelitian ini adalah rendemen, analisis proksimat (meliputi kadar air, kadar lemak, kadar abu, kadar protein dan kadar karbohidrat), total serat pangan (*Total Dietary Fiber*), profil asam amino untuk hasil yang terbaik, dan uji warna pada serbuk biomassa *S. platensis*. Data hasil penelitian kemudian dianalisa menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut BNJ. Untuk

menentukan perlakuan terbaik dari metode pengeringan biomassa *S. platensis* dilakukan dengan menggunakan analisa De Garmo.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa metode pengeringan yang berbeda dapat berpengaruh terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis*. Proses pengeringan dengan metode *freeze drying* merupakan metode yang paling baik dalam mempertahankan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia biomassa *S. platensis* dengan kandungan protein sebesar 49,7%, kadar air 2,37%, kadar lemak 2,92%, kadar abu 6,46%, serta kadar karbohidrat 38,69%. Sedangkan untuk karakteristik fisikokimia serbuk *S. platensis* dengan metode *freeze drying* didapat rendemen sebesar 16,86%, serta total serat pangan sebesar 10,43%.



## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT atas segala karunia dan Hidayah-Nya yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Metode Pengeringan Terhadap Mutu Biomassa *Spirulina platensis*”.

Ucapan terimakasih disampaikan sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan hikmah sehingga laporan skripsi ini dapat selesai.
2. Bapak Agus Mukti Widodo dan Ibu Diah Kuswinanti yang telah memberikan do'a dan dukungan dalam menjalani kehidupan hingga saat ini
3. Dr. Ir. Anies Chamidah, MP dan Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP selaku dosen pembimbing yang selalu memberi arahan dan masukan yang membangun selama penyusunan laporan.
4. Teman-teman THP '11 yang selalu memberikan dorongan dan arahan sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
5. Serta semua orang disekitar yang telah memberikan support kepada penulis. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya, dan bagi pembaca pada umumnya.

Malang, 3 Mei 2016

Penulis

## KATA PENGANTAR

Laporan Penelitian Skripsi yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Metode Pengeringan Terhadap Mutu Biomassa *Spirulina platensis*” ini menyajikan bahasan yang meliputi penjelasan pembuatan serbuk biomassa *Spirulina platensis* yang dikeringkan dengan metode yang berbeda. Metode pengeringan biomassa *S. platensis* yang digunakan antara lain pengeringan dengan menggunakan oven sebagai kontrol, panas matahari, oven vakum, *spray drying*, serta *freeze drying*. Dalam laporan skripsi ini juga dijelaskan apa saja perbedaan dari metode pengeringan tersebut serta metode manakah yang paling efektif digunakan dalam pengeringan biomassa *S. platensis*.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan perikanan di masa depan.

Malang, 3 Mei 2016

Penulis





DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Hipotesa .....	4
1.5 Kegunaan .....	4
1.6 Waktu dan tempat .....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Spirulina platensis .....	6
2.1.1 Karakteristik <i>S. platensis</i> .....	6
2.1.2 Kandungan Gizi <i>S. platensis</i> .....	7
2.2 Pangan Fungsional .....	9
2.3 Proses Kultivasi Biomassa <i>S. platensis</i> .....	10
2.3.1 Proses Kultivasi Biomassa <i>S. platensis</i> Skala Laboratorium ...	10
2.3.2 Proses Kultivasi Biomassa <i>S. platensis</i> Skala Kultur Massal ...	11
2.3.3 Proses Kultivasi Biomassa <i>S. platensis</i> dengan Media Substrat Organik .....	12
2.3.4 Proses Pemanenan Biomassa <i>S. platensis</i> .....	13
2.4 Proses Pembuatan Serbuk Biomassa <i>Spirulina</i> .....	13
2.4.1 Sinar Matahari .....	14
2.4.2 Oven .....	15
2.4.3 Oven Vakum .....	16
2.4.4 Spray Dryer .....	17
2.4.5 Freeze Dryer .....	18
<b>3. METODOLOGI.....</b>	<b>21</b>
3.1 Materi Penelitian .....	21
3.1.1 Bahan Penelitian .....	21
3.1.2 Alat Penelitian .....	21
3.2 Metode Penelitian .....	22
3.2.1 Metode .....	22
3.2.2 Variabel .....	23
3.3 Rancangan Percobaan .....	24
3.4 Prosedur Penelitian .....	25
3.4.1 Pengeringan Biomassa <i>S. platensis</i> .....	25
3.4.1.1 Metode Sinar Matahari Langsung .....	25

3.4.1.2 Metode Oven .....	26
3.4.1.3 Metode Oven Vakum .....	26
3.4.1.4 Metode Spray Dryer .....	27
3.4.1.5 Metode Freeze Dryer .....	28
3.5 Pengamatan .....	29
3.5.1 Rendemen .....	29
3.5.2 Analisa Warna Serbuk biomassa <i>S. platensis</i> .....	29
3.5.3 Analisa Total Serat Pangan .....	30
3.5.4 Analisa Profil Asam Amino .....	32
3.5.5 Analisa Skor Asam Amino .....	35
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Analisa Kimia Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	36
4.1.1 Kadar Air .....	36
4.1.2 Kadar Lemak .....	38
4.1.3 Kadar Protein .....	40
4.1.4 Kadar Abu .....	42
4.1.5 Kadar Karbohidrat .....	44
4.2 Analisa Fisikokimia Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	45
4.2.1 Rendemen .....	45
4.2.2 Analisa Total Serat Pangan .....	47
4.3 Uji Warna Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	49
4.4 Metode Pengeringan Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> Terbaik ....	50
4.5 Profil Asam Amino .....	51
4.6 Skor Asam Amino .....	55
<b>5. PENUTUP .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Spirulina platensis</i> .....	7
2. Rata – rata Kadar Air Biomassa <i>S. platensis</i> Kering .....	37
3. Rata – rata Kadar Lemak Biomassa <i>S. platensis</i> Kering .....	39
4. Rata – rata Kadar Protein Biomassa <i>S. platensis</i> Kering .....	41
5. Rata – rata Kadar Abu Biomassa <i>S. platensis</i> Kering .....	43
6. Rata – rata Kadar Karbohidrat Biomassa <i>S. platensis</i> Kering .....	44
7. Nilai Rendemen Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	46



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan gizi biomassa <i>S. platensis</i> .....	8
2. Model rancangan penelitian .....	24
3. Rata - rata komposisi kimia biomassa <i>S. platensis</i> kering .....	46
4. Kandungan Protein serbuk <i>S. platensis</i> dan Bahan Makanan Lain.....	42
5. Hasil analisa total serat pangan serbuk biomassa <i>S. platensis</i> .....	47
6. Hasil pembacaan warna pada serbuk biomassa <i>S. platensis</i> .....	49
7. Profil asam amino serbuk <i>S. platensis</i> .....	52
8. Hasil analisa skor asam amino serbuk biomassa <i>S. platensis</i> .....	56
9. Skor asam amino pada beberapa bahan makanan .....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
10. Diagram Alir Analisa Kadar Air .....	66
11. Diagram Alir Analisa Kadar Protein .....	67
12. Diagram Alir Analisa Kadar Lemak .....	68
13. Diagram Alir Analisa Kadar Abu.....	69
14. Rata – rata Komposisi Kimia Biomassa <i>S. platensis</i> kering.....	70
15. Hasil Analisis Kadar Air Biomassa <i>S. platensis</i> kering .....	71
16. Hasil Analisis Kadar Lemak Biomassa <i>S. platensis</i> kering .....	72
17. Hasil Analisis Kadar Protein Biomassa <i>S. platensis</i> kering.....	73
18. Hasil Analisis Kadar Abu Biomassa <i>S. platensis</i> kering .....	74
19. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat Biomassa <i>S. platensis</i> kering.....	75
20. Hasil Analisis Total Serat Pangan Biomassa <i>S. platensis</i> kering.....	76
21. Hasil Analisis Total Serat Pangan Biomassa <i>S. platensis</i> kering.....	78
22. Hasil Analisa Kadar Asam Amino <i>S. platensis</i> kontrol 50 ppm .....	79
23. Hasil Analisa Kadar Asam Amino <i>S. platensis</i> kontrol 100 ppm .....	80
24. Hasil Analisa Kadar Asam Amino <i>S. platensis</i> kontrol 250 ppm .....	81
25. Hasil Analisa Kadar Asam Amino <i>S. platensis</i> kontrol 500 ppm .....	82
26. Hasil Analisa Kadar Asam Amino <i>S. platensis</i> metode oven .....	83
27. Hasil Analisa Kadar Asam Amino <i>S. platensis</i> freeze drying .....	84
28. Dokumentasi Analisis Kadar Air Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	85
29. Dokumentasi Analisis Kadar Lemak Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	86
30. Dokumentasi Analisis Kadar Protein Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	87
31. Dokumentasi Analisis Kadar Abu Serbuk Biomassa <i>S. platensis</i> .....	88



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini kebutuhan konsumen akan makanan fungsional berkembang dengan cepat. Sebagian besar konsumen berharap bahwa makanan yang mereka makan dapat memberikan efek yang baik untuk kesehatan mereka. Di era modern, makanan tidak hanya digunakan sebagai sumber energi serta gizi, tetapi juga dapat memberikan sistem kekebalan bagi tubuh serta dapat meningkatkan sistem antibodi. Makanan ini disebut sebagai makanan fungsional (Christwardana *et al*, 2013).

Salah satu jenis makanan fungsional yang dianggap dapat memberikan efek yang baik untuk kesehatan tubuh antara lain yaitu mikroalga. Jenis mikroalga yang telah banyak dibudidayakan akhir – akhir ini adalah *Spirulina platensis*. Mikroalga *S. platensis* berasal dari golongan *Cyanophyta* atau alga hijau biru (Kusdarwati *et al.*, 2011). Mikroalga ini merupakan salah satu jenis PST (Protein Sel Tunggal) yang mempunyai kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Mikroalga ini mengandung protein sebesar 55-70%, karbohidrat 15-25%, asam lemak esensial 18%, dan sisanya adalah vitamin, mineral serta pigmen, seperti: klorofil, karoten, xantofil dan fikosianin (Sedjati *et al.*, 2012).

Sebagai salah satu jenis *Cyanophyta* yang kandungan nutrisinya cukup lengkap, *S. platensis* juga merupakan salah satu mikroalga yang mudah dikembangkan dengan cara budidaya baik menggunakan media air laut maupun air tawar. Mikroalga ini juga mudah untuk dikembangkan karena memiliki beberapa karakteristik antara lain seperti: reproduksi selnya yang cepat dalam lingkungan alkali, mudah untuk pertumbuhan monokultur, serta setiap sel dapat dimanfaatkan, dan tidak mengandung racun. Pigmen *phycobiline* yang

terkandung di dalam mikroalga ini dapat digunakan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh pada manusia (Dianursanti and Wijanarko, 2007).

Pengembangan (kultivasi) mikroalga *S. platensis* sebagai makanan fungsional antara lain melibatkan pembibitan, budidaya, panen, dan pengolahan hingga menjadi makanan fungsional. Namun pengolahan mikroalga merupakan langkah penting yang perlu diperhatikan agar dapat mempertahankan gizi dan senyawa aktif yang terkandung didalamnya. Meskipun mikroalga ini mudah untuk dikembangkan, akan tetapi ada beberapa kendala dalam proses kultivasinya. Salah satu kendala pada proses kultivasi mikroalga ini yaitu pada proses pengeringan. Pengeringan merupakan salah satu proses penting yang dapat menentukan kualitas hasil akhir. Namun, metode pengeringan yang tepat untuk menghasilkan *S. platensis* kering berkualitas tinggi dengan efisiensi energi yang tinggi belum dapat dilakukan dengan baik (Prasetyaningrum dan Djaeni, 2012).

Proses pengeringan biomassa *S. platensis* dapat dilakukan dengan banyak macam cara, salah satunya dengan menggunakan kipas angin selama 48 jam. Hal ini bertujuan agar protein dari *S. platensis* tidak terdenaturasi, karena protein bila terlalu lama dipanaskan akan terdenaturasi (Anggraeni *et al.*, 2014). Selain itu, proses pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan sinar matahari merupakan metode yang paling umum digunakan oleh sebagian produsen, akan tetapi proses pengeringan dengan metode sinar matahari ini memerlukan sedikit kehati-hatian. Pengeringan dengan sinar matahari secara langsung harus dilakukan secara cepat, karena dapat merusak klorofil dan *S. platensis* yang kering akan terlihat berwarna kebiruan (Jourdan, 2001).

Wulandari (2013), juga melakukan proses pengeringan *S. platensis* setelah menyaring hasil panen dengan menggunakan plankton net berukuran 90 mesh kemudian mengeringkannya dengan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 24 sampai 48 jam, selanjutnya digerus hingga menjadi serbuk halus.

Penelitian tentang pengeringan *S. Platensis* telah banyak dilakukan dengan berbagai cara maupun metode antara lain yaitu dengan menggunakan sinar matahari maupun dengan oven. Namun belum dapat diketahui metode pengeringan yang dapat menghasilkan serbuk biomassa *S. Platensis* dengan kualitas yang baik. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses pengeringan biomassa *S. platensis* agar diperoleh *S. platensis* kering dengan kandungan gizi yang maksimal. Dalam penelitian ini, biomassa *S. platensis* dicoba untuk dikeringkan dengan metode yang berbeda untuk mengetahui perubahan kandungan gizi yang terkandung di dalamnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meliputi lima metode yang berbeda, antara lain: pengeringan dengan menggunakan sinar matahari, menggunakan oven dan oven vakum, menggunakan *spray dryer*, serta menggunakan *freeze dryer*. Faktor yang mempengaruhi kualitas dari *S. platensis* kering yaitu suhu dan waktu yang dibutuhkan. Semakin rendah suhu yang digunakan serta semakin cepat waktu yang digunakan, maka kualitas dari *S. platensis* kering akan semakin baik. Penelitian ini dapat dikatakan efektif untuk mengetahui metode manakah yang terbaik untuk dapat menghasilkan *S. platensis* kering dengan kualitas yang tinggi.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis* kering?
2. Metode pengeringan apakah yang dapat menghasilkan biomassa *S. platensis* kering dengan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia terbaik?



### 1.3 Tujuan

1. Untuk menentukan pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis* kering.
2. Untuk menentukan metode pengeringan apakah yang tepat agar dapat dihasilkan biomassa *S. platensis* kering dengan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia terbaik.

### 1.4 Hipotesa

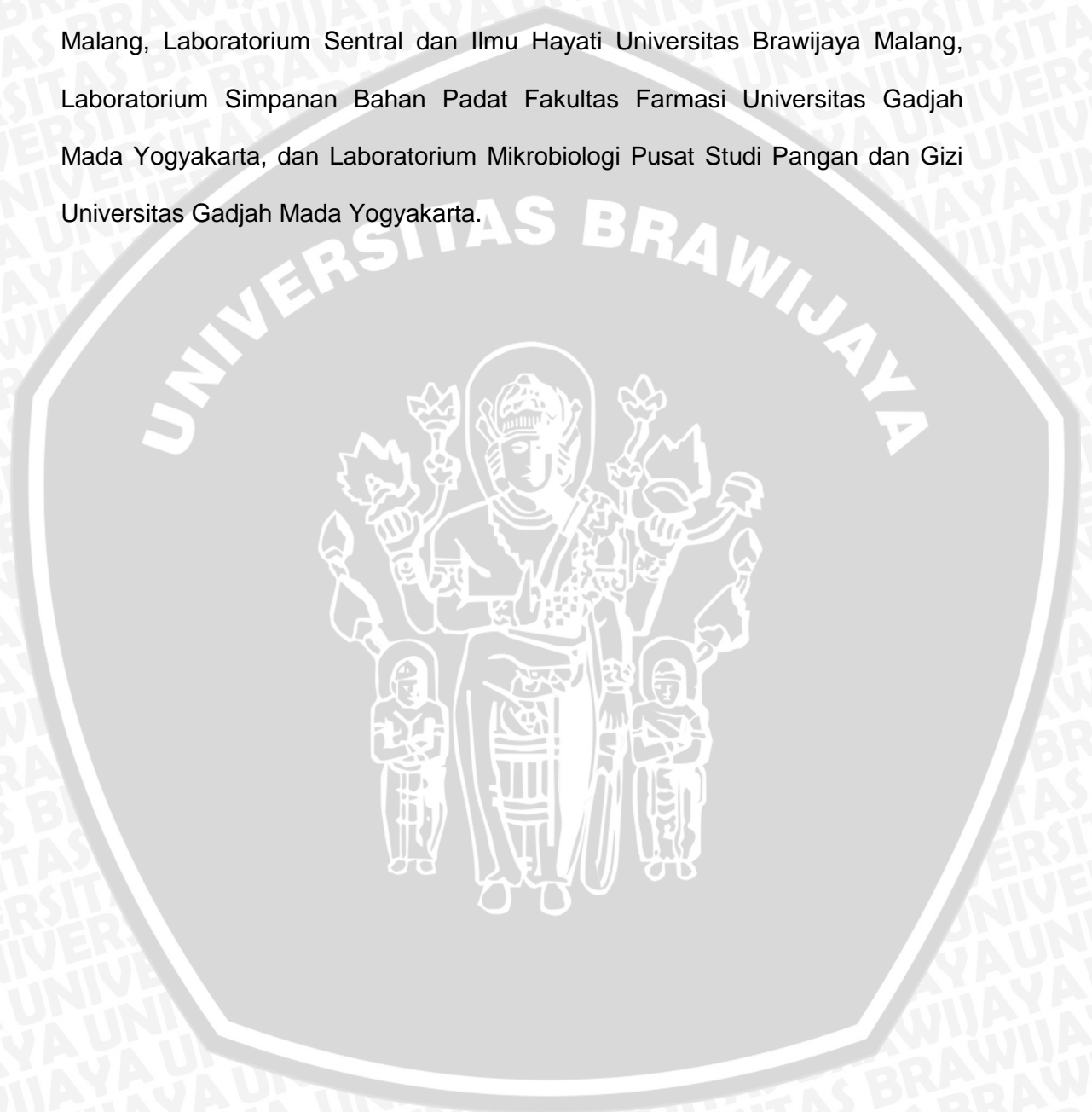
1. Metode pengeringan yang berbeda berpengaruh terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis* kering.
2. Proses pengeringan dengan metode *freeze drying* adalah metode yang paling baik dalam mempertahankan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis* kering. Hal tersebut dikarenakan suhu yang digunakan sangat rendah

### 1.5 Kegunaan

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai pengaruh metode pengeringan *S. platensis* yang berbeda terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis* kering.
2. Mendapatkan metode pengeringan biomassa *S. platensis* yang terbaik untuk dapat memberikan penyediaan kebutuhan nutrisi alternatif bagi masyarakat dari biomassa *S. platensis* kering.

### 1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Oktober 2015 yang bertempat di Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Sentral dan Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Simpanan Bahan Padat Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, dan Laboratorium Mikrobiologi Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Spirulina platensis*

#### 2.1.1 Karakteristik *S. platensis*

*S. platensis* adalah ganggang hijau-kebiruan, memiliki bentuk tubuh yang menyerupai benang yang merupakan rangkaian sel yang berbentuk silindris dengan dinding sel yang tipis, berdiameter 1-12 mikrometer. Filamen *S. platensis* hidup berdiri sendiri dan dapat bergerak bebas. Kelompok alga ini memiliki bentuk tubuh spiral dan hidup dalam koloni yang besar berwarna hijau tua. Warna hijau tua ini berasal dari klorofil yang terkandung dalam jumlah yang tinggi. Ganggang ini tumbuh baik dan subur di perairan tawar seperti kolam air tawar dan danau air tawar terutama pada kisaran pH 8-11 (alkali). Akan tetapi, biomassa *S. platensis* juga mampu untuk tumbuh subur di perairan hangat yang memiliki temperatur 32°C-45°C (85°F-112°F) (Prasetyo dan Elizabeth, 2010).

*Cyanophyta* atau alga hijau biru adalah kelompok alga yang paling primitif yang memiliki sifat-sifat bakterial dan alga. Kelompok alga jenis ini termasuk organisme prokariotik yang tidak memiliki struktur-struktur sel seperti yang ada pada alga lainnya, contohnya seperti nukleus dan chloroplast. *Cyanophyta* hanya memiliki chlorophyll *a*, tetapi memiliki variasi phycobilin seperti halnya carotenoid. Alga ini tidak memiliki flagella, akan tetapi memiliki filamen-filamen yang dapat membuat *Cyanophyta* bergerak ketika filamen-filamen tersebut berhubungan dengan permukaan (Rostika, 2011).

Salah satu contoh alga hijau biru (*Cyanophyta*) dari ordo *Hormogonales* (*Nostocales*) yaitu *Spirulina sp.* *Spirulina* merupakan alga hijau biru yang tumbuh di alam, hidup berkelompok, dan merupakan makhluk hidup autotrof berwarna hijau kebiruan dengan sel berkolom yang membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix) (Hariyati, 2008).

Klasifikasi *S. platensis* secara taksonomi menurut Sari (2012), adalah sebagai berikut :

Divisi	: <i>Cyanophyta</i>
Kelas	: <i>Cyanophyceae</i>
Ordo	: <i>Nostocales</i>
Sub Ordo	: <i>Nostcaceae</i>
Famili	: <i>Oscilatoriaceae</i>
Genus	: <i>Spirulina</i>
Spesies	: <i>Spirulina platensis</i>



Sumber: Henrikson (2009)

**Gambar 1. *Spirulina platensis***

### 2.1.2 Kandungan Gizi *S. platensis*

Di beberapa negara maju seperti Amerika Serikat dan Jepang, beberapa spesies mikroalga sudah diteliti dan dikembangkan sebagai bahan makanan dalam skala industri besar. Mikroalga tersebut antara lain *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus acutus*, dan *Spirulina platensis* (Usharani *et al.*, 2012). Apabila dibandingkan dengan mikroalga lainnya ternyata *S. platensis* memiliki kandungan protein tertinggi yaitu 60-70% dari berat kering tubuhnya, sedangkan

kandungan protein dari *S. acutus* sebesar 55%, dan *C. pyrenoidosa* hanya sebesar 49,8 (Prasetyo dan Elizabeth, 2010).

