

**ANALISIS SIFAT FISIKA KIMIA DAN ORGANOLEPTIK
MI KERING DENGAN FORTIFIKASI *SPIRULINA* (*Arthrospira platensis*)
PADA KONSENTRASI BERBEDA**

SKRIPSI

Oleh:
DINDA ERSYAH
155080301111027



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

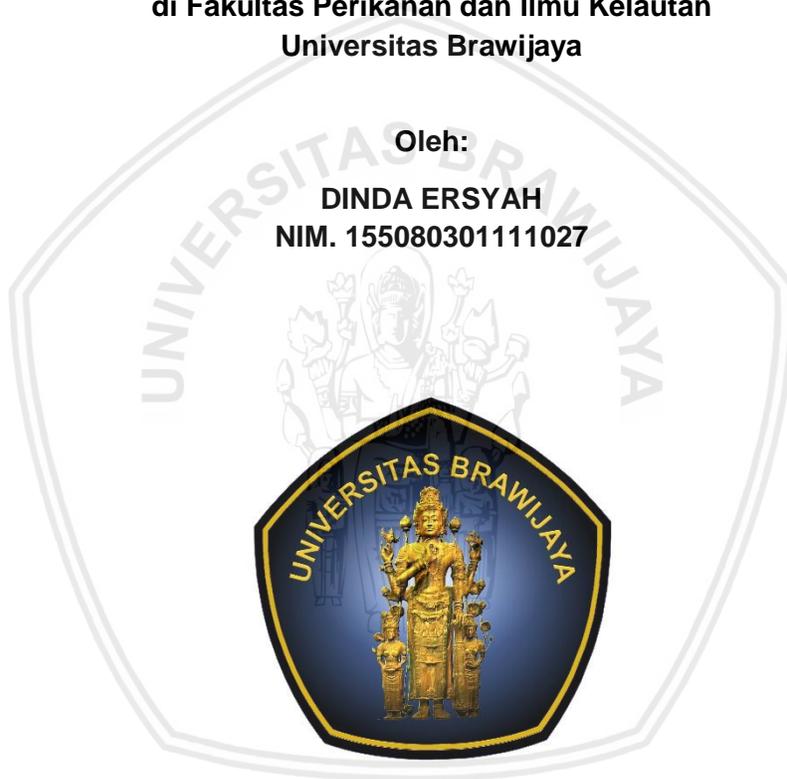
**ANALISIS SIFAT FISIKA KIMIA DAN ORGANOLEPTIK
MI KERING DENGAN FORTIFIKASI *SPIRULINA* (*Arthrospira platensis*)
PADA KONSENTRASI BERBEDA**

SKRIPSI

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

Oleh:

**DINDA ERSYAH
NIM. 155080301111027**



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

SKRIPSI

ANALISIS SIFAT FISIKA KIMIA DAN ORGANOLEPTIK
MI KERING DENGAN FORTIFIKASI *SPIRULINA* (*Arthrospira platensis*)
PADA KONSENTRASI BERBEDA

Oleh:
DINDA ERSYAH
NIM.155080301111027

Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 27 Juni 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. Muhammad Firdaus, MP)
NIP. 19680919 100501 1 001

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes)
NIP. 19611022 198802 2 001

Tanggal: 12 JUL 2019

Tanggal: 12 JUL 2019

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS SIFAT FISIKA KIMIA DAN ORGANOLEPTIK MI KERING DENGAN FORTIFIKASI *SPIRULINA (Arthrospira platensis)* PADA KONSENTRASI BERBEDA**

Nama Mahasiswa : DINDA ERSYAH
NIM : 155080301111027
Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING :
Pembimbing : Dr. Ir. DWI SETIJAWATI, M.Kes

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:
Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. HARTATI KARTIKANINGSIH, MS
Dosen Penguji2 : MIKCHAELL ALFANOV P. P, S.Pi., MP
Tanggal Ujian : 27 Juni 2019