Selain kandungan proteinnya yang tinggi, *S. platensis* juga memiliki aktivitas antioksidan yang cukup baik untuk menetralkan radikal bebas di dalam tubuh. Aktivitas antioksidan dari *Spirulina platensis* dapat terjadi karena kontribusi dari komponen *flavonoid*,  $\beta$ -*carotene*, vitamin A, dan  $\alpha$ -*tocopherol*. Penelitian yang dilakukan oleh Wang *et al.*, (2007), menyebutkan bahwa kandungan *flavonoid* pada ekstrak *Spirulina platensis* yaitu sebesar 85,1 g/kg, kandungan  $\beta$ -*carotene* sebesar 77,8 g/kg, kandungan vitamin A sebesar 113,2 g/kg, dan kandungan  $\alpha$ -*tocopherol* sebesar 3,4 g/kg.

**Tabel 1. Kandungan gizi biomassa *S. platensis***

Nutrisi	Kandungan (%)
Protein	62%
Karbohidrat	19%
Lemak	5%
Abu	9%
Kadar Air	5%
Thiamin (B1)	0,35 mg
Riboflavin (B2)	0,40 mg
Niacin (B3)	1,40 mg
Vitamin B6	80 mg
Vitamin B12	20 mg
Phycocyanin	1400 mg
Chlorophyll	100 mg

Sumber: Henrikson (2009)

Salah satu kelebihan biomassa *S. platensis* jika dibandingkan dengan sumber protein yang lain yaitu tidak adanya selulosa yang terkandung di dalam dinding sel *S. platensis*. Dinding sel *S. platensis* tersusun atas copolysakarida lembut yang menyebabkan protein yang terkandung di dalam *S. platensis* mudah dicerna dan berasimilasi. Daya cerna protein yang mudah hingga mencapai 85 sampai 95% sangat penting bagi orang yang menderita penyakit kekurangan gizi seperti kwashiorkor, di mana kemampuan penyerapan usus telah rusak. Selain

itu *S. platensis* juga baik apabila dikonsumsi oleh orang tua yang mengalami kesulitan mencerna protein kompleks serta malabsorpsi usus (Henrikson, 2009).

## 2.2 Pangan Fungsional

Pangan fungsional dapat didefinisikan sebagai makanan atau bahan pangan yang dapat memberikan manfaat tambahan di samping fungsi gizi dasar pangan tersebut. Pangan fungsional dapat dikonsumsi bebas seperti makanan dan minuman pada umumnya, tanpa adanya batasan dosis tertentu. Tidak seperti obat yang digunakan untuk mengobati suatu penyakit, pangan fungsional lebih ditujukan untuk penurunan resiko dan perlambatan atau pencegahan penyakit tertentu. Yang paling utama adalah pencegahan terhadap penyakit degeneratif dan meningkatkan daya tahan tubuh khususnya pada proses pemulihan pasca sakit (Syamsir, 2012).

Seiring dengan perkembangannya, para ilmuwan Jepang menekankan tiga fungsi dasar pada pangan fungsional yaitu sensori (warna dan penampilan menarik serta citarasa yang enak), nutrisi (bergizi tinggi) dan fisiologis (memberi pengaruh fungsi fisiologis bagi tubuh). Beberapa fungsi fisiologis yang diharapkan antara lain pencegahan dari timbulnya penyakit, meningkatkan daya tahan tubuh, regulasi kondisi ritme fisik tubuh, memperlambat proses penuaan serta penyehatan kembali pada tubuh (Tasia dan Tri, 2014).

Sebagai bahan pangan yang memiliki tingkat protein dan mikronutrien yang tinggi, *S. platensis* tidak hanya dapat bertindak sebagai protein sel tunggal saja, tetapi juga dapat digunakan sebagai makanan fungsional. Secara umum, biomassa *S. platensis* telah banyak diproduksi dalam bentuk kapsul, jus, tablet, maupun dalam bentuk serbuk (granula). Beberapa rumah sakit di negara modern telah menggunakan *S. platensis* untuk mendapatkan immunoglobulin A (LGA) dan immunoglobulin B (IgM) yang lebih tinggi. Sementara kandungan fikosianin dalam

*S. platensis* berpotensi untuk menghambat pertumbuhan sel leukemia pada manusia (Liu *et al.*, 2000).

Biomassa *S. platensis* kering dapat digunakan sebagai bahan campuran pada makanan seperti pasta, saus, sup, minuman instan, dan makanan suplemen. Spirulina juga dapat dicampurkan ke dalam mie, roti, serta biskuit dengan tujuan untuk menambah gizi ke dalam makanan tersebut. Biomassa *S. platensis* dapat dikonsumsi dengan takaran sebanyak 5 - 10 g/hari untuk menjaga kesehatan tubuh, serta aman untuk dikonsumsi baik bagi orang dewasa maupun anak – anak (Christwardana *et al.*, 2013).

### 2.3 Proses Kultivasi Biomassa *S. platensis*

Proses kultivasi biomassa *S. platensis* dapat dibedakan berdasarkan skala kultivasi (jumlah kultur dan luas tempat kultivasi). Terdapat dua skala untuk proses kultivasi biomassa *S. platensis*, yaitu skala kecil dan skala besar. Untuk skala kecil biasanya dilakukan di dalam ruangan tertutup (*in door*) seperti laboratorium dengan ukuran wadah sebesar 5 mL sampai 500 L. Sedangkan untuk skala besar proses kultivasi mikroalga *S. platensis* dilakukan secara massal (*out door*) dengan menggunakan bak-bak penampungan berukuran 1 ton sampai dengan 100 ton dengan menggunakan media air laut maupun media air tawar (Amini, 2010).

#### 2.3.1 Proses Kultivasi Biomassa *S. platensis* Skala Laboratorium

Sebelum melakukan proses kultivasi biomassa *S. platensis* pada skala laboratorium, terlebih dahulu dilakukan sterilisasi media air laut maupun air tawar serta alat-alat yang digunakan dalam proses kultivasi. Nurani *et al.*, (2012), menyatakan bahwa sterilisasi media air laut maupun air tawar dilakukan dengan menggunakan khlorin 60 ppm dan Natrium Thiosulfat (untuk menetralkan kadar

klorin), dan diberi aerasi selama 24 jam. Sedangkan untuk sterilisasi alat dilakukan dengan dua cara berbeda, yaitu untuk peralatan yang terbuat dari kaca tahan panas, semua peralatan dicuci bersih kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Sedangkan peralatan yang tidak tahan panas disterilkan dengan larutan khlorin 150 ppm selama 24 jam. Kemudian dibilas dengan air tawar hingga bersih dan bau khlorin hilang.

Setelah dilakukan sterilisasi baik pada media maupun alat, langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses kultivasi biomassa *S. platensis*. Menurut Amini (2010), yang pertama dilakukan dalam proses kultivasi biomassa *S. platensis* yaitu dengan melakukan kultur starter pada air laut 25 ppt dan diberi nutrisi *Conwy* (pupuk *Walne*) didalam ruangan terkontrol dengan suhu optimum 25°C dengan intensitas cahaya 2000 lux. Kondisi ruangan kultur harus steril serta peralatan harus dalam kondisi aseptik dan bebas dari segala bentuk pencemaran lingkungan. Kultur murni dapat dilakukan di dalam wadah secara bertingkat dengan ukuran mulai 5 mL, 10 mL, 50 mL, 100 mL, 500 mL, dan seterusnya sampai 500 L. Untuk fase pertumbuhan mikroalgae pada skala laboratorium dapat terjadi pada 15 hari kultur dengan menggunakan media tumbuh air tawar atau air laut steril (air laut salinitas 25 - 30 ppt), dengan suhu 25°C, intensitas cahaya 2000 lux serta diperkaya dengan larutan pupuk *Conwy* (*Walne*). Stok biakan murni maupun tunggal yang telah dikultur di dalam suatu wadah yang steril dan aseptik, kemudian dapat dipersiapkan sebagai starter pada sediaan kultur masal (*out door*) di lapangan.

### 2.3.2 Proses Kultivasi Biomassa *S. platensis* Skala Kultur Massal

Amini (2010), menyatakan bahwa proses kultivasi biomassa *S. platensis* skala kultur massal (*out door*) dapat dilakukan dengan menggunakan bak-bak penampungan ukuran 1 sampai 100 ton dengan menggunakan media air laut



maupun media air tawar. Apabila menggunakan media air laut, maka yang optimal adalah dengan menggunakan air laut 25 ppt dan ditambah dengan pemberian pupuk teknis (Urea, TSP dan ZA atau  $\text{Fe Cl}_3$ ) dengan komposisi pupuk teknis terdiri dari Urea 150 ppm, NPK 10 ppm, ZA 10 ppm dan  $\text{Fe Cl}_3$  3 ppm. Selanjutnya dilakukan sterilisasi media air laut maupun air tawar serta alat-alat yang digunakan dalam proses kultivasi dengan pemberian  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  (kaporit) sebanyak 30-150 ppm selama 24 jam kemudian dinetralkan dengan Natrium Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Pada kultur ini diberi aerasi untuk menghomogenkan larutan nutrisi dan media pertumbuhan. Kemudian starter biomassa *S. platensis* diambil dari kultur starter yang telah disiapkan dalam skala laboratorium.

### **2.3.3 Proses Kultivasi Biomassa *S. platensis* dengan Media Substrat Organik**

Pertumbuhan biomassa *S. platensis* tidak hanya tergantung pada cahaya yang digunakan untuk melakukan proses fotosintesis. Akan tetapi substrat organik juga dapat merangsang pertumbuhan dari mikroalga *S. platensis*.

Sari *et al.*, (2012), menyatakan bahwa selain menggunakan media air laut atau air tawar, proses kultivasi *S. platensis* juga dapat dilakukan dengan menggunakan media limbah cair dari pabrik kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan nama POME (*Palm Oil Mill Effluent*). Proses kultivasi *S. platensis* dengan media POME dilakukan secara batch dengan menggunakan Erlenmeyer 1000 mL sebagai reaktor, *S. platensis* kemudian diberi aerasi dan pencahayaan selama 24 jam, serta pemberian Urea sebesar 25 atau 50 mg/L, TSP sebesar 25 atau 50 mg/L, dan  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 200 atau 400 mg/L, setiap 2 hari sekali selama masa kultivasi. Untuk media kultivasi digunakan POME dengan konsentrasi 20%, 40%, dan 60%.

### 2.3.4 Proses Pemanenan Biomassa *S. platensis*

Teknik pemanenan dari kultivasi *S. platensis* menurut Amini (2010), dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan menggunakan saringan dan dengan menggunakan NaOH:

#### 1). Menggunakan Saringan

Pemanenan biomassa *S. platensis* dapat dilakukan dengan menggunakan saringan kain satin atau *filterbag* dengan ukuran mesh 1 mikron untuk mikroalga yang mempunyai ukuran lebih dari 10 mikron. Penyaringan mikroalga dilakukan dengan *filterbag* atau kain saring dengan menggunakan pompa dari kolam penampungan skala kultur masal sampai diperoleh biomassa yang dikehendaki.

#### 2). Menggunakan NaOH

Panen dengan menggunakan NaOH dapat dilakukan untuk ukuran mikroalga sekitar 3-10  $\mu\text{m}$ . Biomassa *S. platensis* yang akan dipanen terlebih dahulu dipindahkan ke dalam bak satu ton kemudian diberi NaOH hingga pH mencapai 9 kemudian diaerasi selama 1 jam dan dibiarkan selama 24 jam. Sesudah itu akan terjadi pengendapan biomassa *S. platensis* yang kemudian dipisahkan dengan cairan yang jernih, endapan biomassa dikeluarkan lalu dicuci dengan air tawar beberapa kali kemudian dilakukan penirisan biomassa dengan kain satin hingga kering atau disimpan di dalam kulkas. Biomassa yang dipanen dengan cara menggunakan NaOH harus dinetralisir terlebih dahulu dengan asam sitrat sampai pH menjadi 7,0 sebelum dilakukan pengolahan lanjutan.

### 2.4 Proses Pembuatan Serbuk Biomassa *S. platensis*

Pada proses pembuatan, biomassa *S. platensis* yang telah dipanen terlebih dahulu ditiriskan hingga kadar airnya berkurang. Pengeringan biomassa *S. platensis* dapat dilakukan pada ruangan ber-AC atau dengan menggunakan

alat *spray dryer*. Pengeringan biomassa mikroalga sebaiknya tidak menggunakan panas matahari secara langsung, sebab hal tersebut dapat mengakibatkan perubahan warna serta kandungan gizi yang terdapat pada biomassa *S. platensis* (Amini, 2010).

Wulandari (2013), menyatakan bahwa proses pengeringan *S. platensis* dimulai dengan menyaring hasil panen dengan menggunakan plankton net ukuran 90 mesh. Selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C selama 24 sampai 48 jam. Setelah dilakukan pengeringan, biomassa *S. platensis* kemudian digerus hingga menjadi serbuk.

Pengeringan *S. platensis* dapat dilakukan dengan pemanasan yang dirancang sedemikian rupa hingga suhu berkisar antara 40-60°C. Suhu pengeringan di atas 60°C akan menyebabkan degradasi fikosianin dan timbulnya reaksi Maillard (Desmorieux and Decaen, 2006). Kondisi pengeringan secara konveksi pada lapisan tipis yang paling optimum dilakukan pada kondisi suhu dibawah 40°C. Penyimpanan *S. platensis* dilakukan dalam keadaan kering agar *S. platensis* kering tidak mudah terfermentasi (Angka dan Suhartono, 2000).

#### 2.4.1 Sinar Matahari

Pengeringan merupakan suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air yang dikandung melalui penggunaan energi panas. Biasanya, kandungan air bahan tersebut dikurangi sampai batas hingga mikroorganisme tidak dapat tumbuh lagi di dalamnya (Winarno, 1994).

Keuntungan dari pengeringan adalah bahan menjadi lebih awet dan volume menjadi lebih kecil, sehingga mempermudah dan menghemat ruang dalam pengangkutan serta penyimpanan, berat bahan juga dapat berkurang sehingga memudahkan transport, dengan demikian maka biaya produksi akan menjadi lebih murah. Perlakuan pengeringan yang paling sederhana dan telah

dilakukan sejak lama adalah pengeringan dengan sinar matahari. Pengeringan dengan sinar matahari lebih dikenal sebagai pengeringan tradisional dan telah umum dilakukan oleh para petani sejak dahulu dimana hasil pengeringan yang dihasilkan dapat dikatakan baik asalkan cara pengeringan dilakukan dengan benar (Lubis, 2008).

Pengeringan dengan sinar matahari sangat sederhana namun memerlukan tempat yang luas, waktu pemanasan yang lama, ongkos buruh tinggi, kualitas produk hasil pengeringan tidak seragam, dan sangat tergantung pada cuaca. Terlebih lagi, produk menjadi tidak higienis karena ditempatkan pada ruang terbuka (Prasetyaningrum, 2010). Kerugian lain akibat pengeringan dengan sinar matahari langsung tidak dapat mengontrol kandungan air yang ada di dalam biomassa *S. platensis*. Hal tersebut disebabkan karena kandungan air tidak dapat menguap secara konstan karena suhu pengeringan di bawah sinar matahari cenderung tidak konstan, sehingga proses pengeringan dengan sinar matahari akan membutuhkan waktu yang lebih lama daripada menggunakan oven (Husni *et al.*, 2014).

#### 2.4.2 Oven

Pengering dengan sistem pemanasan konveksi (oven) dimana udara panas dihasilkan melalui proses pemanasan baik dengan *steam*, listrik, atau gas hasil pembakaran, akan menghasilkan produk kering dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan pengeringan dengan sinar matahari. Pengeringan dengan menggunakan oven dapat menghasilkan produk kering dalam waktu yang lebih singkat, kontaminasi produk rendah, kadar air dalam produk dapat dikontrol, tidak ada ketergantungan terhadap musim, serta biaya buruh dapat ditekan (Prasetyaningrum, 2010).

Salah satu kelebihan proses pengeringan dengan menggunakan oven yaitu suhu yang dapat diatur. Pengeringan dengan menggunakan oven rata-rata menggunakan suhu antara 40°C sampai 60°C, sedangkan pengeringan dengan matahari suhu sekitar 36 - 46°C dimana suhu tidak dapat diatur. Dengan mengatur suhu yang digunakan pada oven pada saat proses pengeringan, maka lama waktu yang dibutuhkan serta kadar air yang terkandung di dalam bahan juga dapat diatur (Veerman, 2011).

Pengeringan biomassa *S. platensis* dapat dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam sampai bobot tetap. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan bobot kering sel yang tetap dan biomasa sel yang aman dari perubahan komposisi warna, khususnya untuk senyawa *phycocyanin*. Suhu yang terlalu tinggi pada saat pengeringan dapat menyebabkan pudarnya warna biru dari pigmen *phycocyanin*, yang berarti terjadinya penurunan *phycocyanin* yang juga akan diikuti dengan penurunan kandungan antioksidan dalam *phycocyanin* (Utomo dan Adhita, 2009).

#### 2.4.3 Oven Vakum

Pengeringan vakum menurut Prasetyaningrum (2010), merupakan pengeringan yang dilakukan dengan kondisi udara di dalam ruang pemanas (oven) vakum (dibawah tekanan 1 atm). Pengaturan kondisi udara vakum di dalam ruang pemanas bertujuan untuk menurunkan titik didih dari uap air, sehingga proses pengeringan dapat dilakukan pada suhu rendah. Proses pengeringan dengan kondisi vakum ini sangat cocok untuk pengeringan bahan yang tidak tahan pada temperatur yang tinggi. Pada proses pengeringan vakum, temperatur operasi cukup rendah yaitu berkisar antara 40°C sampai dengan 70°C. Proses pengeringan pada kondisi vakum dan suhu rendah memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

1. Tidak merusak tekstur dan kenampakan bahan
2. Menimimalkan terbuangnya aroma dan bahan aktif yang volatile(mudah menguap)
3. Menekan rusaknya nutrisi (denaturasi protein).
4. Mengurangi terjadinya browning (pencoklatan bahan) akibat adanya oksidasi dengan udara.
5. Effisiensi energy

Prinsip metode pengeringan dengan menggunakan oven vakum yaitu dengan mengeringkan produk yang mudah terdekomposisi pada suhu 50°C – 100°C didalam suatu tempat yang dapat dikurangi tekanan udaranya atau dikondisikan vakum. Dengan demikian proses pengeringan dengan metode oven vakum dapat berlangsung pada suhu dan tekanan yang rendah. Metode oven vakum ini efektif untuk digunakan pada produk yang mengandung komponen yang dapat terdekomposisi pada suhu 100°C atau relatif banyak mengandung senyawa volatil (Legowo, 2007).

Untuk memperoleh serbuk biomassa *S. platensis* dengan warna dan kandungan yang baik harus diusahakan hingga kadar air biomassa *S. platensis* sebesar 10%. Agar kandungan nutrisi yang terkandung dalam biomassa *S. platensis* tidak mengalami kerusakan, maka pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan oven vakum dengan suhu 60°C dengan lama pengeringan 1,5 sampai 3,5 jam (Lubis, 2008).

#### 2.4.4 Spray Dryer

*Spray dryer* merupakan salah satu alat pengering yang terdiri dari 2 alat utama yaitu nozzle dan tangki pengering. Nozzle terbuat dari kuningan dengan diameter 0,5 mm yang digunakan untuk menghamburkan ekstrak sampel sehingga membentuk butiran-butiran partikel kecil. Tangki pengering terbuat dari

plat galvanis yang memiliki diameter 40 cm, tinggi 220 cm, volume maksimal 600 liter, dan volume efektif 500 liter. Alat pendukung lain berupa kompresor, blower, heater, dan belt conveyer (Susilowati *et al.*, 2009).

Ferdian (2015), menyatakan bahwa prinsip pengeringan dengan menggunakan *spray dryer* yaitu pengkabutan bahan fluida menjadi partikel - partikel kecil untuk memperluas permukaan atau bidang kontak fluida. Selanjutnya partikel fluida akan dikontakkan dengan udara panas dalam waktu yang relatif singkat untuk menguapkan kandungan air yang terkandung di dalamnya. Suhu udara pada pengeringan *spray dryer* yang tinggi akan menghasilkan produk dengan kadar air yang rendah dan total bahan padatan yang tinggi.

Pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan *spray dryer* dilakukan pada suhu inlet sebesar 140 – 160°C dan suhu outlet sebesar 80 – 85°C. Pada saat pengeringan dengan menggunakan *spray dryer*, serbuk biomassa *S. platensis* dapat terbentuk dalam waktu 6 – 8 detik setelah disemprotkan ke dalam ruang pengering. Pada detik ke – 6 partikel yang disemprotkan ke dalam ruang pemanas akan mengalami penyusutan atau bahkan hancur, sehingga akan didapat serbuk biomassa *S. platensis*. Konsentrasi sel pada saat pengeringan dengan menggunakan *spray dryer* akan mempengaruhi partikel kering yang dihasilkan. Konsentrasi sel yang tinggi akan menghasilkan partikel yang lebih berat dan lebih tebal, sedangkan konsentrasi sel yang lebih rendah akan menghasilkan partikel yang lebih ringan dan lebih tipis (Lin, 1985).

#### 2.4.5 Freeze Dryer

Pengeringan beku (*freeze drying*) adalah salah satu metode pengeringan yang mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan.

Pengeringan beku memiliki beberapa keuntungan diantaranya yaitu, dapat mempertahankan stabilitas produk (menghindari perubahan aroma, warna, serta unsur organoleptik lain), dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan (pengerutan dan perubahan bentuk setelah pengeringan sangat kecil), dapat menghambat aktivitas mikroba serta dapat mencegah terjadinya reaksi - reaksi kimia dan aktivitas enzim yang dapat merusak kandungan gizi pada bahan pangan (Nofrianti, 2013).