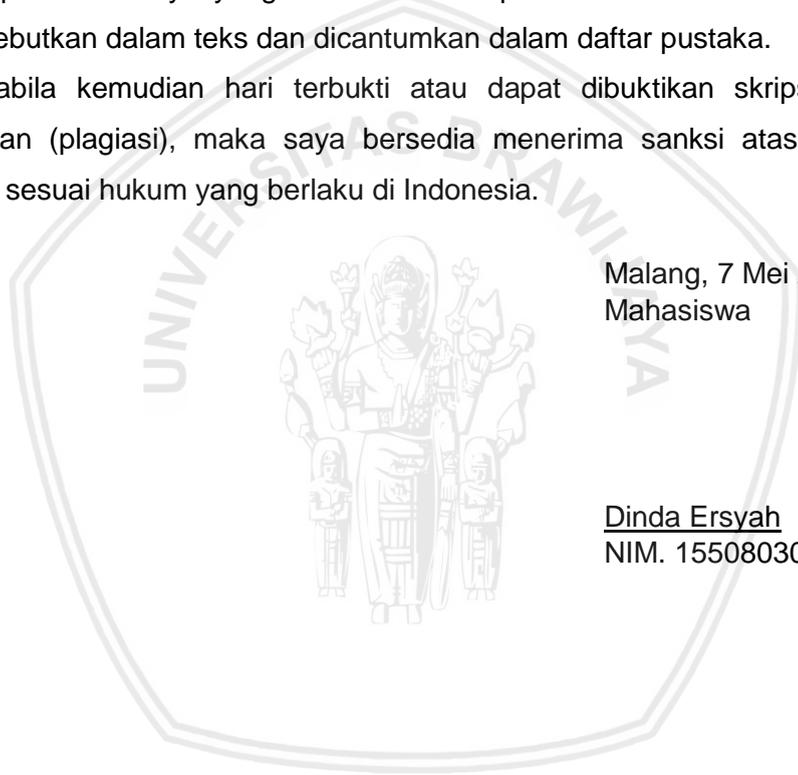
PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal dari atau kutipan dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila 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, 7 Mei 2019
Mahasiswa

Dinda Ersyah
NIM. 155080301111027



UCAPAN TERIMAKASIH

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan atas berkah, rahmat, serta hidayah Allah SWT sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini saya sebagai penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta. Mama Herlinsa, Bapak Sugiono, Ayah Sugianto, Nenek, Dato, Adik saya Api dan Ragil. Terima kasih atas kasih sayang, doa dan dukungannya yang begitu besar;
2. Dosen pembimbing. Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes yang telah memberikan waktunya dalam membimbing saya dari awal hingga akhir penulisan skripsi;
3. Dosen penguji Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS dan Mikchael Alfanov P. P., S.Pi., MP yang telah memberi saran dan kritik yang membangun demi perbaikan skripsi saya.
4. Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.;
5. Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan;
6. Ibu Rahmi Nurdiani, S.Pi., M. App.Sc, PhD selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Perikanan;
7. Bu Erma selaku laboran laboratorium nutrisi yang baik hati;
8. Ibu dan Bapak kos beserta keenam anaknya. Kebaikan mereka selama tiga tahun ini akan selalu saya ingat;
9. Sahabat saya di Malang. Ciwi-ciwi dan Pasukan Durian Mbois. Spesial untuk Dian Wahyu Wardani sahabat saya dalam segala hal. Bisa apa saya tanpanya;
10. Sahabat saya sepanjang masa. Mbak Pit dan Wanda. Meski jarang bertemu, tapi saya tahu kami saling bertukar doa dari jauh;
11. Mas Roy yang selalu ada, mengerti dan menyemangati;
12. Squad bimbingan. Teman-teman hebat yang sudah mau berkerja dan berjuang bersama-sama;
13. THP 15, BPH RKIM Kabinet Kreasi dan Tim FROMILK. Kebersamaan kita akan selalu menjadi kenangan terindah masa-masa perkuliahan.

RINGKASAN

DINDA ERSYAH. SKRIPSI. Analisis Sifat Fisika Kimia dan Organoleptik Mi Kering dengan Fortifikasi *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) pada Konsentrasi Berbeda (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes**)

Spirulina adalah jenis mikroalga yang diketahui tinggi kandungan protein dan serat pangan yang bermanfaat bagi tubuh. *Spirulina* sudah banyak dibudidayakan di Indonesia namun belum banyak dimanfaatkan dalam olahan pangan termasuk mi kering. Mi kering populer di masyarakat karena kandungan lemak yang rendah. Bahan utama penyusun mi kering adalah terigu. Gluten pada terigu menjadikan tekstur mi yang elastis, namun gluten tidak baik untuk kesehatan. Terigu dapat disubstitusi dengan tepung *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan patin. Fortifikasi *Spirulina* perlu dilakukan untuk menambah nilai gizi dan cita rasa mi kering supaya tetap diterima oleh masyarakat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Spirulina* pada mi kering berbahan tepung *E. spinosum* dan tepung patin terhadap sifat fisika kimia dan organoleptik. Penelitian terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama yang berlangsung pada bulan Januari hingga Maret 2019 di Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikani, Laboratorium Penanganan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Rekayasa dan Teknologi Pengolahan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya dan Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana menggunakan 7 sublevel dan 4 kali ulangan. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan pada mi kering antara lain 0%; 4%; 4,5%, 5%, 5,5%; 6% dan 6,5%. Variabel terikat parameter yang diamati yaitu analisis fisika meliputi susut masak (*cooking loss*), elongasi, kuat tarik; analisis kimia meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar serat pangan; dan analisis organoleptik meliputi penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna.

Data hasil uji fisika dan kimia dianalisis sidik ragam (ANOVA) menggunakan SPSS versi 16.0 untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap beberapa parameter uji. Jika nilai signifikansi $<0,05$ maka perlakuan tersebut berbeda secara signifikan. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji Duncan. Data hasil uji organoleptik dianalisis Kruskal-Wallis. Mi kering terbaik ditentukan menggunakan metode indeks efektifitas.

Hasil analisis menunjukkan penambahan *Spirulina* dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap sifat fisika, kimia dan organoleptik mi kering. Mi kering terbaik adalah yang difortifikasi dengan 6% *Spirulina* dengan sifat fisika yaitu susut masak yaitu 6,25%, kuat tarik yaitu 0,38 N, elongasi yaitu 27,31%. Sifat kimia yaitu kadar air sebesar 10,85%; kadar protein yaitu 21,36%; kadar lemak yaitu 6,13%; kadar abu yaitu 2,92%; kadar karbohidrat yaitu 58,5%; kadar total serat pangan yaitu 5,16%. Sifat organoleptik didapatkan nilai penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna secaraurut yaitu 3,18; 3,18; 2,63; 3,28 dan 2,95 dengan nilai maksimal 4 (sangat suka).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Sifat Fisika Kimia dan Organoleptik Mi Kering dengan Fortifikasi *Spirulina (Arthrospira platensis)* pada Konsentrasi Berbeda”**. Skripsi disusun sebagai bentuk pertanggung jawaban hasil penelitian dan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang di bawah bimbingan Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes, diuji oleh Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS dan Mikchael Alfanov P. P., S.Pi., MP.

Skripsi ini berisi tentang pokok-pokok bahasan yang meliputi pendahuluan mengenai latar belakang dan tujuan penelitian. Kemudian tinjauan pustaka yang berisi landasan ilmu-ilmu terkait. Metode penelitian membahas tentang bahan dan alat penelitian, rancangan percobaan dan metode analisis mi kering secara fisika, kimia dan organoleptik. Hasil dan pembahasan hingga kesimpulan dan saran, kemudian disertakan daftar pustaka dan lampiran.

Saya menyadari dalam skripsi ini tentunya masih terdapat kekurangan meski sudah direvisi beberapa kali. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan kelancaran penelitian ke depannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi saya selaku penulis khususnya, dan bagi pembaca pada umumnya.