Prinsip teknologi pengeringan beku (*freeze drying*) dimulai dengan proses pembekuan pangan kemudian dilanjutkan dengan pengeringan, yaitu mengeluarkan atau memisahkan hampir sebagian besar air yang terkandung dalam bahan yang terjadi melalui mekanisme sublimasi. Proses sublimasi terjadi dengan cara mengendalikan kondisi tekanan (P) dan suhu (T). Pada kondisi tertentu yaitu pada kondisi tekanan 4,58 torr (610,5 Pa) dan suhu 0°C, air akan berada pada kondisi kesetimbangan antara uap, air dan es. Titik dimana terjadi kesetimbangan antar ketiga fase disebut sebagai titik tripel. Titik triple untuk air terjadi pada tekanan (P) 4.58 torr dan suhu (T) 0°C. Untuk bahan dalam kondisi beku pada tekanan yang dipertahankan tetap dibawah tekanan triple ( $P_t = 4,58$  torr), dan kemudian suhu produk dinaikkan maka yang terjadi adalah peristiwa sublimasi, yaitu perubahan fase dari padat (es) ke uap. Apabila kondisi ini dipertahankan, maka air (es) dalam bahan pangan secara kontinyu akan berkurang melalui proses sublimasi (Hariyadi, 2013).

Lin (1985), menyatakan bahwa pengeringan dengan menggunakan freeze dryer lebih efektif untuk digunakan sebagai metode pengawetan biomassa *S. platensis*. Hal tersebut terjadi karena biomassa *S. platensis* yang dihasilkan memiliki bentuk yang utuh melekat seperti lembaran dan tidak berbentuk bulatan seperti yang dihasilkan oleh pengeringan dengan menggunakan *spray dryer*. Suhu *freeze dryer* yang rendah mencapai -30°C sampai -40°C akan



menyebabkan pembentukan kristal es yang lebih kecil, sehingga akan menghasilkan partikel kering yang utuh melekat tanpa merusak kandungan yang terdapat di dalam sel *S. platensis*.



### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan biomassa *Spirulina platensis* segar yang didapatkan dari C.V. Neoalgae Technology, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah.

Bahan yang digunakan untuk analisis kimia yaitu untuk analisa proksimat meliputi kertas label, petroleum-ether, tablet kjeldahl, indikator metil orange, NaOH, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tali kasur, dan kertas saring. Bahan untuk analisa total serat pangan yaitu buffer phospat pH 6, enzim  $\alpha$ -amilase, pepsin dan pankreatin, etanol 95%, etanol 90%, etanol 78%, acetone, aquades, HCl, NaOH, cellite, dan kertas saring. Bahan yang digunakan untuk analisa profil asam amino meliputi standar AABA (Alfa Amino Butiric Acid), aquabidest, AccQ-fluor borate, reagent fluor A, dan Hcl.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan untuk pengeringan biomassa *S. platensis* serta peralatan untuk analisis kimia. Peralatan yang digunakan untuk pengeringan biomassa *S. platensis* yaitu alat pressing, tray (nampan), loyang stainless steel, oven, oven vakum, freeze dryer, spray dryer, beaker glass 500 mL, spatula, dan magnetic stirer.

Peralatan yang digunakan untuk analisis kimia yaitu untuk pengujian proksimat meliputi oven, desikator, botol timbang, loyang, crushable tang, goldfish, sample tube, gelas piala, pipet tetes, pipet volume, bola hisap, spatula, cawan porselen, muffle, destruksi, destilasi, statif, buret, hot plate, dan timbangan

analitik. Peralatan yang digunakan untuk analisa total serat pangan yaitu erlenmeyer filter, *beaker glass*, *crushable porositas*, cawan porselen, pipet volume, bola hisap, pH meter, desikator, oven, muffle, timbangan analitik, *waterbath shaker*, dan pompa vakum. Peralatan yang digunakan untuk analisa profil asam amino yaitu *waterbath*, *vortex mixer*, pipet volume, bola hisap, mikropipet, *beaker glass*, labu ukur, timbangan digital, oven, dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Peralatan yang digunakan untuk analisa warna serbuk biomassa *S. platensis* yaitu *coloreader*.

### 3.2 Metode Penelitian

#### 3.2.1 Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen bertujuan untuk menentukan pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia serta menentukan metode pengeringan apakah yang tepat agar dapat dihasilkan biomassa *S. platensis* kering dengan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia terbaik. Menurut Setyanto (2005), eksperimen merupakan suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel – variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan memanipulasi variabel bebas tersebut. Eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Tahap pertama yaitu pengeringan biomassa *S. platensis* segar dengan menggunakan 5 metode yang berbeda. Metode pengeringan yang digunakan antara lain yaitu pengeringan dengan menggunakan sinar matahari, pengeringan dengan menggunakan oven dan oven vakum, pengeringan dengan *spray dryer*, dan pengeringan dengan

menggunakan *freeze dryer*. Tujuan dari pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan metode yang berbeda yaitu untuk membandingkan serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari tiap – tiap metode tersebut, serta agar dapat menentukan metode pengeringan yang paling baik yang dapat menjaga kandungan dari biomassa *S. platensis* segar. Tahap selanjutnya kemudian dilakukan analisa kimia terhadap serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari tiap – tiap metode yang berbeda. Analisa kimia tersebut meliputi analisa proksimat, analisa total serat pangan, analisa profil asam amino, serta uji warna pada serbuk biomassa *S. platensis*.

### 3.2.2 Variabel

Variabel dapat didefinisikan sebagai ciri atau faktor yang dapat menunjukkan variasi (Hartanto, 2003). Penelitian ini menggunakan variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Menurut Sugiyono (2002), variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab adanya perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas, sedangkan variabel kontrol yaitu variabel yang dikendalikan sehingga peneliti dapat melakukan penelitian yang bersifat membandingkan.

Penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode pengeringan atau alat pengering yang digunakan yaitu pengeringan dengan sinar matahari, pengeringan dengan menggunakan oven dan oven vakum, pengeringan dengan *spray dryer* dan pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer*. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah rendemen, analisis proksimat (meliputi kadar air, kadar lemak, kadar abu, kadar protein, dan kadar karbohidrat), total serat pangan

(*Total Dietary Fiber*), profil asam amino untuk hasil yang terbaik, dan uji warna pada serbuk biomassa *S. platensis*.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 kali ulangan. Dengan perlakuan A = Oven (kontrol), B = Panas Matahari, C = Oven Vakum, D = Freeze Drying, dan E = Spray Drying. Model rancangan percobaan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Model rancangan penelitian**

Perlakuan	Ulangan					Total	Rerata
	1	2	3	4	5		
Oven (kontrol)	A1	A2	A3	A4	A5	TA	RA
Panas Matahari	B1	B2	B3	B4	B5	TB	RB
Oven Vakum	C1	C2	C3	C4	C5	TC	RC
Freeze Drying	D1	D2	D3	D4	D5	TD	RD
Spray Drying	E1	E2	E3	E4	E5	TE	RE

Data yang diperoleh akan dilakukan analisa dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan uji F dengan membandingkan antara F hitung dan F tabel

- Jika  $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ , maka perlakuan tidak berbeda nyata
- Jika  $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$ , maka perlakuan sangat berbeda nyata
- Jika  $F_{tabel} < F_{hitung} < F_{tabel 1\%}$ , maka perlakuan berbeda nyata.
- Apabila hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan uji BNJ 5%.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pengeringan Biomassa *S. platensis*

Pada penelitian ini proses pengeringan biomassa *S. platensis* dilakukan dengan menggunakan 5 metode yang berbeda yaitu pengeringan dengan menggunakan sinar matahari, pengeringan dengan oven dan oven vakum, pengeringan dengan menggunakan *spray dryer*, dan pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer*.

##### 3.4.1.1 Metode Sinar Matahari Langsung

Pengeringan biomassa *S. platensis* dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari secara langsung. Pengeringan biomassa *S. platensis* dengan sinar matahari merupakan metode yang paling umum digunakan oleh sebagian produsen bubuk biomassa *S. platensis*, akan tetapi pengeringan dengan metode sinar matahari ini memerlukan sedikit kehati-hatian. Pengeringan dengan sinar matahari secara langsung harus dilakukan secara cepat, karena dapat merusak klorofil dan serbuk *S. platensis* yang dihasilkan akan terlihat berwarna kebiruan (Jourdan, 2001).

Prosedur pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan sinar matahari adalah:

- Penimbangan bahan baku biomassa *S. platensis* segar sebanyak 250 g
- Pengurangan kadar air biomassa *S. platensis* dengan cara pressing dengan menggunakan alat press hingga biomassa *S. platensis* menjadi setengah kering
- Perluasan permukaan bidang kontak biomassa *S. platensis* setengah kering dengan cara penggilingan sehingga didapat biomassa *S. platensis* setengah kering dengan ketebalan  $\pm 1$  cm

- Peletakkan biomassa *S. platensis* setengah kering pada nampan (*tray*) yang terbuat dari kawat kassa alumunium
- Pengeringan biomassa *S. platensis* setengah kering dengan cara menjemur di bawah sinar matahari secara langsung selama  $\pm$  5 jam

#### 3.4.1.2 Metode Oven

Pada penelitian ini, pengeringan dengan menggunakan oven merupakan kontrol positif sebagai pembanding terhadap serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dengan metode pengeringan yang lain. Serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dengan menggunakan metode oven ini didapatkan dari C.V. Neoalgae Technology, Kecamatan Tawanghari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah.

Prosedur pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan oven adalah:

- Pengurangan kadar air biomassa *S. platensis* segar dengan cara pressing dengan menggunakan alat press hingga biomassa *S. platensis* menjadi setengah kering
- Pencetakan biomassa *S. platensis* dengan alat pencetak mie untuk memperluas bidang kontak pada saat pengovenan
- Peletakan biomassa *S. platensis* setengah kering pada nampan (*tray*) yang terbuat dari kawat kassa alumunium
- Pengeringan biomassa *S. platensis* setengah kering dengan menggunakan oven suhu 40°C selama  $\pm$  6 jam

#### 3.4.1.3 Metode Oven Vakum

Pengeringan dengan pemanasan konveksi (oven) dimana udara panas dihasilkan melalui proses pemanasan baik dengan steam, listrik, atau gas hasil

pembakaran, akan menghasilkan produk yang lebih baik dibandingkan pengeringan dengan matahari. Prinsip dari alat pengering oven vakum ini adalah menguapkan air dengan mengkondisikan alat pada tekanan rendah (vakum). Pengering ini sangat berguna untuk memproduksi produk dengan kualitas tinggi, serta meminimalkan terbuangnya aroma, bahan aktif dan volatil (mudah menguap), serta menekan rusaknya nutrisi (denaturasi protein), browning, dan reaksi enzim (Prasetyaningrum, 2010).

Prosedur pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan oven vakum adalah:

- Pengurangan kadar air biomassa *S. platensis* segar dengan cara pressing dengan menggunakan alat press hingga biomassa *S. platensis* menjadi setengah kering
- Peletakan biomassa *S. platensis* setengah kering pada nampan (*tray*) oven vakum
- Pengeringan biomassa *S. platensis* setengah kering dengan menggunakan oven vakum suhu 30°C selama  $\pm$  6 jam

#### 3.4.1.4 Metode Spray Dryer

Prinsip pengeringan biomassa *S. platensis* dengan metode *spray dryer* yaitu dengan mengeringkan cairan kental/pasta dalam bentuk butiran-butiran cairan dengan udara panas baik secara searah atau berlawanan arah. Kecepatan umpan, suhu pengeringan dan kecepatan udara pengeringan dapat diatur sehingga dapat dioperasikan secara terus menerus untuk mencapai kapasitas tertentu. Penggunaan *spray dryer* mempunyai efektifitas pengeringan yang baik sehingga dapat dioperasikan pada suhu yang relatif rendah dan dapat langsung menghasilkan produk serbuk (Djaeni *et al.*, 2012).



Prosedur pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan *spray dryer* adalah:

- Penimbangan sampel biomassa *S. platensis* segar sebanyak 250 g
- Pengenceran sampel biomassa *S. platensis* segar sampai 500 mL
- Penambahan malto dextrin sebanyak 0,5% dari volume biomassa *S. platensis*
- Penghomogenan biomassa *S. platensis* dengan malto dekstrin dengan menggunakan *homogenizer*
- Pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan *spray dryer* dengan suhu inlet 120°C dan suhu outlet  $\pm 40^\circ\text{C}$

#### 3.4.1.5 Metode Freeze Dryer

Pengeringan serbuk biomassa *S. platensis* dengan menggunakan metode *freeze dryer* merupakan pengeringan dengan menggunakan suhu yang sangat rendah. Suhu yang sering digunakan pada saat pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer* yaitu dibawah titik beku antara  $-24^\circ\text{C}$  sampai dengan  $-40^\circ\text{C}$  (Hariyadi, 2013).

Prosedur pengeringan biomassa *S. platensis* dengan menggunakan *freeze dryer* adalah:

- Penimbangan sampel biomassa *S. platensis* segar sebanyak 250 g
- Peletakan sampel biomassa *S. platensis* segar pada loyang stainless steel
- Peletakan loyang pada tray di dalam alat *freeze dryer*
- Pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer* dengan menggunakan suhu  $-40^\circ\text{C}$  selama  $\pm 12$  jam

### 3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi analisa proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat *by difference*), analisa rendemen, analisa total serat pangan, analisa profil asam amino, serta uji warna.

#### 3.5.1 Rendemen

Rendemen merupakan presentase akhir dari serbuk biomassa *S. platensis* setelah dilakukan pengeringan dibandingkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir (g)}}{\text{Berat awal (g)}} \times 100\%$$

#### 3.5.2 Analisa Warna pada Serbuk Biomassa *S. platensis*

Penentuan intensitas warna pada serbuk biomassa *S. platensis* ini menggunakan *coloreader* dengan metode CIE L\*a\*b (CIELAB) dalam Markovic *et al.*, (2015). Skala warna pada CIELAB merupakan sebuah perkiraan skala keseragaman warna. Skala warna pada CIELAB memiliki 3 parameter yaitu: L\*, a\*, dan b\*. Parameter L\* menunjukkan tingkat kecerahan dengan skala 0 (gelap atau hitam) sampai 100 (cerah atau terang). Parameter a\* dan b\* memiliki nilai positif dan negatif, apabila nilai a\* positif berarti menandakan warna merah dan apabila nilai a\* negatif maka menandakan warna hijau, sedangkan untuk b\* apabila positif berarti menandakan warna kuning dan apabila nilai a\* negatif maka menandakan warna biru (Hermawan *et al.*, 2010).

Sistem CIE L\*a\*b\* merupakan standar internasional pengukuran warna yang diadopsi oleh CIE (*Commission Internationale d'Eclairage*). L (Lightness) menunjukkan keterlihatan warna pada sampel yang dibandingkan dengan warna

standar. Untuk parameter  $a^+$  menunjukkan warna merah sedangkan  $a^-$  menunjukkan warna hijau. Sedangkan nilai  $b^+$  menunjukkan warna kuning dan  $b^-$  menunjukkan warna biru. Nilai  $L$  (*Lightness*) dapat berkisar antara 0 sampai 100, sedangkan nilai untuk parameter kromatik ( $a^*$  dan  $b^*$ ) dapat berkisar antara -120 sampai 120 (Suratman, 2014).

Prosedur kerja analisa warna dengan metode CIELAB adalah sebagai berikut:

- Persiapkan sampel serbuk biomassa *S. platensis*
- Nyalakan *coloreader* yang menggunakan sistem  $L^*, a^*, b^*$
- Pengukuran warna sampel dengan menempelkan ujung reseptor *color reader* sampai lampunya menyala
- Diperoleh hasil dari parameter  $L^*, a^*,$  dan  $b^*$

### 3.5.3 Analisis Total Serat Pangan (Asp et al., 1992)

Analisa total serat pangan pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan menggunakan metode enzimatik gravimetri. Prinsip dari metode *enzymatic-gravimetric* pada analisa total serat pangan yaitu hidrolisis pati dan protein dengan menggunakan enzim. Enzim yang digunakan untuk menghidrolisis pati dan protein merupakan enzim fisiologis yang terdapat di saluran pencernaan pada tubuh manusia (Jelita, 2011).

Prosedur kerja analisis total serat pangan dengan metode enzimatik gravimetri adalah sebagai berikut:

- Penimbangan sampel sebanyak 0,5 g
- Penambahan 12,5 mL 0,1 M buffer fosfat pH 6,0 dan 0,05 ml  $\alpha$ -amylase
- Penghomogenan dengan menggunakan Waterbath Shaker dengan suhu 80°C selama 15 menit

- Pendinginan pada suhu kamar
- Penambahan 10 mL aquades
- Pengaturan pH menjadi 1,5 dengan menambahkan HCl 0,1 M
- Penambahan 0,05 g pepsin
- Penghomogenan dengan menggunakan Waterbath Shaker dengan suhu 40°C selama 60 menit
- Penambahan 10 mL aquades
- Pengaturan pH menjadi 6,8 dengan menambahkan NaOH 0,1 M
- Penambahan 0,05 g pankreatin
- Penghomogenan dengan menggunakan Waterbath Shaker dengan suhu 40°C selama 60 menit
- Pengaturan pH menjadi 4,5 dengan menambahkan HCl 0,1 M
- Filtrasi dengan menggunakan crucible porositas yang mengandung cellite sebanyak 0,5 g
- Pencucian dengan menggunakan 5 mL aquades sebanyak 2 kali
- Prosedur perhitungan serat pangan tak larut (*Insoluble dietary fiber*)
- Pencucian residu dengan menggunakan 5 mL etanol 90% sebanyak 2 kali
- Pencucian residu dengan menggunakan 5 mL aseton sebanyak 2 kali
- Pengeringan dengan menggunakan oven suhu 105°C hingga konstan
- Penimbangan residu yang telah dikeringkan dengan menggunakan oven (D1)
- Pengabuan dengan menggunakan muffle bersuhu 550°C
- Pendinginan dalam desikator selama 15 menit
- Penimbangan berat akhir (I1)
- Prosedur perhitungan serat pangan terlarut (*Soluble dietary fiber*)
- Pencucian filtrat dengan menggunakan 5 mL aquades sebanyak 2 kali
- Penambahan 50 mL air bilasan dan 200 mL etanol 95% (60°C)

- Pengendapan selama 1 jam
- Filtrasi dengan menggunakan crucible porositas yang mengandung cellite sebanyak 0,5 g
- Pencucian residu dengan menggunakan 5 mL etanol 78% sebanyak 2 kali
- Pencucian residu dengan menggunakan 5 mL etanol 95% sebanyak 2 kali
- Pengeringan dengan menggunakan oven suhu 105°C hingga konstan
- Penimbangan residu yang telah dikeringkan dengan menggunakan oven (D2)
- Pengabuan dengan menggunakan muffle bersuhu 550°C
- Pendinginan dalam desikator selama 15 menit
- Penimbangan berat akhir (I2)
- Rumus perhitungan total serat pangan adalah sebagai berikut:

$$\text{IDF} = \frac{D1 - I1 - B1}{W} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{SDF} = \frac{D2 - I2 - B2}{W} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{TDF} = (1) + (2)$$

Keterangan :

W = berat sampel (g)

I = berat setelah pengabuan (g)

D = berat setelah pengeringan (g)

B = berat blanko bebas pengabuan (g)

### 3.5.4 Analisa Profil Asam Amino (Sudarmadji et al., 1997)

Analisis kandungan asam amino pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Untuk mengetahui jenis dan jumlah asam amino penyusun protein maka protein diisolasi dari bahan kemudian dihidrolisa. Hidrolisa protein dapat menggunakan asam atau basa. Hidrolisat diinjeksikan pada HPLC dengan kolom penukar kation spherogel. Agar dapat diketahui jenis dan jumlah asam

amino maka diinjeksikan pula standar asam amino yang telah diketahui jenis dan jumlahnya (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Prosedur kerja analisis kandungan asam amino dilakukan pada serbuk biomassa *S. platensis* dengan menggunakan metode HPLC adalah sebagai berikut:

- Penimbangan sampel sebanyak 5 g
- Peletakan sampel pada erlenmeyer bertutup
- Penambahan 50 mL petroleum eter
- Pengadukan dengan pengaduk magnet selama 5 menit untuk mengekstraksi lipidanya
- Penyaringan dengan menggunakan kertas saring whatmann no 41
- Pencucian residu dengan petroleum eter 10 mL dan penuangan filtrat
- Ekstraksi residu dengan 25 mL garam encer (NaCl 5%) dalam erlenmeyer, pengadukan dengan pengaduk magnetik selama 10 menit. Kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm
- Pemisahan filtrat dan residu, lakukan ekstraksi sebanyak 3 kali dengan garam encer. Penambahan akuades pada filtrat sehingga volumenya mencapai 100 mL
- Pengambilan 10 mL filtrat dan penambahan 60 mL larutan TCA 10% dalam erlenmeyer dan aduk dengan pengaduk magnet  $\pm$  1 menit sampai endapan protein terbentuk
- Sentrifugasi cairan tersebut selama 15 menit pada kecepatan 3000 rpm untuk memisahkan endapan (protein).
- Dekantasi filtrat dan buang kemudian tambahkan gas nitrogen pada residunya hingga kering.

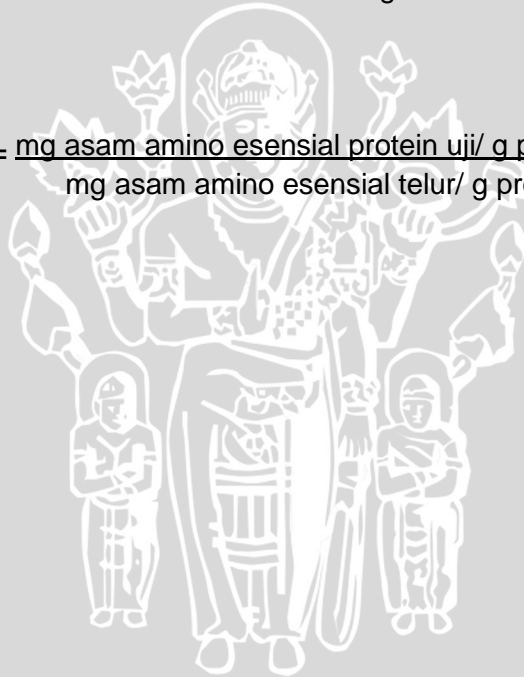
- Hidrolisis dengan asam klorida
  - Penimbangan 50 mg protein, masukkan dalam tabung reaksi bertutup (dengan volume 10-15 mL), serta tambahkan 6 mL HCL 6N
  - Alirkan gas nitrogen selama 1 menit untuk menghilangkan udara di dalam tabung tersebut, kemudian tutup rapat
  - Panaskan campuran tersebut dalam oven selama 24 jam pada temperatur 110°C
  - Setelah dingin buka tutup tabung reaksi tersebut, tuangkan isinya dalam labu reaksi 50 mL, cuci tabung reaksi dengan menggunakan larutan HCL 0,01 N
  - Uapkan semua campuran tersebut dengan *rotary evaporator* hingga kering dengan temperatur pemanas sekitar 40°C, tambahkan 2 mL NaOH 0,01 N, biarkan dalam keadaan terbuka pada temperatur kamar selama 4 jam, tambahkan 6 mL HCL 0,02 N, kemudian encerkan larutan ini dengan eluen HPLC yang mempunyai pH rendah sehingga volumenya menjadi 25 mL
- Penentuan dengan HPLC
  - Pengambilan cuplikan dengan mikrosiring sebanyak 20µl dan penginjeksian dalam alat HPLC
  - Pencocokan kromatogram sampel yang keluar dengan kromatogram standar asam amino yang telah diketahui jenis dan kadarnya
  - Untuk mengetahui jenis asam amino dapat dengan membandingkan waktu retensinya dengan standar, sedangkan untuk mengetahui banyaknya asam amino dapat membandingkan antara luasan puncak sampel dengan standar
  - Jika kromatogram sampel sangat berbeda jauh dengan luasan standar maka dapat mengubah banyaknya cairan sampel injeksi

### 3.5.5 Analisa Skor Asam Amino (Gilani *et al.*,2011)

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui nilai kimia asam amino yang kemudian akan dibandingkan dengan nilai kimia asam amino yang dihasilkan dari bahan makanan yang lain. Pada analisa skor asam amino ini digunakan protein telur sebagai standar. Standar tersebut digunakan karena komposisi asam amino dalam telur dianggap paling baik dan stabil. Untuk menghitung nilai kimia asam amino maka perlu diketahui komposisi dan jumlah asam amino yang terkandung dalam bahan makanan, kemudian dibandingkan dengan asam amino yang sama yang terkandung di dalam protein telur.

Rumus perhitungan nilai asam amino atau sering disebut skor asam amino adalah:

$$\text{Skor Asam Amino} = \frac{\text{mg asam amino esensial protein uji} / \text{g protein yang uji}}{\text{mg asam amino esensial telur} / \text{g protein telur}}$$





## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Kimia Serbuk Biomassa *S. platensis*

Biomassa *S. platensis* yang telah dikeringkan dengan metode yang berbeda selanjutnya dilakukan analisa proksimat terhadap biomassa *S. platensis* kering dari tiap – tiap perlakuan. Data pengamatan dan analisis proksimat biomassa *S. platensis* kering dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Rata - rata komposisi kimia biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda**

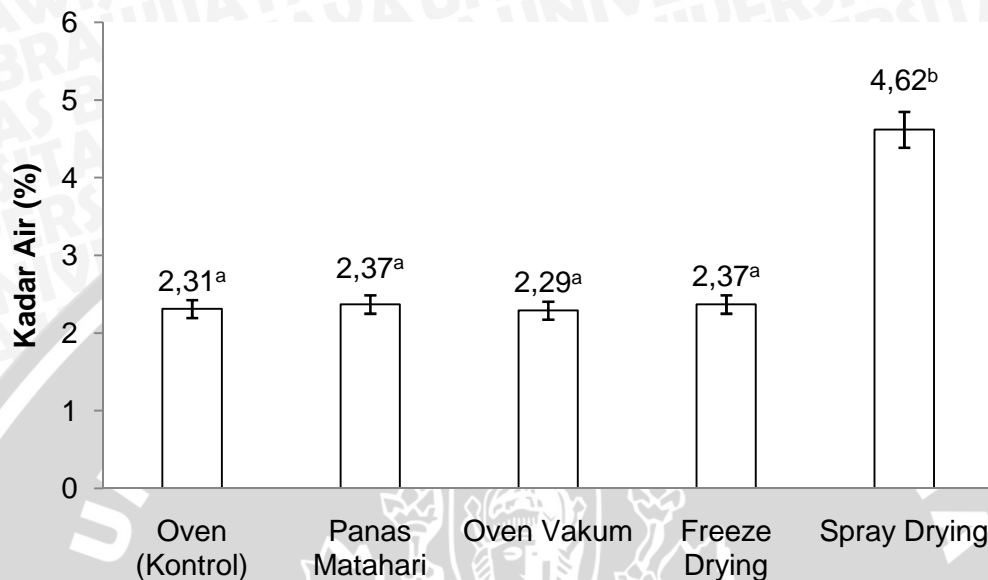
Perlakuan	Rendemen (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Air (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbohidrat (%)
Oven (Kontrol)	12,05	45,20	2,31	2,82	6,68	42,99
Panas Matahari	12,94	39,97	2,37	2,39	8,02	47,26
Oven Vakum	10,97	42,95	2,29	2,70	6,77	45,29
Freeze Drying	16,86	49,57	2,37	2,92	6,46	38,69
Spray Drying	7,25	47,01	4,62	2,80	6,55	39,02

#### 4.1.1 Kadar Air

Analisa kadar air pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan metode Thermogravimetri dan bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar air yang terkandung di dalam bahan makanan. Winarno (2004), menyatakan bahwa Kadar air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa bahan makanan. Kandungan dalam bahan pangan menentukan acceptability, kesegaran dan daya tahan bahan terhadap serangan mikroba.

Data pengamatan dan analisis kadar air biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil analisa data menunjukkan bahwa kadar air biomassa *S. platensis* kering dari tiap

metode pengeringan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ). Rata – rata kadar air biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dengan metode pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Rata - rata Kadar Air Biomassa *S. platensis* Kering dengan Metode Pengeringan Berbeda**

Gambar 2 memperlihatkan bahwa kadar air biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode pengeringan spray drying lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode oven (kontrol). Hal tersebut dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari suhu yang digunakan serta lama waktu yang dibutuhkan pada saat pengeringan biomassa *S. platensis*. Rini (2000), menyatakan bahwa pada metoda pengeringan secara mekanik terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi selama pengeringan seperti suhu, kelembaban udara dan aliran udara dapat mempengaruhi proses pengeringan yang berlangsung. Faktor-faktor tersebut diduga yang menyebabkan terjadinya perbedaan kadar air pada serbuk biomassa *S. platensis*. Pada Gambar 2 dapat terlihat bahwa rata – rata kadar air serbuk biomassa *S. platensis* sebesar 2,3%

kecuali kadar air serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari *spray dryer* yaitu sebesar 4,62%. Masih tingginya kandungan air pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan *spray dryer* diduga disebabkan karena proses pengenceran sebelum pengeringan. Hal tersebut menyebabkan kadar air biomassa *S. platensis* yang masih cukup tinggi yang menyebabkan jumlah massa yang disemprotkan dalam *spray dryer* akan lebih banyak mengandung komponen air daripada padatan biomassa *S. platensis* sehingga udara panas sebagai pengering yang diberikan tidak mampu untuk menguapkan semua air yang ada (Djaeni *et al.*, 2012).

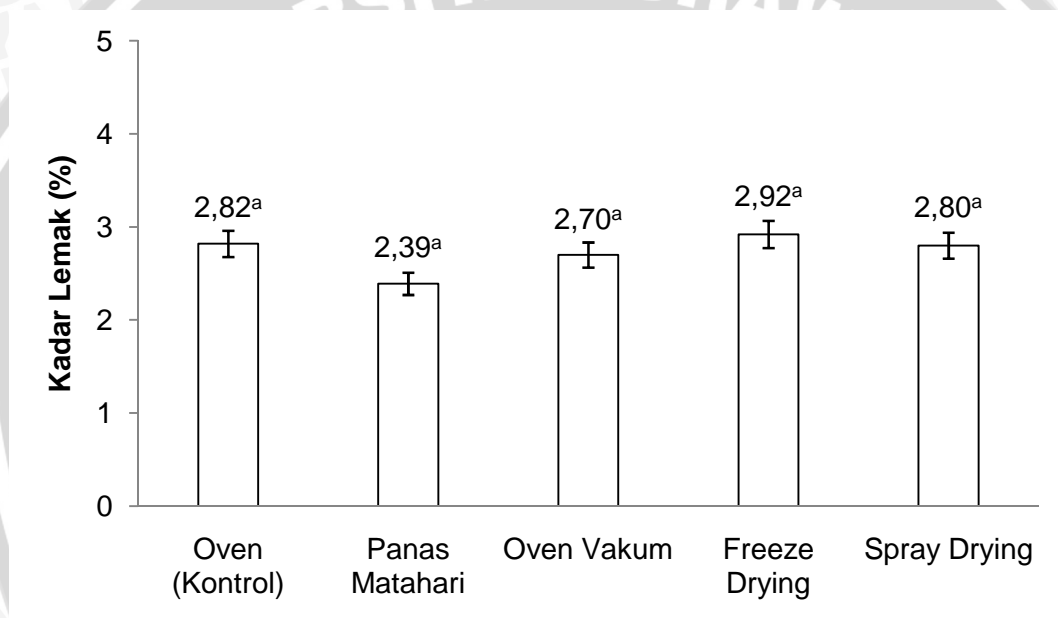
Tingginya kandungan air pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *spray dryer* diduga karena adanya perbedaan suhu dan udara di sekitarnya. Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan makin cepat pemindahan panas kedalam bahan dan makin cepat pula penghilangan air dari bahan. Air yang keluar dari bahan yang dikeringkan akan menjenuhkan udara sehingga kemampuannya untuk menyingkirkan air berkurang. Apabila lama pengeringan kurang diperhatikan, akan mengakibatkan kadar air yang terkandung di dalam bahan masih relatif tinggi (Indrayani, 2012).

#### 4.1.2 Kadar Lemak

Analisa kadar lemak pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan alat ekstrator Soxhlet dan bertujuan untuk untuk mengetahui jumlah kadar lemak yang terkandung di dalam bahan makanan. Lemak dan minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Lemak dan minyak merupakan sumber energi yang efektif apabila dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Satu gram lemak atau minyak dapat menghasilkan 9 kkal/gram, sedangkan karbohidrat dan protein hanya dapat

menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak dan lemak juga dapat berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin-vitamin A, D, E, dan K (Winarno, 2004).

Data pengamatan dan analisis kadar lemak pada biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil analisa data menunjukkan bahwa kadar lemak biomassa *S. platensis* kering dari tiap metode pengeringan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ). Rata – rata kadar lemak pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dengan metode pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Rata – rata Kadar Lemak Biomassa *S. platensis* Kering Dengan Metode Pengeringan Berbeda**

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kadar lemak biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode pengeringan freeze drying lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode oven (kontrol). Hal tersebut dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari suhu yang digunakan serta lama waktu yang dibutuhkan pada saat pengeringan biomassa *S. platensis* (Rini, 2000). Perbedaan suhu pengeringan dan lama waktu pengeringan dapat berpengaruh terhadap kadar lemak yang terkandung dalam serbuk biomassa *S. platensis*.

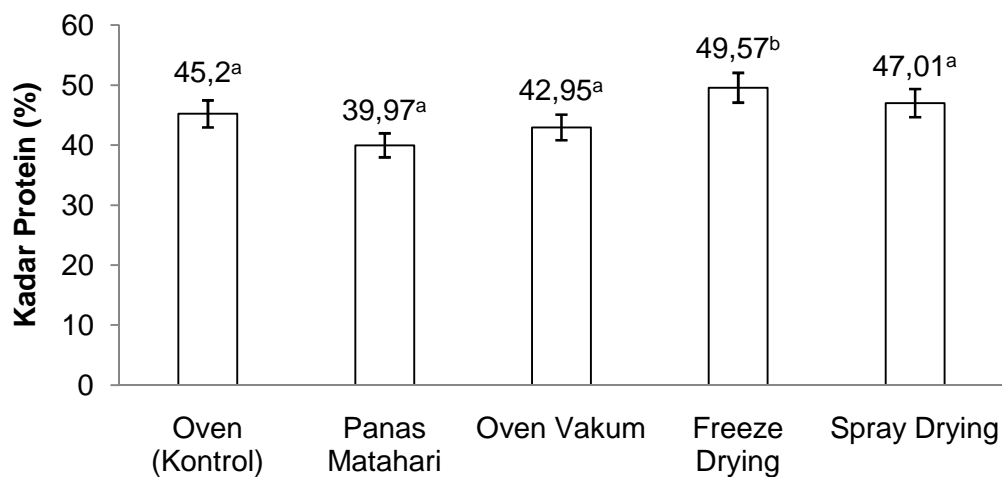
Semakin tinggi suhu pengeringan akan menyebabkan lemak menjadi cair dan viskositas lemak akan berkurang sehingga lebih memudahkan lemak keluar mengalir dari matriks sel-sel bahan (Indarti, 2007). Hal tersebutlah yang menyebabkan kadar lemak pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode freeze drying masih tinggi karena suhu yang digunakan sangat rendah.

Wulandari (2013), mengemukakan bahwa kandungan lemak *Spirulina* sangat bergantung pada jenis dan kondisi lingkungannya. *Spirulina* merupakan alga dengan kandungan lemak yang rendah yaitu 6 - 7% dan 25 - 60% dari total lemak merupakan asam lemak tidak jenuh (Spolaore *et al.*, 2006). Sedangkan Henrikson (2009) menyatakan bahwa kandungan lemak pada *Spirulina* kurang dari 5% dan sebagian besar merupakan lemak tidak jenuh.

#### 4.1.3 Kadar Protein

Analisa kadar protein pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan metode Kjeldahl dan bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar protein yang terkandung di dalam bahan makanan. Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena protein berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur bagi tubuh manusia. Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi di dalam tubuh (Winarno, 2004).

Data pengamatan dan analisis kadar protein biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil analisa data menunjukkan bahwa kadar protein biomassa *S. platensis* kering dari tiap metode pengeringan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ). Rata – rata kadar protein pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dengan metode pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Rata – rata Kadar Protein Biomassa *S. platensis* Kering Dengan Metode Pengeringan Berbeda**

Gambar 4 memperlihatkan bahwa kadar protein biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode freeze drying lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode oven (kontrol). Adanya perbedaan hasil protein pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dengan metode yang berbeda dapat disebabkan karena adanya pengaruh suhu (panas) pada saat pengeringan. Jika suatu protein dipanaskan secara perlahan – lahan hingga suhu 60 – 70°C maka akan terjadi koagulasi (Dita, 2008). Yuanita (2005), juga menyatakan bahwa pemasakan dapat mengakibatkan perubahan komponen pada dinding sel. Kerusakan tersebut antara lain yaitu denaturasi protein, degradasi pektat pada pH netral, hidrolisis ikatan glikosidik hemiselulosa dan pektat pada pH asam, serta reaksi antar konstituen dinding sel.

Henrikson (2009), menyatakan bahwa serbuk biomassa *S. platensis* memiliki kandungan protein yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan bahan makanan dengan sumber protein tinggi lainnya. Serbuk biomassa *S. platensis* memiliki kandungan protein sebesar 50-65%, diikuti telur sebesar 47%, susu skim sebesar 36%, kemudian ayam dan daging sapi sebesar 22-24%.

Kandungan protein beberapa bahan makanan menurut Henrikson (2009) dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Kandungan Protein serbuk *S. platensis* dan Bahan Makanan Sumber Protein Lain**

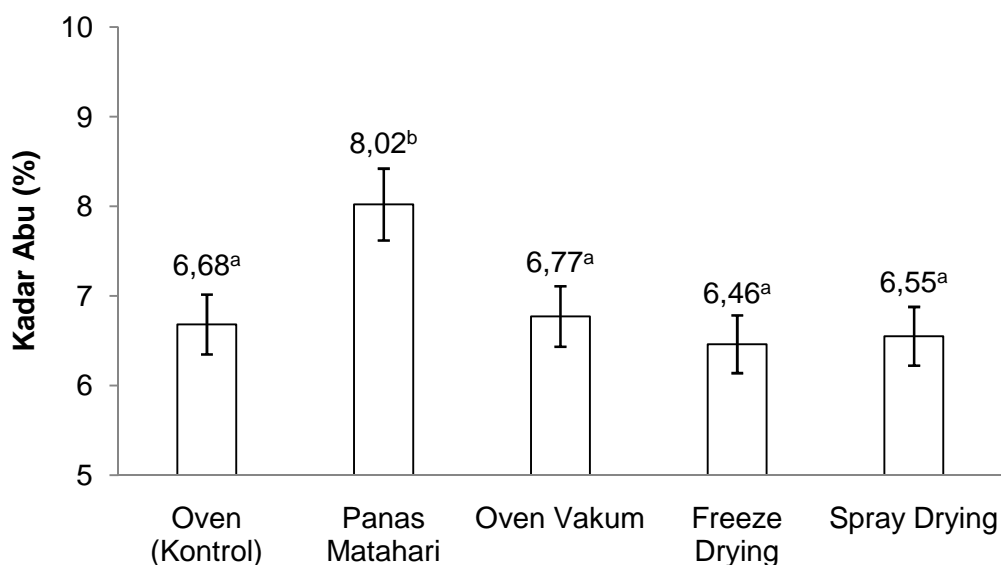
Jenis Bahan Makanan	Protein (%)
<i>S. platensis</i>	65
Dried egg	47
Susu skim	36
Parmesan cheese	36
Wheat germ	27
Peanuts	26
Chicken	24
Fish	22
Beef	22
Oats, whole flour	15

Sumber : Henrikson (2009)

#### 4.1.4 Kadar Abu

Analisa kadar abu pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan metode langsung (kering) dan bertujuan untuk untuk mengetahui jumlah kadar abu yang terkandung di dalam bahan makanan. Vanesa (2008), menyatakan bahwa kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan pangan merupakan residu anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan pangan. Kadar abu dari suatu bahan makanan juga menunjukkan kadar mineral bahan pangan tersebut, kemurniannya, serta kebersihan bahan makanan tersebut.

Data pengamatan dan analisis kadar abu biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil analisa data menunjukkan bahwa kadar abu biomassa *S. platensis* kering dari tiap metode pengeringan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ). Rata – rata kadar abu pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dengan metode pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Rata – rata Kadar Abu Biomassa *S. platensis* Kering Dengan Metode Pengeringan Berbeda**

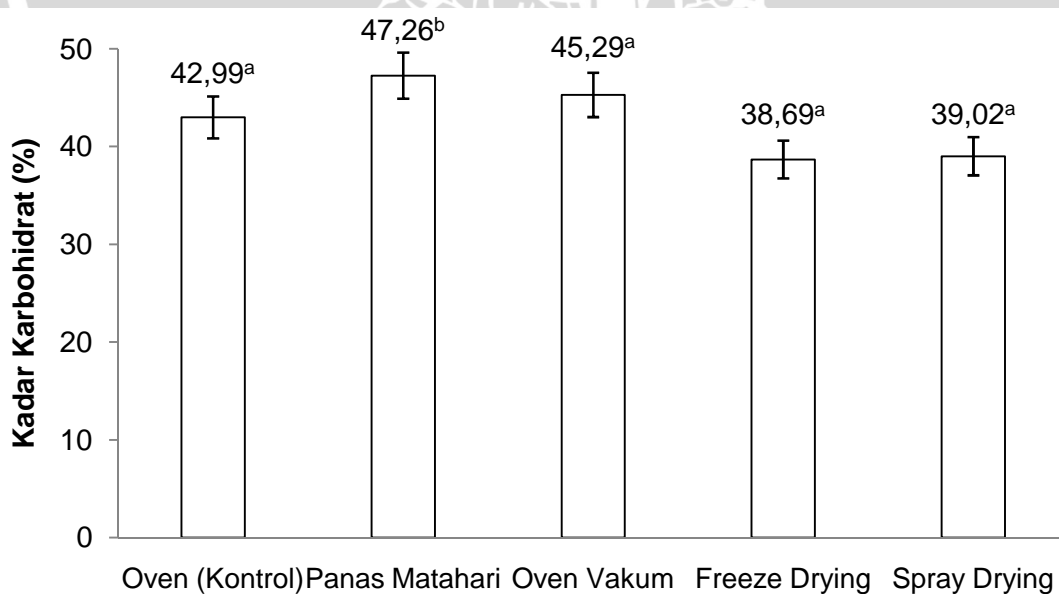
Gambar 5 memperlihatkan bahwa kadar abu biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode panas matahari lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode oven (kontrol). Tingginya kadar abu pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari pengeringan sinar matahari diduga karena adanya kontaminasi benda – benda asing ke dalam serbuk biomassa *S. platensis* pada saat penjemuran. Kadar abu yang masih tinggi juga dapat terjadi dikarenakan lamanya waktu pengeringan yang dilakukan terhadap bahan sehingga jumlah air yang keluar atau teruapkan dari dalam bahan yang dikeringkan akan semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sudarmadji *et al.*, (1989), bahwa kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan, waktu dan suhu yang digunakan saat pengeringan. Jika bahan yang diolah melalui proses pengeringan maka lama waktu dan semakin tinggi suhu pengeringan akan meningkatkan kadar abu, karena air yang keluar dari dalam bahan semakin besar.



#### 4.1.5 Kadar Karbohidrat

Analisa kadar karbohidrat pada serbuk biomassa *S. platensis* dilakukan dengan metode *by difference* dan bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar karbohidrat yang terkandung di dalam bahan makanan. Winarno (2004), menyatakan bahwa karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi tubuh manusia. Jumlah kalori yang dapat dihasilkan oleh 1 gram karbohidrat yaitu sebesar 4 kkal. Meskipun lebih rendah apabila dibandingkan dengan protein dan lemak, karbohidrat merupakan sumber kalori yang murah. Selain itu beberapa golongan karbohidrat dapat menghasilkan serat-serat (*dietary fiber*) yang berguna bagi pencernaan.