Malang, 29 April 2019
Penulis

Dinda Ersyah

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| IDENTITAS TIM PENGUJI | iv |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| UCAPAN TERIMAKASIH | vi |
| RINGKASAN | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 4 |
| 1.4 Hipotesis | 4 |
| 1.5 Kegunaan | 4 |
| 1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan | 4 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 <i>Spirulina</i> | 5 |
| 2.1.1 Sifat <i>Spirulina</i> | 6 |
| 2.1.2 Komposisi Proksimat dan Manfaat <i>Spirulina</i> | 7 |
| 2.2 Mi Kering | 9 |
| 2.2.1 Bahan Penyusun Mi Kering | 10 |
| 2.2.2 Proses Pembuatan Mi Kering | 16 |
| 2.3 Parameter Fisika | 18 |
| 2.3.1 Susut Masak | 18 |
| 2.3.2 Elongasi | 19 |
| 2.3.3 Kuat Tarik | 20 |
| 2.4 Parameter Kimia | 21 |
| 2.4.1 Air | 21 |
| 2.4.2 Protein | 22 |
| 2.4.3 Lemak | 23 |
| 2.4.4 Abu | 24 |
| 2.4.5 Karbohidat | 25 |
| 2.4.6 Serat Pangan | 26 |
| 2.5 Parameter Organoleptik | 27 |
| 2.5.1 Penampakan | 28 |
| 2.5.2 Tekstur | 28 |
| 2.5.3 Aroma | 29 |
| 2.5.4 Rasa | 29 |
| 2.5.5 Warna | 30 |
| 2.6 Penelitian Terdahulu | 30 |
| 3. METODE PENELITIAN | 32 |
| 3.1 Materi Penelitian | 32 |
| 3.1.1 Bahan Penelitian | 32 |
| 3.1.2 Alat Penelitian | 32 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.2 | Metode Penelitian..... | 32 |
| 3.2.1 | Variabel Penelitian | 33 |
| 3.2.2 | Penelitian Pendahuluan | 33 |
| 3.2.3 | Penelitian Utama..... | 34 |
| 3.3 | Rancangan Percobaan..... | 34 |
| 3.4 | Prosedur Penelitian | 36 |
| 3.4.1 | Pembuatan Tepung Ikan Patin..... | 36 |
| 3.4.2 | Pembuatan Tepung <i>Eucheuma spinosum</i> | 37 |
| 3.4.3 | Pembuatan Mi Kering..... | 37 |
| 3.5 | Metode Analisis | 38 |
| 3.5.1 | Analisis Fisika | 38 |
| 3.5.2 | Analisis Kimia | 40 |
| 3.5.3 | Analisis Organoleptik | 44 |
| 3.5.4 | Penentuan Mi Kering Terbaik..... | 45 |
| 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 46 |
| 4.1 | Sifat Bahan Baku..... | 46 |
| 4.2 | Penelitian Pendahuluan..... | 47 |
| 4.3 | Penelitian Utama | 48 |
| 4.4 | Analisis Fisika | 49 |
| 4.4.1 | Susut Masak | 49 |
| 4.4.2 | Elongasi | 51 |
| 4.4.3 | Kuat Tarik | 53 |
| 4.5 | Analisis Kimia..... | 54 |
| 4.5.1 | Kadar Air..... | 55 |
| 4.5.2 | Kadar Protein..... | 57 |
| 4.5.3 | Kadar Lemak | 58 |
| 4.5.4 | Kadar Abu..... | 60 |
| 4.5.5 | Kadar Karbohidrat..... | 61 |
| 4.5.6 | Kadar Serat Pangan | 63 |
| 4.6 | Analisis Organoleptik..... | 65 |
| 4.6.1 | Penampakan..... | 65 |
| 4.6.2 | Tekstur..... | 66 |
| 4.6.3 | Aroma | 67 |
| 4.6.4 | Rasa | 69 |
| 4.6.5 | Warna | 70 |
| 4.7 | Mi Kering Terbaik | 71 |
| 5. | KESIMPULAN DAN SARAN..... | 73 |
| 5.1 | Kesimpulan | 73 |
| 5.2 | Saran | 73 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 74 |