Data pengamatan dan analisis kadar karbohidrat biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil analisa data menunjukkan bahwa kadar karbohidrat biomassa *S. platensis* kering dari tiap metode pengeringan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ). Rata – rata kadar karbohidrat pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dengan metode pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Rata – rata Kadar Karbohidrat Biomassa *S. platensis* Kering Dengan Metode Pengeringan Berbeda

Gambar 6 memperlihatkan bahwa kadar karbohidrat biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode sinar matahari lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode oven (kontrol). Sheehan *et al.*, (1998), menyatakan bahwa terdapat 3 komponen zat utama yang terkandung dalam alga, yaitu Karbohidrat, Protein, dan *Triacylglycerols*. Gambar 6 memperlihatkan bahwa kadar karbohidrat pada serbuk biomassa *S. platensis* cukup tinggi yaitu sebesar 38 – 47%. Hal tersebut diduga disebabkan karena analisis kadar karbohidrat menggunakan metode *by different* dimana kadar karbohidrat didapat dengan mengurangi 100% dengan kadar air, kadar lemak, kadar protein, dan kadar abu (Legowo *et al.*, 2015). Apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdulgani *et al.*, (2005), dengan menggunakan metode kadar glukosa standard, kadar karbohidrat dari mikroalga *S. platensis* sebenarnya lebih rendah daripada mikroalga jenis lain. Dimana mikroalga *S. platensis* memiliki kandungan karbohidrat sebesar 18,22%, lebih kecil apabila dibandingkan dengan *Skeletonema costatum* dengan kandungan karbohidrat sebesar 21,32%, dan *Chlorella vulgaris* sebesar 20,70%.

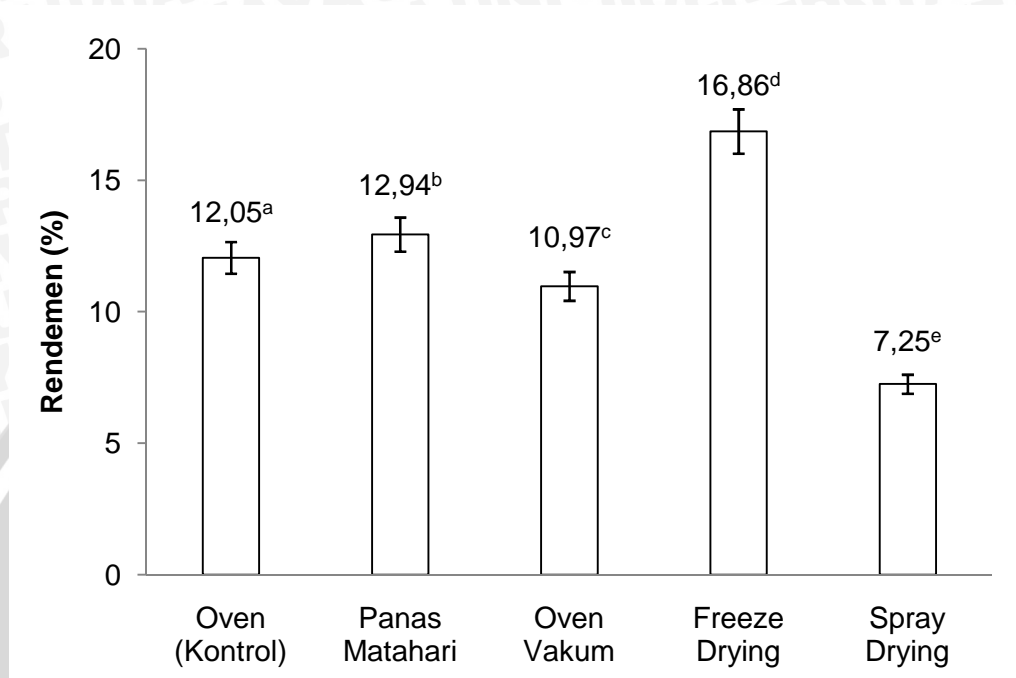
## 4.2 Analisis Fisikokimia Serbuk Biomassa *S. platensis*

### 4.2.1 Rendemen

Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir dengan berat awal dikalikan 100%. Sari (2014), menyatakan bahwa perbedaan hasil rendemen dapat diperoleh akibat dari penggunaan metode yang berbeda, proses ekstraksi yang berbeda, serta bahan pelarut yang digunakan. Pelarut yang digunakan dapat berperan terhadap hasil rendemen yang diperoleh karena sifat kepolaran dari bahan pelarut tersebut terhadap bahan atau sampel yang digunakan.

Nilai rendemen dari serbuk biomassa *S. platensis* dengan metode pengeringan yang berbeda berkisar antara 7,25% hingga 16,86%. Perbedaan

metode pengeringan biomassa *S. platensis* yang digunakan berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen yang diperoleh. Hasil rendemen yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Nilai rendemen serbuk biomassa *S. platensis* yang diperoleh dari metode pengeringan yang berbeda

Berdasarkan hasil rendemen serbuk biomassa *S. platensis* pada tabel 4, nilai rendemen paling tinggi diperoleh dari metode pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer* yaitu sebesar 16,86%. Sedangkan hasil rendemen paling rendah diperoleh dari metode pengeringan dengan menggunakan *spray dryer* sebesar 7,25%. Hasil rendemen yang diperoleh dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu selama pengeringan. Semakin tinggi suhu yang digunakan dan semakin lama waktu pengeringan maka kandungan air bebas yang menguap akan semakin besar sehingga masa bahan kering yang dihasilkan juga akan semakin menurun (Sudarmadji *et al.*, 2007). Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Hikmah *et al.*, (2009) terhadap antioksidan *S. platensis* yaitu

bahwa semakin tinggi penggunaan suhu pengeringan dan semakin lama waktu pengeringan menyebabkan penurunan rendemen.

#### 4.2.2 Analisa Total Serat Pangan

Data pengamatan dan analisis total serat pangan pada biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Lampiran 7. Dari hasil analisa data menunjukkan bahwa total serat pangan biomassa *S. platensis* kering dari tiap metode pengeringan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ). Hasil analisa total serat pangan pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dari metode pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil analisa total serat pangan serbuk biomassa *S. platensis***

Perlakuan	Soluble Dietary Fiber (%)	Insoluble Dietary Fiber (%)	Total Dietary Fiber (%)
Oven (Kontrol)	4,78	3,93	8,71
Panas Matahari	3,37	6,08	9,45
Oven Vakum	4,26	6,11	10,37
Freeze Drying	5,04	5,39	10,43
Spray Drying	5,07	2,39	7,46

Tabel 5 memperlihatkan bahwa serat larut air (*Soluble Dietary Fiber*) yang terkandung dalam serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode spray dryer memiliki kandungan yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain yaitu sebesar 5,07%. Santoso (2011), menyatakan bahwa serat pangan larut air (*Soluble Dietary Fiber*) memiliki beberapa manfaat yang baik bagi tubuh. Apabila dikonsumsi secara teratur serat pangan larut air dapat mencegah atau menanggulangi penyakit diabetes. Kemampuannya dalam menyerap air dan mengikat glukosa dapat mengurangi

kadar glukosa dalam darah serta menjadikannya tetap terkontrol. Selain itu serat larut air dapat menjerat lemak di dalam usus halus, dengan begitu serat larut air dapat menurunkan tingkat kolesterol dalam darah sampai 5% atau lebih.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa serat tidak larut air (*Insoluble Dietary Fiber*) yang terkandung dalam serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode oven vakum memiliki kandungan yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain yaitu sebesar 6,11%. Mengonsumsi bahan makanan yang mengandung serat pangan tidak larut air dapat memberikan manfaat bagi tubuh antara lain dapat mengontrol berat badan atau kegemukan (obesitas). Serat tidak larut air dapat menjaga kita tetap kenyang tanpa mengonsumsi karbohidrat tambahan sehingga baik untuk dikonsumsi pada saat diet. Konsumsi serat tidak larut air yang cukup juga dapat memberi bentuk dan meningkatkan air dalam feses sehingga menjaga fungsi gastrointestinal tetap baik dan sehat (Zelman, 2015).

Tabel 5 memperlihatkan bahwa total serat pangan (*Total Dietary Fiber*) biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode pengeringan freeze drying memiliki kandungan paling tinggi apabila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain dengan kandungan sebesar 10,43%. Selain kandungan total serat pangannya yang tinggi, serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan freeze dryer memiliki kandungan serat larut air dan serat tidak larut air yang baik dan hampir seimbang. Beberapa manfaat serat pangan (*Dietary Fiber*) untuk kesehatan menurut Santoso (2011), yaitu : mengontrol berat badan (obesitas), mencegah penyakit diabetes, mencegah gangguan Gastrointestinal, mencegah kanker usus besar (kolon), dan menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Prinsip analisis total serat pangan secara enzimatik gravimetri adalah hidrolisis karbohidrat yang dapat dicerna, lemak, dan protein menggunakan

enzim. Molekul yang tidak larut maupun yang tidak terhidrolisis dipisahkan melalui penyaringan sebagai residu. Residu serat tersebut kemudian dikeringkan serta ditimbang. Selanjutnya residu hasil penimbangan tersebut dianalisis kadar protein dan abunya. Kadar serat pangan diperoleh setelah residu dikurangi kadar protein dan kadar abu (Ceirwyn, 1999). Trisnawati (2014), menyatakan bahwa jenis makanan termasuk dalam makanan tinggi serat apabila mengandung serat pangan minimal 6%, maka serbuk biomassa *S. platensis* termasuk dalam golongan pangan tinggi serat. Rendahnya kandungan total serat pangan pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari pengeringan *spray dryer* disebabkan karena tingginya kadar air yang terkandung di dalamnya.

#### 4.3 Uji Warna pada Serbuk Biomassa *S. platensis*

Hasil analisa uji warna biomassa *S. platensis* menunjukkan bahwa antar perlakuan (metode pengeringan) dapat memberikan hasil yang berbeda pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan. Hasil uji warna pada biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dari metode pengeringan berbeda dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil pembacaan warna pada serbuk biomassa *S. platensis* dengan metode pengeringan berbeda**

Perlakuan	L*	a*	b*
Oven (Kontrol)	50,9	0,4	9,9
Panas Matahari	39,0	2,2	2,7
Oven Vakum	40,2	1,4	1,8
Freeze Drying	40,9	1,8	0,8
Spray Drying	48,8	2,3	9,2

Tabel 6 menunjukkan tentang intensitas warna pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari 5 metode pengeringan yang berbeda. Dari Tabel 6 tersebut dapat dilihat bahwa L\* (intensitas terang) dari tiap – tiap serbuk biomassa *S. platensis* berbeda. Serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan

dari pengeringan sinar matahari memiliki warna yang paling gelap, ditandai dengan nilai  $L^*$  yang rendah yaitu sebesar 39,0. Hal tersebut disebabkan karena adanya kerusakan pigmen (fotodegradasi) dimana pigmen klorofil a yang terdapat pada biomassa *S. platensis* sangat tidak stabil dan rentan terhadap cahaya matahari (Christiana *et al.*, 2008). Sedangkan serbuk biomassa *S. platensis* kontrol memiliki warna yang paling terang dengan nilai  $L^*$  sebesar 50,9. Untuk nilai  $a^*$ (parameter merah - hijau), serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan *spray dryer* memiliki warna yang lebih hijau daripada metode pengeringan yang lainnya dengan nilai sebesar 2,3. Selanjutnya untuk nilai  $b^*$ (parameter kuning – biru), serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan menggunakan oven (kontrol) memiliki warna yang lebih kuning dibandingkan dengan serbuk biomassa *S. platensis* lain dengan nilai sebesar 9,9.

Perubahan intensitas warna dan kestabilan pigmen pada serbuk biomassa *S. platensis* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah suhu. Suhu penyimpanan maupun suhu proses pengolahan dapat mempengaruhi degradasi pigmen yang berakibat pula pada perubahan warna (Hermawan *et al.*, 2010). Udiarta *et al.*, (2015), juga menyatakan bahwa selain suhu, pH atau tingkat keasaman juga dapat mempengaruhi kestabilan pada pigmen suatu tanaman. Pigmen yang terkandung dalam suatu tanaman akan lebih stabil apabila dalam suasana asam atau pH yang rendah.

#### 4.4 Metode Pengeringan Serbuk Biomassa *S. platensis* Terbaik

Metode pengeringan serbuk biomassa *S. platensis* ditentukan dengan menggunakan analisa De Garmo pada setiap parameter uji (rendemen, kadar protein, kadar air, kadar lemak, kadar abu, dan kadar karbohidrat). Berdasarkan hasil analisa De Garmo, diperoleh hasil serbuk biomassa *S. platensis* yang

terbaik dengan kadar protein serta kadar serat yang tinggi yang dikeringkan dengan metode *freeze dryer*. Pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer* dapat dikatakan lebih baik apabila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lainnya karena dapat mempertahankan kandungan yang terdapat dalam biomassa *S. platensis*.

Prasetyaningrum dan Djaeni (2012) menyatakan bahwa pengeringan merupakan salah satu proses penting yang dapat menentukan kualitas dari *S. platensis*. Namun, metode pengeringan yang tepat juga harus diperhatikan agar dapat menghasilkan *S. platensis* kering berkualitas tinggi dengan efisiensi energi yang tinggi. Tingginya kandungan protein yang terdapat dalam *S. platensis* dapat dimanfaatkan sebagai sumber Protein Sel Tunggal (PST), ditambah dengan daya cerna protein yang mudah hingga mencapai 85 sampai 95% *S. platensis* baik apabila dikonsumsi oleh orang tua yang mengalami kesulitan mencerna protein kompleks serta malabsorpsi usus (Henrikson, 2009). Dita (2008), menyatakan bahwa jika suatu protein dipanaskan secara perlahan – lahan hingga suhu 60 – 70°C maka akan terjadi koagulasi. Oleh sebab itu metode pengeringan *freeze dryer* dengan suhu rendah (-30 sampai – 40°C) terbukti efektif untuk menjaga kandungan protein *S. platensis* yang tinggi.

#### **4.5 Analisa Profil Asam Amino**

Analisa asam amino ditujukan untuk mengetahui jenis dan jumlah asam amino yang terkandung dalam suatu produk. Berdasarkan hasil analisis proksimat dan parameter serbuk biomassa *S. platensis* diperoleh perlakuan terbaik yaitu serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dari metode pengeringan *freeze dryer*. Perlakuan terbaik serbuk biomassa *S. platensis* ini akan dianalisa profil asam amino yang terkandung di dalamnya, kemudian akan dibandingkan dengan serbuk biomassa *S. platensis* kontrol (dengan metode



oven) yang juga telah beredar di pasaran. Hasil analisa profil asam amino pada serbuk biomassa *S. platensis* kering yang dihasilkan dari metode pengeringan oven (kontrol) dan metode *freeze drying* dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Profil asam amino serbuk *S. platensis***

No.	Jenis Asam Amino	Serbuk <i>S. platensis</i> metode oven (%)	Serbuk <i>S. platensis</i> metode <i>freeze drying</i> (%)
<b>Esensial</b>			
1.	Lisin	1,88	2,63
2.	Leusin	6,41	6,98
3.	Isoleusin	3,49	4,11
4.	Valin	4,14	4,65
5.	Arginin	7,43	8,37
6.	Treonin	3,33	4,16
7.	Fenilalanin	3,34	3,73
8.	Histidin	0,57	0,81
<b>Non Esensial</b>			
9.	Aspartat	10,47	11,21
10.	Glutamat	10,79	11,70
11.	Serin	3,34	3,44
12.	Glisin	2,98	3,39
13.	Alanin	6,05	8,13
14.	Tirosin	4,58	5,26
<b>Total</b>		<b>69,67</b>	<b>78,57</b>

Tabel 7 menunjukkan bahwa serbuk *S. platensis* memiliki 15 jenis asam amino yang terdiri dari 9 asam amino esensial dan 6 asam amino non esensial. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu komposisi yang hampir menyamai kebutuhan manusia merupakan protein yang bermutu tinggi (Widadi, 2011). Kandungan protein yang dihasilkan lebih rendah jumlahnya dibandingkan dengan persen kadar total asam amino. Hal tersebut dimungkinkan karena pada penelitian ini menggunakan metode kjeldahl dalam mendeteksi protein pada sampel dimana prinsip metode

kjeldahl yaitu penerkaan jumlah protein secara empiris berdasarkan jumlah N di dalam bahan. Metode kjeldahl tidak hanya mendeteksi nitrogen dalam protein tetapi senyawa non-protein yang mengandung nitrogen akan terdeteksi pula (Legowo *et al.*, 2007).

Tabel 7 menunjukkan bahwa kadar asam amino serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kadar asam amino pada serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode oven. Hal ini diduga karena pada saat proses pengeringan biomassa *S. platensis* suhu yang digunakan pada metode *freeze drying* lebih rendah yaitu sebesar  $-30^{\circ}\text{C}$  apabila dibandingkan dengan suhu pada metode oven sebesar  $40^{\circ}\text{C}$ . Sehingga pengeringan dengan metode *freeze drying* dapat lebih menjaga kandungan serta kadar asam amino serbuk biomassa *S. platensis*. Kerusakan kandungan protein yang terkandung di dalam suatu bahan pangan dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan protein antara lain seperti pH, suhu, serta konsentrasi enzim (Amalia, 2007). Yuniarti *et al.*, (2013) juga menyatakan bahwa, pemanasan menyebabkan protein terdenaturasi. Pemanasan dapat merusak asam amino dimana ketahanan protein oleh panas sangat terkait dengan asam amino penyusun protein tersebut sehingga hal ini yang menyebabkan kadar protein menurun dengan semakin meningkatnya suhu pemanasan.

Tabel 7 menunjukkan bahwa serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* mengandung asam amino non esensial tertinggi yaitu glutamat sebesar 12,70%. Kadar asam amino tersebut tidak berbeda jauh apabila dibandingkan dengan serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode oven dimana asam amino tertinggi glutamat sebesar 10,79%. Purbasari (2008) menyatakan bahwa asam glutamat merupakan asam amino non esensial, yang berperan dalam menunjang fungsi

otak, mempermudah belajar dan memperkuat ingatan. Asam glutamat juga bermanfaat untuk membantu dalam meningkatkan massa otot (memperbesar otot). Asupan asam glutamat yang berlebihan (lebih dari 120 mg/kg berat badan) dapat menyebabkan kerusakan sistem syaraf sehingga dapat menimbulkan penyakit alzheimer dan amyotrophic lateral sclerosis. Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat dibentuk dalam tubuh manusia atau dengan kata lain dapat disintesis tubuh makhluk hidup yang disebut juga dengan asam amino endogen (Winarno, 2004). Rafiqi dan Junaidi (2012) juga menyatakan bahwa, sumber pangan yang mengandung asam amino glutamat secara umum dapat kita temukan pada tanaman dan hewan contohnya antara lain seperti daging, ikan, susu, telur dan kacang-kacangan.

Tabel 7 menunjukkan bahwa serbuk biomassa *S. platensis* mengandung asam amino esensial tertinggi yaitu arginin. Serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* memiliki kadar asam amino arginin sebesar 8,37% sedangkan untuk serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode oven memiliki kadar asam amino arginin sebesar 7,43%. Arginin merupakan asam amino esensial yang dapat ditemukan pada kacang-kacangan, udang dan daging kambing. Arginin merupakan asam amino yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Sebagai antioksidan, arginin berperan dalam mencegah kerusakan sel epitel tubulus akibat pelepasan radikal bebas karena injeksi media kontras (Hermita, 2006). Amalia (2007) menambahkan bahwa sebagai bahan pangan, asam amino serin, glisin, alanin, threonin, sistein dan prolin memiliki rasa yang manis. Arginin, valin, leusin, isoleusin, phenilalanin, triptofan dan tirosin memiliki rasa pahit. Sementara lisin dan metionin memiliki rasa manis dan pahit. Rasa gurih disebabkan oleh asam glutamat.

Tabel 7 menunjukkan bahwa total kadar asam amino yang didapatkan dari serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan menggunakan oven

yaitu sebesar 69,67%. Sedangkan total kadar asam amino yang didapatkan dari serbuk biomassa *S. platensis* yaitu sebesar 78,57%. Apabila dibandingkan dengan total kadar asam amino yang terkandung di dalam biomassa *S. platensis* segar yaitu sebesar 65% - 85%, maka total kadar asam amino serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* tidak berbeda jauh (Henrikson, 2009). Hal tersebut menunjukkan bahwa metode pengeringan yang paling efektif adalah metode *freeze drying* yang dapat mempertahankan kandungan asam amino serbuk biomassa *S. platensis* paling tinggi apabila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain.

#### 4.6 Skor Asam Amino

Hasil analisa skor asam amino serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *freeze dryer* didapatkan nilai skor asam amino yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan rujukan. Hasil analisa skor asam amino serbuk biomassa *S. platensis* yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Hasil analisa skor asam amino serbuk biomassa *S. platensis* dengan metode freeze drying**

No.	Jenis Asam Amino	Serbuk <i>S. platensis</i> metode freeze drying*	Telur Ayam Ras**
<b>Esensial</b>			
1.	Lisin	0,37	0,80
2.	Leusin	0,82	0,78
3.	Isoleusin	0,77	0,97
4.	Valin	0,77	0,90
5.	Arginin	1,40	1,67
6.	Treonin	0,87	0,98
7.	Fenilalanin	0,71	0,92
8.	Histidin	0,35	0,82
<b>Non Esensial</b>			
9.	Aspartat	1,12	1,15
10.	Glutamat	0,90	0,53
11.	Serin	0,46	1,12
12.	Glisin	1,02	1,52
13.	Alanin	1,46	1,52
14.	Tirosin	1,30	0,71
<b>Rata – rata</b>		<b>0,88</b>	<b>1,03</b>

Sumber: \*Hasil analisa skor asam amino serbuk *S. platensis* freeze drying  
 \*\*Gilani *et al.*,(2011)

Tabel 8 memperlihatkan bahwa skor asam amino serbuk biomassa *S. platensis* yang dihasilkan dengan metode *freeze drying* didapatkan hasil yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan skor asam amino rujukan (telur ayam ras). Pada penilaian kualitas protein ini digunakan protein telur sebagai standar (rujukan). Komposisi asam amino dalam telur merupakan yang paling baik dan stabil. Untuk menghitung skor asam amino perlu diketahui komposisi dan jumlah asam amino yang terkandung di dalam suatu bahan makanan, kemudian dibandingkan dengan asam amino yang sama yang terkandung di dalam protein telur (Palmer, 2011).

Tabel 8 memperlihatkan bahwa rata-rata skor asam amino serbuk biomassa *S. platensis* yaitu sebesar 0,88. Nilai tersebut lebih rendah apabila

dibandingkan dengan rata – rata skor asam amino esensial telur ayam ras yaitu sebesar 1,03. Hasil skor asam amino esensial pada serbuk *S. platensis* yang paling tinggi yaitu arginin sebesar 1,40. Skor asam amino tersebut tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan skor asam amino arginin pada telur ayam ras yaitu sebesar 1,67. Hasil yang sama juga didapatkan pada skor asam amino non esensial serbuk *S. platensis* yang paling tinggi yaitu alanin sebesar 1,46 tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan skor asam amino alanin telur ayam ras yaitu sebesar 1,52.

Hoffman and Falvo (2004), menyatakan bahwa telur memiliki nilai asam amino yang paling tinggi dan paling baik diantara bahan makanan sumber protein yang lain. Oleh sebab itu telur sering digunakan sebagai standar dalam menghitung nilai asam amino yang terdapat pada bahan makanan yang lain. Selain telur, bahan makanan lain seperti casein, susu, dan protein kedelai juga memiliki nilai asam amino yang baik yang setara dengan telur.

**Tabel 9. Nilai Asam Amino pada Beberapa Bahan Makanan**

Jenis Bahan Makanan	Skor Asam Amino
Telur*	1,00
Kasein*	1,00
Susu*	1,00
Protein Kedelai*	1,00
Daging Sapi*	0,92
<i>S. platensis</i> **	0,88
Kacang Hitam*	0,52
Gandum*	0,42
Gandum Gluten*	0,25

Sumber: \*Hoffman and Falvo (2004)

\*\*Hasil analisa skor asam amino serbuk *S. platensis freeze drying*

Tabel 9 menunjukkan skor asam amino beberapa jenis bahan makanan termasuk *S. platensis*. Dimana skor asam amino *S. platensis* yaitu sebesar 0,88 lebih rendah apabila dibandingkan dengan skor asam amino bahan makanan

acuan yang memiliki skor asam amino yang stabil seperti telur, kasein, susu, dan protein kedelai. Namun skor asam amino *S. platensis* masih lebih tinggi apabila dibandingkan dengan jenis bahan makanan seperti kacang hitam maupun gandum dengan skor 0,52 dan 0,42.



## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tentang pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap mutu biomassa *S. platensis* adalah:

- Metode pengeringan yang berbeda dapat berpengaruh terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia pada biomassa *S. platensis*.
- Proses pengeringan dengan metode *freeze drying* merupakan metode yang paling baik dalam mempertahankan komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia biomassa *S. platensis* dengan kandungan protein sebesar 49,7%, kadar air 2,37%, kadar lemak 2,92%, kadar abu 6,46%, serta kadar karbohidrat 38,69%. Karakteristik fisikokimia serbuk *S. platensis* dengan metode *freeze drying* didapat rendemen sebesar 16,86%, serta total serat pangan sebesar 10,43%.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan metode pengeringan biomassa *S. platensis* yang tepat dengan memperhatikan faktor suhu yang digunakan serta lama pengeringan untuk mendapatkan hasil serbuk biomassa *S. platensis* dengan kandungan nutrisi yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, N., M. F. Z. Aguk., dan Sukesi. 2005. Potensi Mikroalga *Skeletonema costatum*, *Chlorella vulgaris*, dan *Spirulina platensis* Sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 3, No. 2, Halaman 62-70.
- Amalia, E. 2007. Pemanfaatan Kerang Hijau (*Mytilus viridis*) Dalam Pembuatan Hidrolisat Protein Menggunakan Enzim Papain. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Amanatin, D. R., E. Rofidah., S. D. N. Rosady. 2013. *Produksi Protein Sel Tunggal (PST) Spirulina sp. Sebagai Super Food Dalam Upaya Penanggulangan Gizi Buruk Dan Kerawanan Pangan Di Indonesia*. Dikti. Jakarta.
- Amini, S. 2010. *Litbang Departemen Kelautan dan Perikanan-Jakarta: Teknik Pengembangan Mikroalga*. Litbang-ESDM. Jakarta.
- Anggraeni, O. N., A. G. Fasya, M. Abidin, A. Hanapi. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat, Kloroform, Petroleum Eter, Dan N-Heksana Hasil Hidrolisis Ekstrakmetanol Mikroalga *Chlorella Sp.* *Alchemy Journal of Chemistry*. Vol. 3, No. 2, Halaman 173 – 188.
- Angka S.L., T. S. Suhartono. 2000. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan: Bioteknologi Hasil Laut. *Jurnal Institut Pertanian Bogor*, Vol 1, No 2, Halaman 49-56.
- Aprilia S. K., Simamora, I. Suhaidi., dan E. Yusraini. 2014. Pengaruh Lama Pengeringan Kentang Dan Perbandingan Tepung Terigu Dan Tepung Kentang Terhadap Mutu Cookies Kentang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, Vol.2, No.3, Halaman 1 – 10.
- Arikunto, S. 1996. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Rhineka Cipta. Jakarta.
- Autret, M., J. Périssé., F. Sizaret., M. Cresta. 1998. Protein Value of Different Types of Diet in the World: Their Appropriate Supplementation. *Nutrition Newsletter. FAO*. Vol.6, No. 4, Page 1 – 29.
- Ceirwyn, J.S. 1999. *Analytical Chemistry of Foods*. Aspen Publishers. New York.
- Christiana, R. H. Kristopo, and L. Limantara. 2008. Photodegradation and Antioxidant Activity of Chlorophyll *a* from *Spirulina (Spirulina Sp.)* Powder. *Journal Chemical*, Vol. 8, No. 2, Page : 236 – 241.
- Christwardana, M., M. M. A. Nur., Hadiyanto. 2013. *Spirulina platensis: Potensinya Sebagai Bahan Pangan Fungsional*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol.2, No.1, Halaman 1-4.

- Desmorieux, H., and Decaen, N. 2006. Convective Drying of Spirulina in Thin Layer. *Journal of Food Engineering*, Vol.1, No. 77, Page 64-70.
- Dianursanti., dan A, Wijanarko. 2007. Optimasi Intensitas Cahaya Fiksasi CO2 *Spirulina gigantealis* untuk Meningkatkan Produksi Asupan Pangan. Seminar Nasional Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Djaeni, M., Prasetyaningrum., A. Mahayana. 2012. Pengeringan Karaginan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada *Spray Dryer* Menggunakan Udara Yang Didehumidifikasi Dengan Zeolit Alam. Tinjauan: Kualitas Produk dan Efisiensi Energi. *Momentum*, Vol. 8, No. 2, Halaman 28- 34.
- Ferdian, R. 2015. Pengaruh Drying Aid Maltodextrin Dan Gum Arab Dalam Spray Drying Jus Buah Naga Merah (*Hylocereus undatus*) Sebagai Pewarna Alami Menggunakan Metode Simplex Lattice Design. Skripsi. Jurusan Farmasi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Gilani S., D. Tomé, P. Moghan, B. Burlingame. 2011. The Assessment of Amino Acid Digestibility in Foods for Humans and Including a Collation of Published Ileal Amino Acid Digestibility Data for Human Foods. Riddet Institute, Massey University, New Zealand.
- Hariyadi, P. 2013. *Pengeringan Beku dan Aplikasinya di Industri Pangan*. IPBpress. Bogor.
- Hariyati, R. 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina sp.* dalam Skala Laboratoris. *Jurnal BIOMA*, Vol. 10, No. 1, Halaman 19-22.
- Henrikson, R. 2009. *Earth Food Spirulina. 6th Edition*. Ronore Interprise, Inc. Hawaii.
- Hermawan, R., E. K. Hayati., U. S. Budi., A. Barizi. 2010. Effect of Temperature, ph on Total Concentration and Color Stability of Anthocyanins Compound Extract Roselle Calyx (*Hibiscus Sabdariffa L.*). *Alchemy Journal*, Vol 2, No 1, Page 104 – 157.
- Hermita, M. 2006. Perbandingan Pengaruh Antara L-arginin dengan *Nifedipin* Terhadap Gambaran Histopatologi Ginjal Tikus *Sprague-Dawley* yang diberi Media Kontras *Iopamidol Intravena*. Skripsi. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hoffman, J. R. and M. J. Falvo.2004. Protein – Which is Best?. International Society of Sports Nutrition Symposium, Las Vegas, Nevada, USA. *Journal of Sports Science and Medicine* Vol. 3, Page: 118-130.
- Husni, A., R. P. Deffy, I. W. B. Lelana. 2014. Aktivitas Antioksidan *Padina sp.* Pada Berbagai Suhu Dan Lama Pengeringan. *Jurnal Perikanan* Vol. 9 No. 2, Halaman: 165–173.
- Indarti, Eti. 2007. Efek Pemanasan terhadap Rendemen Lemak pada Proses Pengepresan Biji Kakao. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Vol. 6, No. 2, hal. 50-54.

- Indrayani. 2012. Model Pengeringan Lapisan Tipis Temu Putih (*Curcuma zedoria Berg. Rosc*). Skripsi. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Jelita, K. 2011. Verifikasi Metode Analisis Serat Pangan Dengan Metode Aoc dan Asp Terhadap Parameter Repeatability, Selektivitas, dan Ruggedness. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jourdan, J. P. 2001. *Grow Your Own Spirulina (Cultivez Votre Spiruline)*. Antenna Technologie. Southern France.
- Kusdarwati, R., R. H. Bustaman., M. Arief. 2011. Pengaruh Perbedaan Warna Cahaya Terhadap Pertumbuhan Kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, Vol. 3, No. 2, Halaman 183-191*.
- Legowo., Anang., Sutaryo. 2005. *Analisis Pangan*. Penerbit Universitas Airlangga. Surabaya.
- Liu, Y. F., L. Z. Xu, N. Cheng, L. J. Lin, and C. W. Zhang. 2000. Inhibitory Effect of Phycocyanin from *Spirulina platensis* on the Growth of Human Leukimia " K562 Cells". *Journal Application, Phycol, Vol.12, No. 2, Page 125 - 130*.
- Lin, L. P. 1985. Microstructure of Spray Dried and Freeze Dried Microalgal Powders. *Food Microculture, Vol. 4, No. 2, Page : 341 – 348*.
- Lubis, I. H. 2008. Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan terhadap Mutu Tepung Pandan. Skripsi. Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Markovic, I., I, Jelena, M. Dragan, S. Vojislav, K. Nenad. 2015. Color Measurement Of Food Products Using CIE L\*a\*b\* and RGB Color Space. *Journal of Hygienic Engineering and Design, Vol. 2, No. 13, Hal. 50-53*.
- Nofrianti, R. 2013. Metode *Freeze Drying* dalam Pengeringan Keripik. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. Vol.2, No.1, Hal., 6-9*.
- Nurani, F. R., E. D. Masithah., A. S. Mubarak. 2012. Pengaruh Konsentrasi Pupuk *Azolla pinata* terhadap Pertumbuhan Populasi *Spirulina platensis*. *Jurnal Ilmiah Perikanan & Kelautan, Vol. 4, No. 1, Hal. 5-6*.
- Palmer, T. 2011. Energy and protein requirements. *Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*. Geneva. Switzerland.
- Prasetyaningrum, A. 2010. Rancang Bangun Oven Drying Vaccum Dan Aplikasinya Sebagai Alat Pengering Pada Suhu Rendah. *Riptek, Vol.4, No.1, Halaman 45 – 53*.
- Prasetyaningrum, A and M. Djaeni. 2012. Drying Spirulina with Foam Mat Drying at Medium Temperature. *International Journal of Science and Engineeri. Vol. 3, No. 2, Page 1-3*.

- Prasetyo, B., dan N. K. Elizabeth. 2010. Penentuan Jenis *Spirulina sp.* di Situ Babakan, Jagakarsa, Jakarta Selatan. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Terbuka. Jakarta.
- Purbasari, D. 2008. Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein Dari Kerang Mas Ngur (*Atactodea Striata*). Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Rafiqi, A. F., dan A. Junaidi. 2012. Asam Amino Gerak dan Perubahan. Universitas Wirajaya Sumenep.
- Rini, I., 2000. Modifikasi Proses Pembuatan Tepung Agar-agar dengan Menggunakan Pengereng Semprot (Spray Dryer) dan Pengereng Drum (Drum Dryer). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rostika, R. N. 2011. Biofiksasi Co<sub>2</sub> Oleh Mikroalga *Chlamydomonas sp.* Untuk Pemurnian Biogas. Masters Thesis. Program Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Santoso, A. 2011. Serat Pangan (*Dietary Fiber*) Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Jurnal Magistra*. Vol 23. No. 75. Hal. 35 – 40.
- Sari, H. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk *Azolla pinata* Terhadap Kandungan klorofil pada *Spirulina platensis*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Sedjati, S., E. Yudiati, dan Suryono. 2012. Profil Pigmen Polar dan Non Polar Mikroalga Laut *Spirulina sp.* dan Potensinya sebagai Pewarna Alami. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol. 17, No. 3, Halaman 176-181.
- Setyanto, A. E. 2005. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi. *Jurnal Ilmu Komunikasi* Vol. 2, No. 1, Halaman 27- 37.
- Spolaore, P., C. C. Joanis, E. Duran, A. Isambert. 2006. Comercial application of microalgae review. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. Vol. 10, No.2, Halaman 87-96.
- Sheehan, J., T. Dunahay, J. Benemann, and P.G. Roessler. 1998. A Look Back at the US Department of Energy's Aquatic Species Program – Biodiesel from Algae. US Department of Energy's Office of Fuels Development. Close Out Report TP-580-24190. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.
- Sudarmadji. S., B. Haryono, dan Suhardi. 1989. Prosedur analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty; Yogyakarta.
- Suratman, 2014. Perbedaan Diskolorisasi Restorasi Resin Komposit Pada Perendaman Larutan Teh Hitam Dan Teh Hijau. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Susilowati, D.E., Erna S., Gatot H. P., dan Nugroho S. 2009. Alat Pengereng Zat Warna Alami (Spray Dryer) Tipe Kontinyu Berlawanan Arah Dengan

Menggunakan Udara Panas. Laporan Tugas Akhir. Program Studi D III Teknik Kimia. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

- Syamsir, E. 2012. *Pangan Fungsional dari Pangan Tradisional*. Rhineka Cipta. Jakarta.
- Tasia, W. R. N. Dan D. W. Tri. 2014. Potensi Cincau Hitam (*Mesona palustris Bl.*), Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius*) dan Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Sebagai Bahan Baku Minuman Herbal Fungsional. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 2 No 4, Halaman 128-136.
- Trisnawati W., K. Suter, K. Suastika, N. K. Putra. 2014. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kandungan Antioksidan, Serat Pangan dan Komposisi Gizi Tepung Labu Kuning. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol. 3, No. 4, Halaman 135 – 140.
- Usharani, G., P. Saranraj., D. Kanchana. 2012. *In vitro* Cultivation of *Spirulina platensis* using Rice Mill Effluent. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, Vol. 3, No. 6, Halaman 1518 – 1523.
- Udiarta, P., E. N. Dewi, dan Romadhon. 2015. Pengaruh Penambahan Mgco3 dan Zncl2 Terhadap Stabilitas Kandungan Pigmen Klorofil Pada Mikroalga *Spirulina platensis*. *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol.10, No.2, Halaman: 114-118.
- Utomo, M.T.S., dan S.P. Adhita. 2009. Formulasi Pembuatan Tablet Hisap Berbahan Dasar Mikroalga *Spirulina Platensis* Sebagai Sumber Antioksidan Alami. *Jurnal Sains MIPA*. Vol. 15, No. 3, Hal.: 167 – 176.
- Vanessa. 2008. Penentuan Kadar Air dan Kadar Abu dari Gliserin yang diproduksi PT. Sinar Oleochemical International-Medan. Laporan Karya Ilmiah. Program studi D III Kimia Analis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Veerma, M., Setiyono, dan Rusman. 2011. Pengaruh Metode Pengeringan Dan Konsentrasi Bumbu Serta Lama Perendaman Dalam Larutan Bumbu Terhadap Kualitas Kimia Dendeng Babi. *Jurnal Agrinimal*, Vol. 1, No. 2, Halaman : 52-59.
- Wang, J., Y. Wang., Z. Wang. 2007. Vitamin A Equivalence of *Spirulina*  $\beta$ -carotene in Chinese Adults as Assessed by using a Stable-isotope Reference Method. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 87, No. 6, Halaman 1730-1737.
- Winarno, F. G. 1994. *Air untuk Industri Pangan*. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Wulandari, D. A. 2013. Formulasi Tablet Hisap *Spirulina platensis* Sebagai Suplemen Makanan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

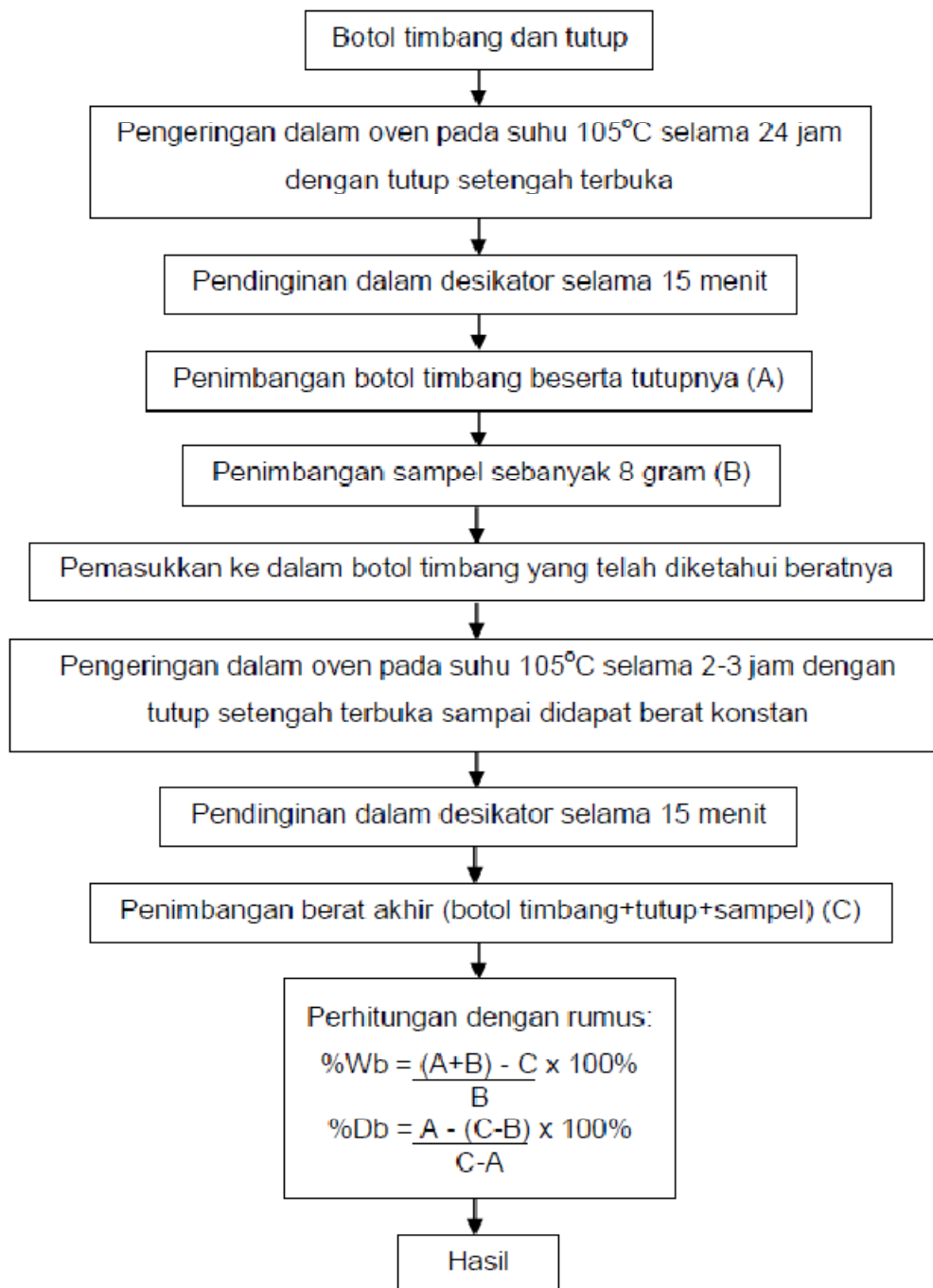
Yuniarti, D. W., T. D. Sulistiyati, dan E. Suprayitno. 2013. Pengaruh Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Kualitas Serbuk Albumin Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*). *THPi Student Journal*, Vol. 1, No. 1, Halaman: 1-9

Zelman, K. M. 2015. *Soluble Fiber vs Insoluble Fiber*. University of Colorado, Colorado Springs