| | LAMPIRAN..... | 81 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. <i>Arthrospira platensis</i> | 5 |
| 2. Mi kering | 9 |
| 3. Struktur gliadin dan glutenin..... | 11 |
| 4. Grafik perbandingan sifat organoleptik..... | 48 |
| 5. Mi kering fortifikasi <i>Spirulina</i> | 49 |
| 6. Grafik susut masak mi kering..... | 49 |
| 7. Kurva regresi susut masak mi kering | 50 |
| 8. Grafik elongasi mi kering | 51 |
| 9. Kurva regresi elongasi mi kering..... | 52 |
| 10. Grafik kuat tarik mi kering | 53 |
| 11. Kurva regresi kuat tarik mi kering..... | 54 |
| 12. Grafik kadar air mi kering..... | 55 |
| 13. Kurva regresi kadar air mi kering | 56 |
| 14. Grafik kadar protein mi kering | 57 |
| 15. Kurva regresi kadar protein mi kering | 58 |
| 16. Grafik kadar lemak mi kering | 59 |
| 17. Kurva regresi kadar lemak mi kering..... | 59 |
| 18. Grafik kadar abu mi kering..... | 60 |
| 19. Kurva regresi kadar abumi kering | 61 |
| 20. Grafik kadar karbohidrat mi kering | 62 |
| 21. Kurva regresi kadar karbohidrat mi kering..... | 62 |
| 22. Grafik kadar IDF, SDF dan TDF mi kering | 63 |
| 23. Grafik nilai hedonik penampakan mi kering..... | 65 |
| 24. Grafik nilai hedonik tekstur mi kering | 66 |
| 25. Grafik nilai hedonik aroma mi kering | 68 |
| 26. Grafik nilai hedonik rasa mi kering | 69 |
| 27. Grafik nilai hedonik warna mi kering | 70 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|----------------|
| 1. Kandungan protein beberapa jenis mikroalga | 7 |
| 2. Standar mutu mi kering | 10 |
| 3. Komposisi kimia telur ayam | 13 |
| 4. Penelitian terdahulu tentang mi kering | 31 |
| 5. Rancangan percobaan..... | 35 |
| 6. Formulasi bahan pembuatan mi kering | 37 |
| 7. Sifat kimia bahan baku..... | 46 |
| 8. Sifat fisika kimia <i>Spirulina</i> | 46 |
| 9. Perbandingan mi kering fortifikasi 6% <i>Spirulina</i> dengan SNI..... | 72 |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| 1. Diagram alir penelitian | 81 |
| 2. Proses pembuatan tepung ikan patin | 82 |
| 3. Proses pembuatan tepung <i>Eucheuma spinosum</i> | 83 |
| 4. Proses pembuatan mi kering <i>Spirulina</i> | 84 |
| 5. Lembar uji organoleptik | 85 |
| 6. Analisis data susut masak | 86 |
| 7. Analisis data elongasi | 87 |
| 8. Analisis data kuat tarik | 88 |
| 9. Analisis data kadar air | 89 |
| 10. Analisis data kadar protein | 90 |
| 11. Analisis data kadar lemak | 91 |
| 12. Analisis data kadar abu | 91 |
| 13. Analisis data kadar karbohidrat | 93 |
| 14. Analisis data total serat pangan | 93 |
| 15. Analisis data penampakan | 95 |
| 16. Analisis data tekstur | 96 |
| 17. Analisis data aroma | 97 |
| 18. Analisis data rasa | 98 |
| 19. Analisis data warna | 99 |
| 20. Penentuan mi kering terbaik | 100 |