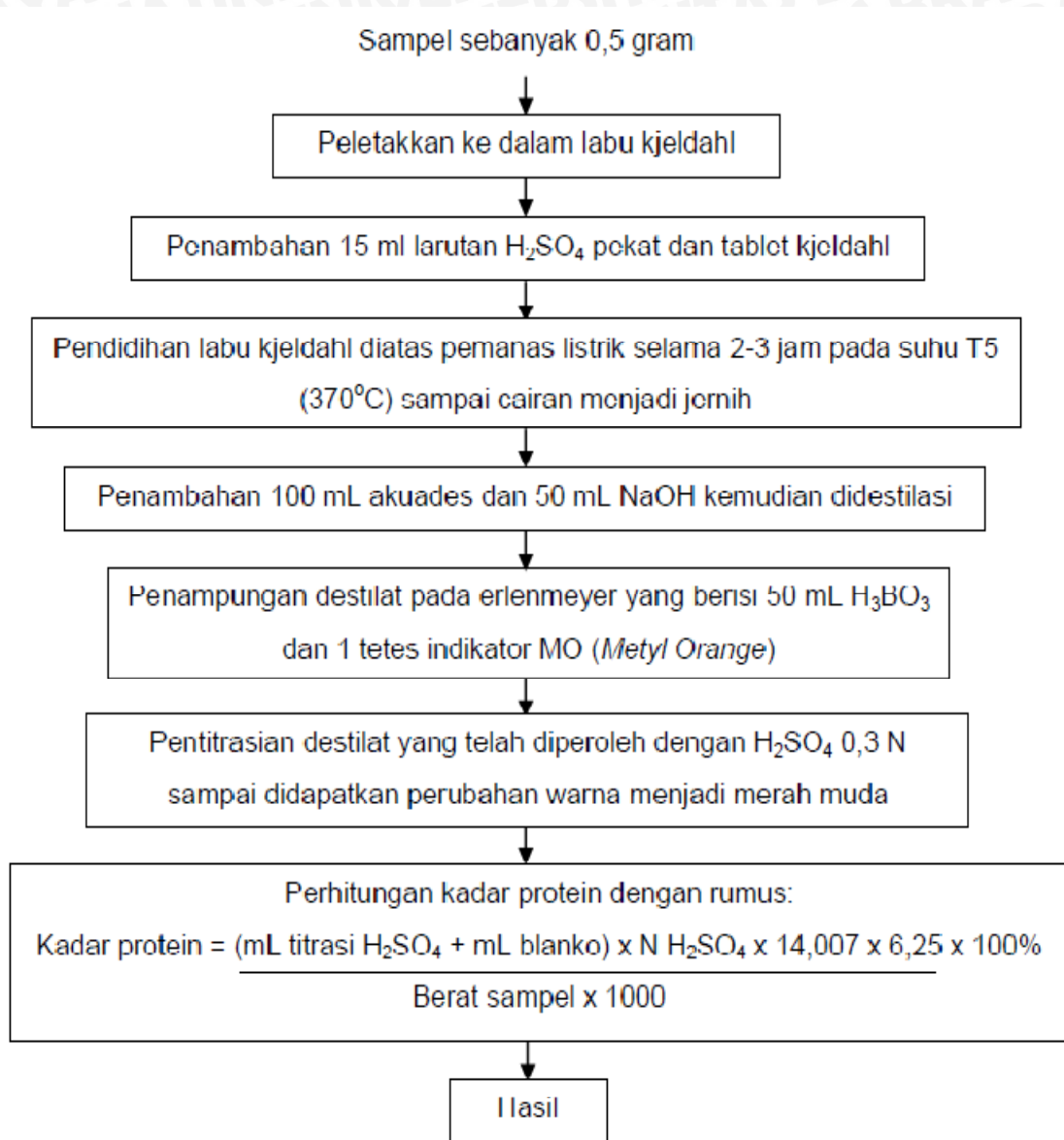


## LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Analisa Kadar Air

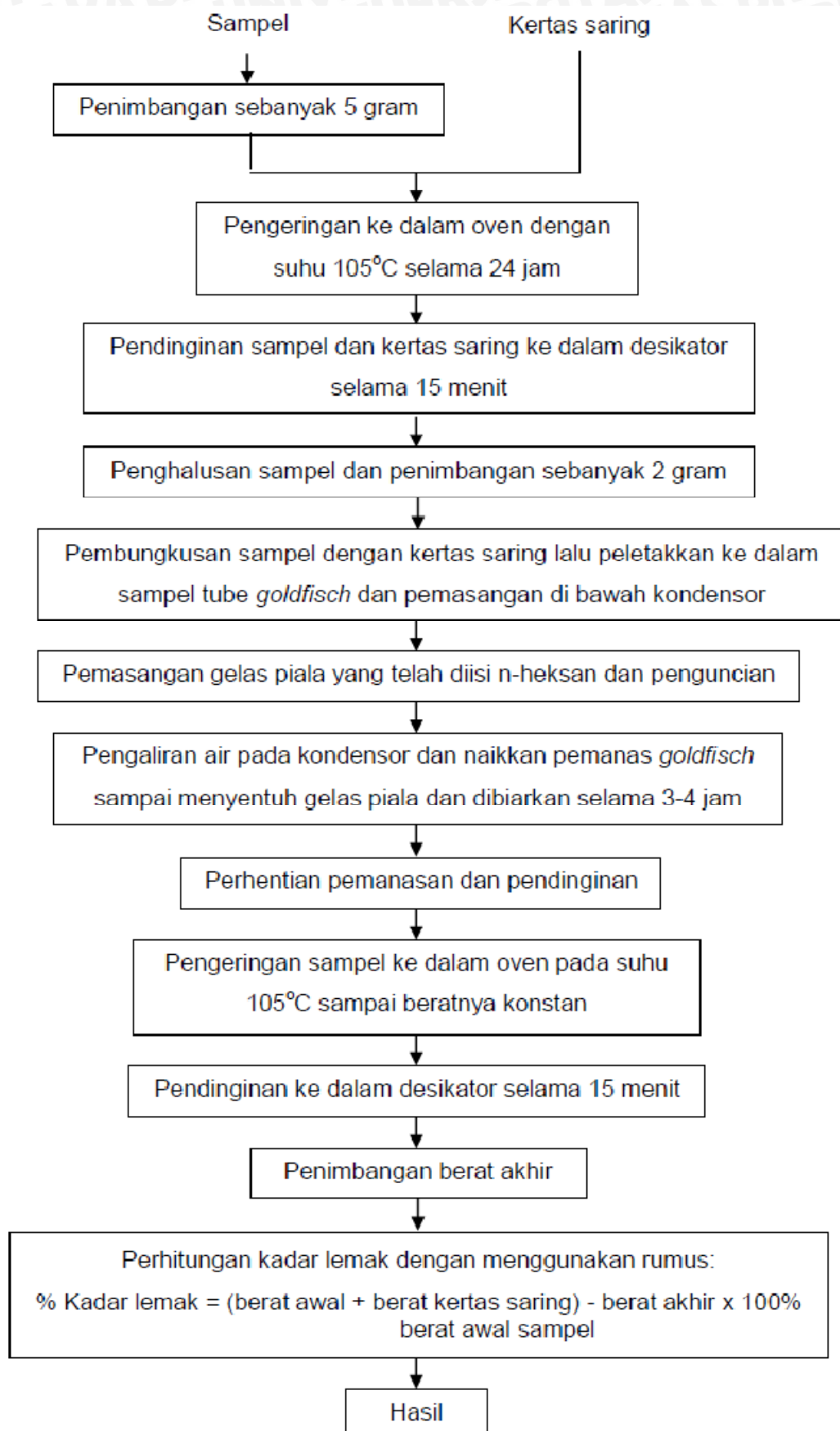


## Lampiran 2. Diagram Alir Analisa Kadar Protein

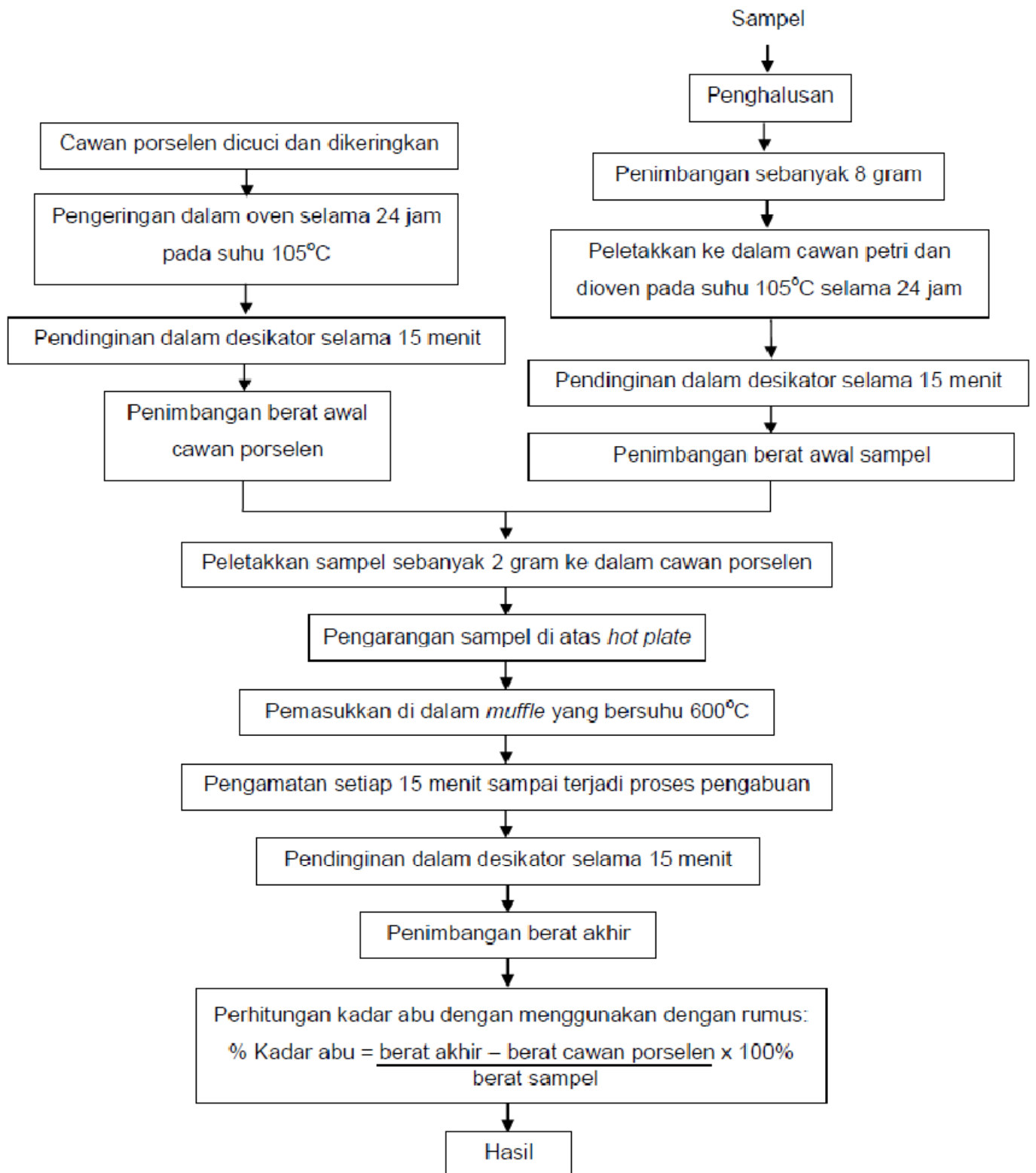




## Lampiran 3. Diagram Alir Analisa Kadar Lemak



## Lampiran 4. Diagram Alir Analisa Kadar Abu



Lampiran 5. Rata – rata Komposisi Kimia Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Kadar air (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Karbohidrat (%)
Oven (Kontrol)	2,31	2,82	6,68	45,20	42,99
Panas Matahari	2,37	2,39	8,02	39,97	47,26
Oven Vakum	2,29	2,70	6,77	42,95	45,29
Freeze Drying	2,37	2,92	6,46	49,57	38,69
Spray Drying	4,62	2,80	6,55	47,01	39,02

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 6. Hasil Analisis Kadar Air Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5			
Oven Panas Matahari	2,34	2,28	2,33	2,38	2,24	11,57	2,31	0,05
Oven vakum	2,47	2,41	2,33	2,35	2,28	11,84	2,37	0,07
Freeze Drying	2,27	2,33	2,36	2,24	2,26	11,46	2,29	0,05
Spray Drying	2,43	2,37	2,40	2,36	2,31	11,87	2,37	0,05
	4,75	4,67	4,62	4,55	4,53	23,12	4,62	0,09

FK	195,22
JK Total	21,03
JK Perlakuan	20,95
JK Galat	0,08

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	20,95	5,236	1242,05	3,96
Galat	20	0,08	0,004		
Total	24	21,03			

q tabel 5%	4,23
BNJ 5%	0,12283

#### Notasi

Perlakuan	2,29	2,31	2,37	2,37	4,62	Notasi
Oven Vakum	2,29					a
Oven	2,31	0,022				a
Panas Matahari	2,37	0,076	0,054			a
Freeze Drying	2,37	0,082	0,06	0,006		a
Spray Drying	4,62	2,332	2,31	2,256	2,25	b

Lampiran 7. Hasil Analisis Kadar Lemak Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5			
Oven Panas Matahari	2,96	2,86	2,70	2,73	2,84	14,09	2,82	0,10
Oven vakum	2,45	2,38	2,40	2,37	2,33	11,93	2,39	0,04
Freeze Drying	2,82	2,74	2,71	2,67	2,58	13,52	2,70	0,09
Spray Drying	2,92	2,91	3,13	2,78	2,85	14,59	2,92	0,13
	2,91	2,87	2,74	2,71	2,75	13,98	2,80	0,09

FK	185,56
JK Total	1,01
JK Perlakuan	0,83
JK Galat	0,18

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	0,83	0,208	22,73	3,96
Galat	20	0,18	0,009		
Total	24	1,01			

q tabel 5%	4,23
BNJ 5%	0,80907

Notasi							Notasi
Perlakuan		2,39	2,70	2,80	2,82	2,92	
Panas Matahari	2,39						a
Oven vakum	2,70	0,314					a
Spray Drying	2,80	0,406	0,096				a
Oven	2,82	0,428	0,118	0,018			a
Freeze Drying	2,92	0,528	0,218	0,118	0,098		a

Lampiran 8. Hasil Analisis Kadar Protein Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5			
Oven Panas Matahari	45,64	45,52	44,93	44,78	45,12	225,99	45,20	0,37
Oven vakum	40,38	39,63	39,44	40,22	40,16	199,83	39,97	0,41
Freeze Drying	43,25	43,12	42,77	42,84	42,76	214,74	42,95	0,22
Spray Drying	48,43	51,37	47,29	49,33	51,41	247,83	49,57	1,82
	47,17	46,84	47,33	46,79	46,93	235,06	47,01	0,23

FK	50485,60
JK Total	287,15
JK Perlakuan	272,34
JK Galat	14,81

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	272,34	68,085	91,96	3,96
Galat	20	14,81	0,740		
Total	24	287,15			

q tabel 5% 4,23

BNJ 5% 7,279308

Notasi

Perlakuan		39,97	42,95	45,2	47,01	49,57	Notasi
Panas Matahari	39,97						a
Oven vakum	42,95	2,978					a
Oven	45,20	5,228	2,248				a
Spray Drying	47,01	7,042	4,062	1,812			a
Freeze Drying	49,57	9,596	6,616	4,366	2,556		b

Lampiran 9. Hasil Analisis Kadar Abu Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5			
Oven Panas Matahari	6,55	6,57	6,87	6,67	6,73	33,39	6,68	0,13
Oven vakum	8,38	7,64	7,72	8,21	8,13	40,08	8,02	0,32
Freeze Drying	6,63	6,74	6,78	6,82	6,87	33,84	6,77	0,09
Spray Drying	6,34	6,44	6,52	6,35	6,63	32,28	6,46	0,12
	6,41	6,57	6,48	6,62	6,67	32,75	6,55	0,11

FK	1188,04
JK Total	8,77
JK Perlakuan	8,16
JK Galat	0,62

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	8,16	2,039	66,17	3,96
Galat	20	0,62	0,031		
Total	24	8,77			

q tabel 5%	4,23
BNJ 5%	1,485206

#### Notasi

Perlakuan		6,46	6,55	6,68	6,77	8,02	Notasi
Freeze Drying	6,46						a
Spray Drying	6,55	0,09					a
Oven	6,68	0,218	0,128				a
Oven vakum	6,77	0,308	0,218	0,088			a
Panas Matahari	8,02	1,556	1,466	1,336	1,246		b

Lampiran 10. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5			
Oven Panas Matahari	42,51	42,77	43,17	43,44	43,07	214,96	42,99	0,36
Oven vakum	46,32	47,94	48,11	46,85	47,10	236,32	47,26	0,75
Freeze Drying	45,03	45,06	45,38	45,43	45,53	226,43	45,29	0,23
Spray Drying	39,88	36,91	40,66	39,18	36,80	193,43	38,69	1,75
Spray Drying	38,76	39,05	38,83	39,33	39,12	195,09	39,02	0,23

FK	45473,86
JK Total	301,77
JK Perlakuan	286,30
JK Galat	15,48

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	286,30	71,574	92,50	3,96
Galat	20	15,48	0,774		
Total	24	301,77			

q tabel 5%	4,23
BNJ 5%	7,441944

#### Notasi

Perlakuan		38,69	39,02	42,99	45,29	47,26	Notasi
Freeze Drying	38,69						a
Spray Drying	39,02	0,328					a
Oven	42,99	4,302	3,972				a
Oven vakum	45,29	6,596	6,266	2,296			a
Panas Matahari	47,26	8,574	8,244	4,274	1,974		b



Lampiran 11. Hasil Analisis Total Serat Pangan Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Soluble Dietary Fiber (%)	Insoluble Dietary Fiber (%)	Total Dietary Fiber (%)
<b>Oven (Kontrol)</b>	Ulangan I	4,80	Ulangan I 3,77
	Ulangan II	4,76	Ulangan II 4,09
	Rata - rata	4,78	Rata - rata 3,93
<b>Panas Matahari</b>	Ulangan I	3,27	Ulangan I 6,11
	Ulangan II	3,47	Ulangan II 6,05
	Rata - rata	3,37	Rata - rata 6,08
<b>Oven Vakum</b>	Ulangan I	4,36	Ulangan I 6,15
	Ulangan II	4,16	Ulangan II 6,07
	Rata - rata	4,26	Rata - rata 6,11
<b>Freeze Drying</b>	Ulangan I	4,97	Ulangan I 5,29
	Ulangan II	5,11	Ulangan II 5,49
	Rata - rata	5,04	Rata - rata 5,39
<b>Spray Drying</b>	Ulangan I	5,03	Ulangan I 2,32
	Ulangan II	5,11	Ulangan II 2,46
	Rata - rata	5,07	Rata - rata 2,39

- Rata – rata Total Serat Pangan Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Soluble Dietary Fiber (%)	Insoluble Dietary Fiber (%)	Total Dietary Fiber (%)
<b>Oven (Kontrol)</b>	4,78	3,93	8,71
<b>Panas Matahari</b>	3,37	6,08	9,45
<b>Oven Vakum</b>	4,26	6,11	10,37
<b>Freeze Drying</b>	5,04	5,39	10,43
<b>Spray Drying</b>	5,07	2,39	7,46

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Standar Deviasi
	1	2	3			
Oven	8,57	8,85	8,71	26,13	8,71	0,14
Panas Matahari	9,38	9,52	9,45	28,35	9,45	0,07
Oven vakum	10,51	10,23	10,37	31,11	10,37	0,14
Freeze Drying	10,26	10,60	10,43	31,29	10,43	0,17
Spray Drying	7,35	7,57	7,46	22,38	7,46	0,11
<b>Total</b>	<b>46,07</b>	<b>46,77</b>	<b>46,42</b>	<b>139,26</b>	<b>46,42</b>	

FK	1292,89
JK Total	18,70
JK Perlakuan	18,53
JK Galat	0,17

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	18,53	4,633	272,18	3,96
Galat	10	0,17	0,017		
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>18,70</b>			

t tabel 5%	2,228
BNT 5%	0,750498

Notasi							
Perlakuan		7,46	8,71	9,45	10,37	1,43	<b>Notasi</b>
Spray Drying	7,46						a
Oven	8,71	1,25					b
Panas Matahari	9,45	1,99	0,74				b
Oven vakum	10,37	2,91	1,66	0,92			c
Freeze Drying	10,43	2,97	1,72	0,98	0,06		c

Lampiran 12. Hasil Analisis Rendemen Biomassa *S. platensis* kering dengan metode pengeringan berbeda

Perlakuan	Ulangan					Total	Rerata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5			
Oven Panas Matahari	11,94	12,23	11,73	12,14	12,22	60,26	12,05	0,21
Oven vakum	12,64	12,83	13,17	13,21	12,86	64,71	12,94	0,24
Freeze Drying	9,81	10,78	11,32	11,63	11,31	54,85	10,97	0,72
Spray Drying	15,86	16,91	17,36	16,88	17,31	84,32	16,86	0,60
Total	5,85	6,67	8,02	7,83	7,90	36,27	7,25	0,96
<b>Total</b>	<b>56,10</b>	<b>59,42</b>	<b>61,60</b>	<b>61,69</b>	<b>61,60</b>	<b>300,41</b>	<b>60,08</b>	

FK	3609,85
JK Total	248,24
JK Perlakuan	240,66
JK Galat	7,58

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
Perlakuan	4	240,66	60,166	158,81	3,96
Galat	20	7,58	0,379		
Total	24	248,24			

q tabel 5%	4,23
BNJ 5%	1,164365

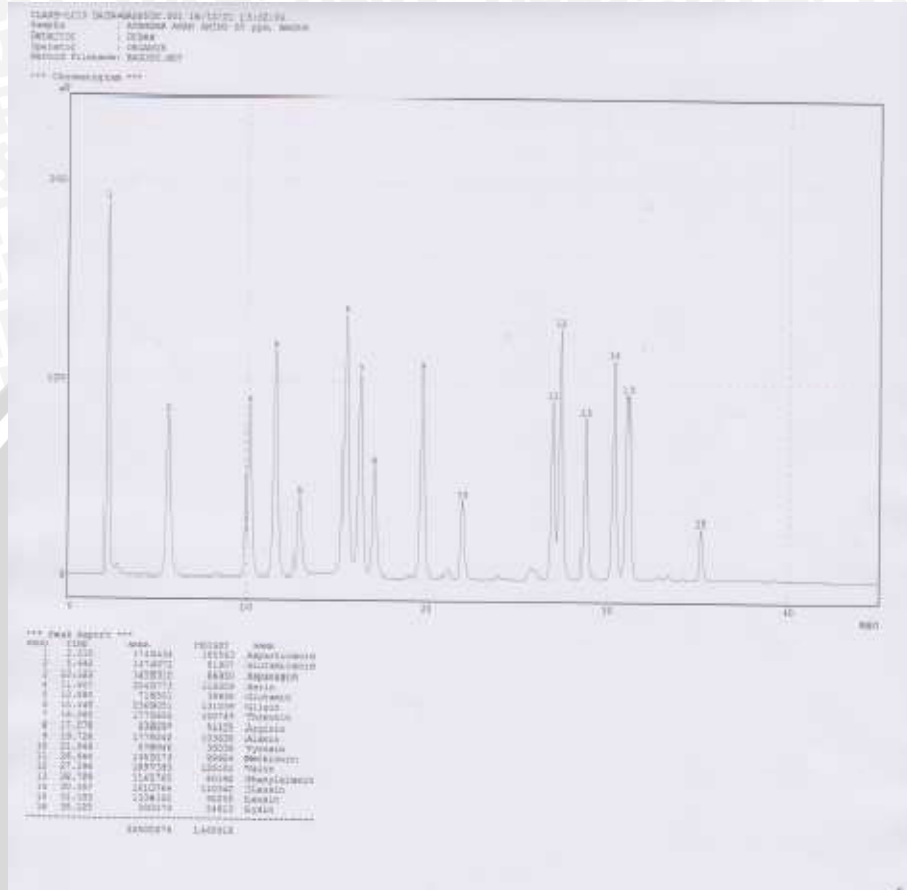
Notasi							Notasi
Perlakuan		7,25	10,97	12,05	12,94	16,86	a
Spray Drying	7,25						
Oven Vakum	10,97	3,72					
Oven	12,05	4,8	1,08				
Panas Matahari	12,94	5,69	1,97	0,89			
Freeze Drying	16,86	9,61	5,89	4,81	3,92		

Lampiran 13. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* kontrol 50 ppm

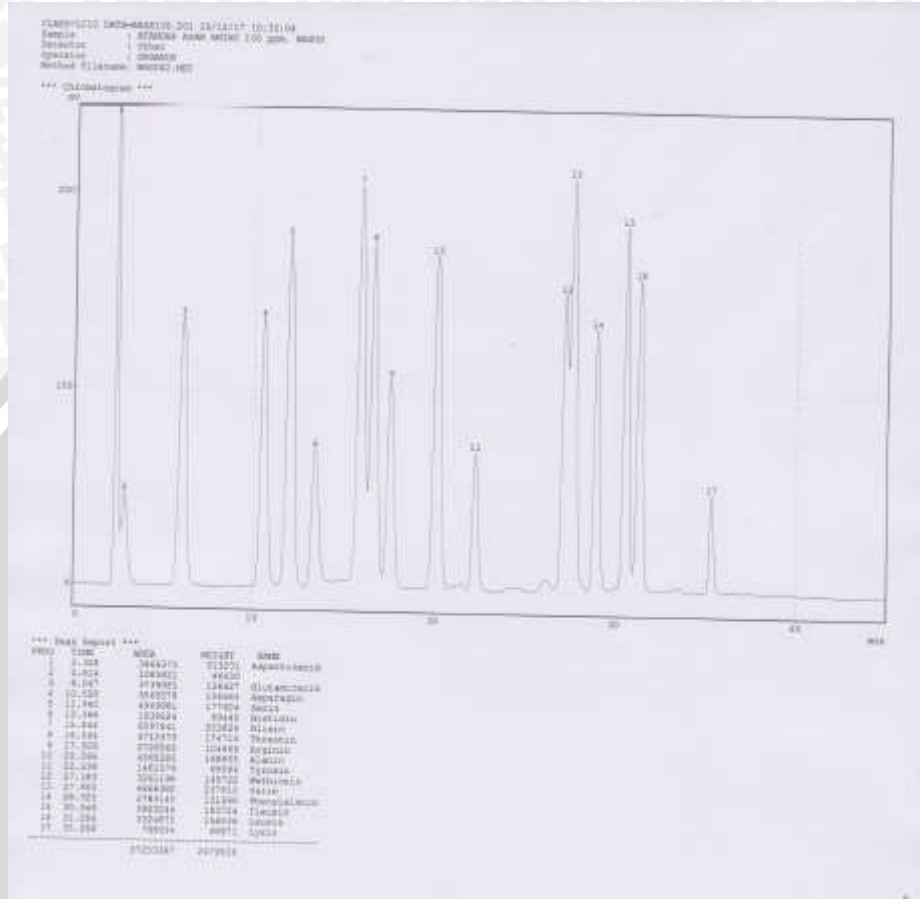
Parameter	Perlakuan						Terbaik	Terjelek	Selisih
	Oven	Panas Matahari	Oven Vakum	Freeze	Spray				
Protein	45,2	39,97	42,95	49,57	47,01	49,57	39,97	9,6	
Air	2,31	2,37	2,29	2,37	4,26	2,29	4,26	-1,97	
Serat	8,71	9,45	10,37	10,43	7,46	10,43	7,46	2,97	
Lemak	2,82	2,39	2,7	2,92	2,8	2,39	2,92	-0,53	
Abu	6,88	8,02	6,77	6,46	6,55	6,46	8,02	-1,56	
Karbohidrat	42,99	47,26	45,29	38,69	39,02	38,69	47,26	-8,57	

Parameter	Bobot	Oven (Kontrol)		Panas Matahari		Oven Vakum		Freeze Drying		Spray Drying	
		NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP
Protein	0,5	0,54	0,27	0	0	0,31	0,15	1	0,5	0,73333	0,36667
Air	0,66	0,98	0,65	0,95	0,63	1	0,66	0,95939	0,63959	0	0
Serat	0,75	0,42	0,31	0,67	0,50	0,97	0,73	1	0,75	0	0
Lemak	0,8	0,18	0,15	1	0,8	0,41	0,33	0	0	0,22642	0,18113
Abu	0,83	0,73	0,60	0	0	0,80	0,66	1	0,83333	0,94231	0,78526
Karbohidrat	0,28	0,49	0,14	0	0	0,22	0,06	1	0,28571	0,96149	0,27471
Total			2,15		1,94		2,62		3,00864		1,60777

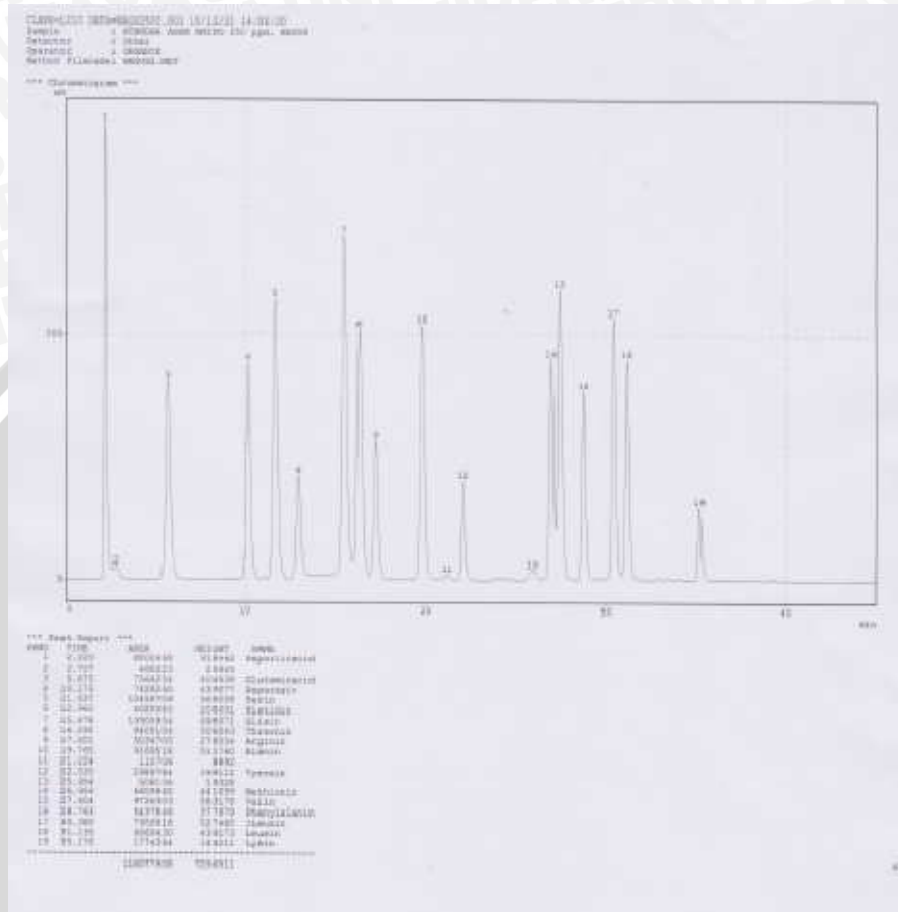
Lampiran 14. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* kontrol 50 ppm



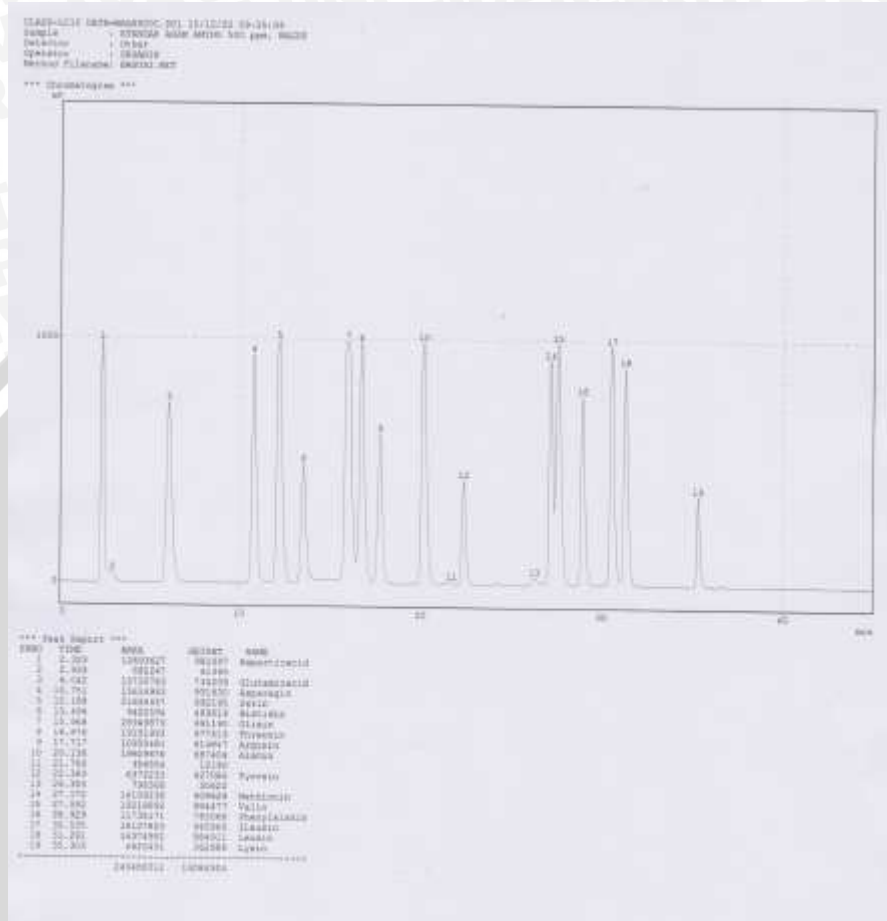
Lampiran 15. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* kontrol 100 ppm



### Lampiran 16. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* kontrol 250 ppm

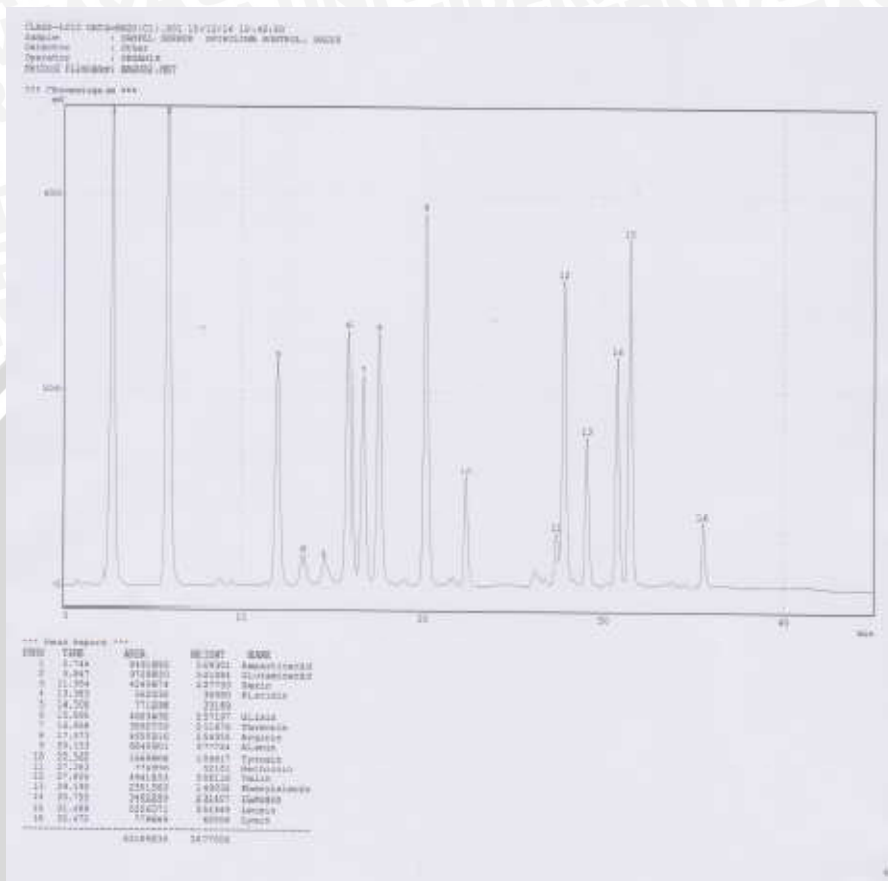


Lampiran 17. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* kontrol 500 ppm

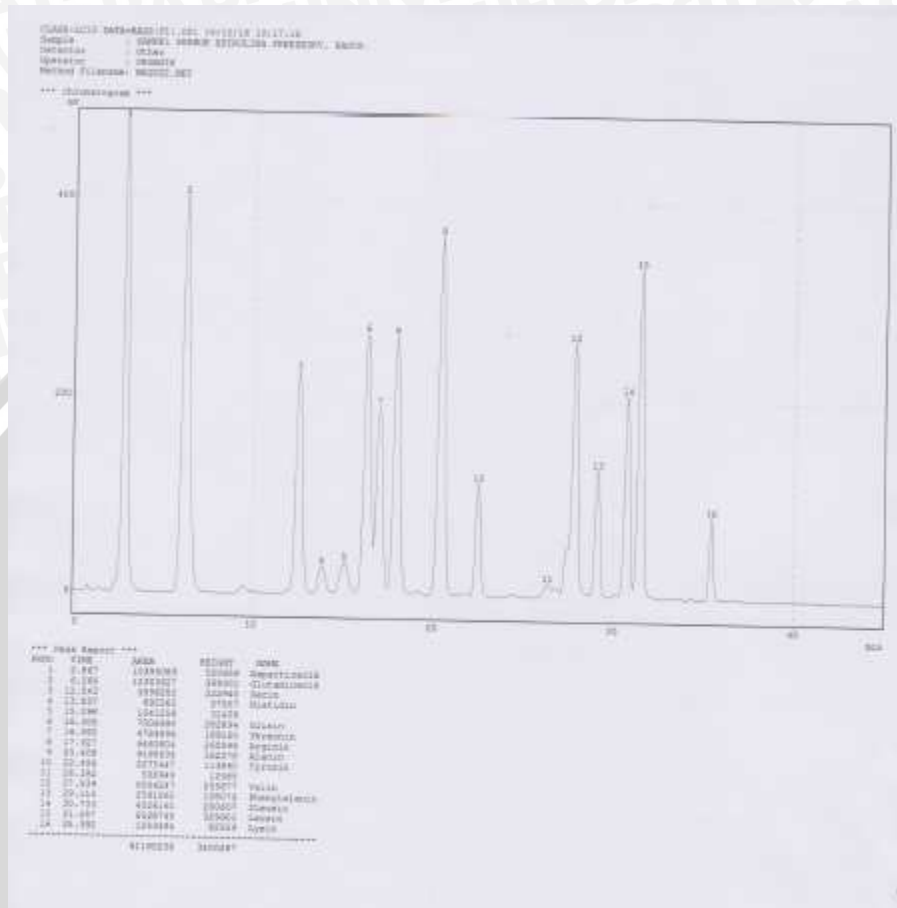




Lampiran 18. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* dengan metode oven



Lampiran 19. Hasil Analisa Kadar Asam Amino Biomassa *S. platensis* dengan freeze drying



Lampiran 20. Dokumentasi Analisis Kadar Air Serbuk Biomassa *S. platensis*



Preparasi cawan petri dalam oven selama 24 jam



Pendinginan dalam desikator selama 15 menit



Penimbangan berat cawan petri



Pendinginan dalam desikator selama 15 menit



Pengeringan dalam oven suhu 105°C selama ± jam



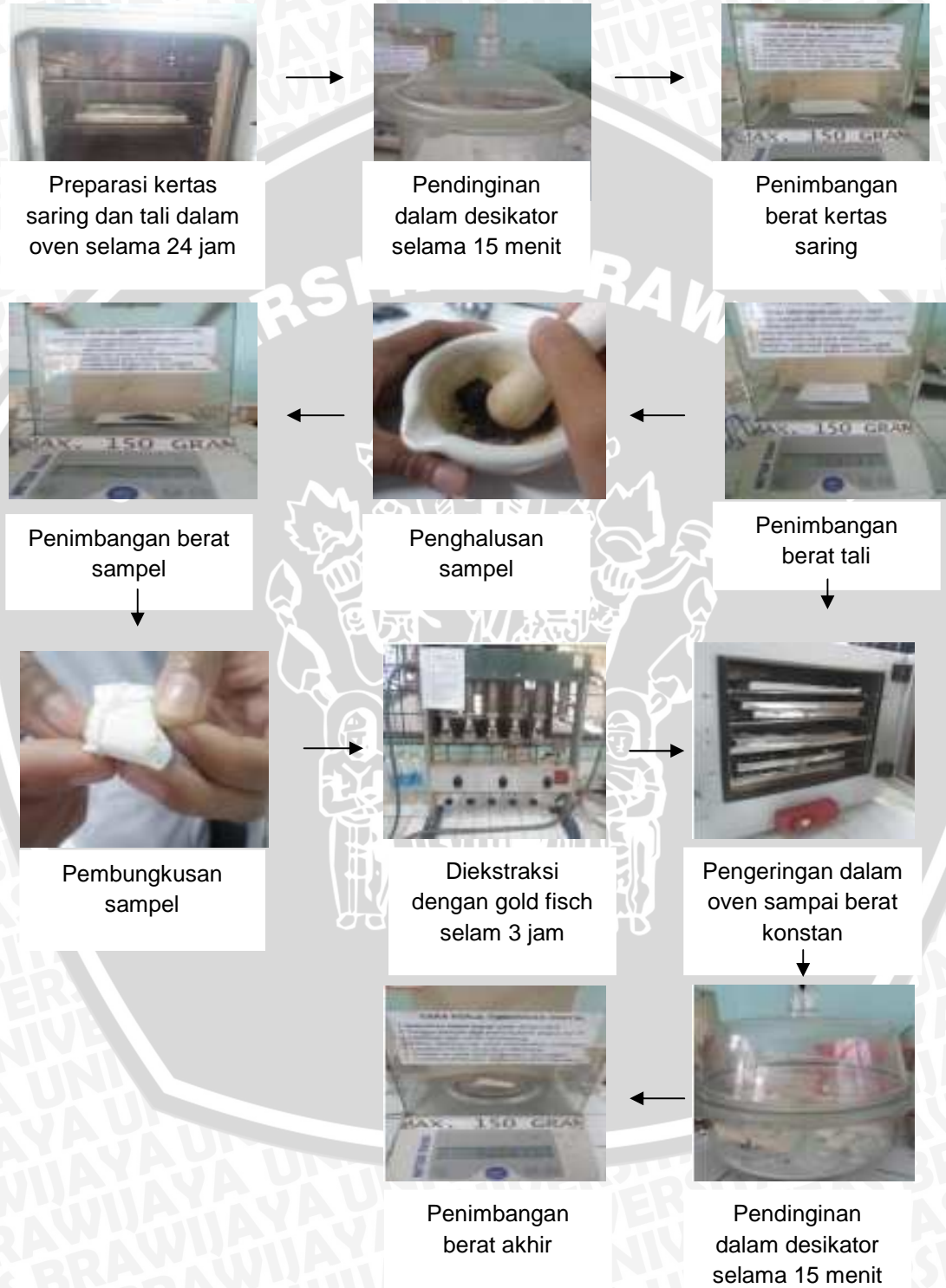
Penimbangan sampel sebantak 15 gram



Penimbangan berat akhir



Lampiran 21. Dokumentasi Analisis Kadar Lemak Serbuk Biomassa *S. platensis*



**Lampiran 22. Dokumentasi Analisis Kadar Abu Serbuk Biomassa S. platensis**



Preparasi kurs porselin dalam oven selama 24 jam



Pendinginan dalam desikator selama 15 menit



Penimbangan berat kurs porselin



Pengarangan sampai sampel tidak berasap



Penimbangan sampel sebanyak 2 gram



Penghalusan sampel



Pengabuan pada suhu 600°C hingga berwarna abu



Pendinginan dalam desikator selama 15 menit



Penimbangan berat akhir

Lampiran 23. Dokumentasi Analisis Kadar Protein Serbuk Biomassa *S. platensis*



Penimbangan berat sampel sebanyak 0,5 gram



Penghalusan tablet kjeldal



Penimbangan tablet kjeldal sebanyak 2 gram



Penambahan 30 mL aquades



Sampel hasil destruksi berwarna bening



Destruksi sampel dengan penambahan katalis



Destilasi dan ditambahkan NaOH dan H<sub>2</sub>O



Larutan penampung destilat



Didestilasi selama 3 menit



Hasil titrasi



Dititrasi hingga berwarna merah muda