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spirulina (*Arthrospira platensis*) adalah salah satu jenis mikroalga biru hijau yang kadar protein mencapai sekitar 60-70% (Christwardana *et al.*, 2013) dan tinggi serat pangan yaitu 28,81% (Enkantari *et al.*, 2017). *Spirulina* telah ditetapkan sebagai *Generally Regarded as Safe* (GRAS) dan telah diterima oleh *Food and Drug Administration* (FDA) (Chacón-Lee dan González-Mariño, 2010). *Spirulina* saat ini banyak dikonsumsi dan dikombinasikan pada beberapa olahan pangan seperti mi, roti, biskuit, minuman dan manisan. Raja *et al.* (2015) menyarankan penambahan bubuk *Spirulina* untuk menambah nutrisi pangan adalah 3-5%.

Mi merupakan salah satu jenis olahan pangan yang populer di dunia, terutama di wilayah Asia, khususnya Asia Timur dan Asia Tenggara, termasuk negara Indonesia. Penemuan bersejarah oleh Lu *et al.* (2014) membuktikan bahwa mi berasal dari daratan Cina. Seiring perkembangannya, mi tersebar luas di seluruh dunia dengan jenis dan nama yang berbeda di setiap negara. Mi berdasarkan proses pembuatannya diklasifikasikan menjadi mi basah, mi kering dan mi instan.

Mi basah adalah jenis mi yang tidak mengalami proses lanjut setelah pembuatan untaian (*slitting*). Umumnya, mi basah harus dikonsumsi tidak lebih dari 24 jam. Mi kering bisa disebut sebagai mi basah yang mengalami proses pengeringan. Saat ini mi kering banyak diminati karena kandungan lemak yang rendah. Mi instan merupakan mi yang dikeringkan dengan penggorengan. Air menguap dengan cepat dari permukaan mi ke minyak panas. Rongga-rongga

terbentuk selama proses penggorengan karena adanya perpindahan massa. Hal ini menyebabkan mi instan bersifat mudah patah (Hou dan Kruk, 1998)

Mi kering adalah salah satu jenis makanan yang diminati konsumen karena rendah lemak, mudah dan cepat penyajiannya. Bahan baku utama mi kering yang selama ini dikenal adalah terigu, namun mi kering menurut Astawan (2008) juga dapat dibuat dari bahan baku campuran terigu dengan tepung lain, tergantung tujuannya. Peningkatan konsumsi mi seiring dengan peningkatan impor terigu karena Indonesia bukan negara yang memproduksi gandum. Selain itu, terigu menurut Rosell *et al.* (2014) dapat menyebabkan alergi, asma, respon autoimun dan sensitive gluten terhadap beberapa orang. Mi kering di pasaran kaya akan karbohidrat namun rendah akan gizi lain seperti protein dan serat pangan.

Tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan patin dapat menjadi pengganti terigu untuk membuat mi kering kaya protein, serat pangan dan mineral. Tepung rumput laut menurut Sozer *et al.* (2007) dapat menjadi hidrokoloid alami karena rendahnya gluten pada mi akibat substitusi tepung non-terigu dapat mempengaruhi kualitasnya. Tepung ikan adalah produk yang diperoleh dari penggilingan daging ikan menjadi suatu produk yang terdiri dari beberapa komponen gizi ikan. Ikan patin (*Pangasius pangasius*) berpotensi untuk diolah menjadi bahan baku tepung ikan sebagai sumber protein (Murtidjo, 2001).

Penelitian mengenai mi kering yang disubstitusi dengan tepung rumput laut telah dilakukan oleh Firdaus *et al.* (2019) yang menunjukkan kadar protein yaitu 14,11% dan kadar karbohidrat yaitu 71,29%. Penelitian mi kering yang disubstitusi dengan gabungan tepung ikan dan tepung rumput laut juga telah dilakukan oleh Pankyamma *et al.* (2017). Hasil yang didapatkan menunjukkan

pengaruh yang berbeda signifikan terhadap kadar protein mi. Menurut Aliya *et al.* (2016), kandungan karbohidrat pada mi kering jauh lebih dominan daripada gizi lainnya, sehingga dibutuhkan penambahan gizi atau fortifikasi pada mi kering. Bahan yang memungkinkan untuk ditambahkan adalah *Spirulina*.

Penambahan *Spirulina* pada mi sebelumnya telah diteliti oleh Agustini *et al.* (2018) dan Kumoro *et al.* (2016) didapatkan kesimpulan yaitu mi yang ditambahkan *Spirulina* memiliki kandungan protein yang meningkat. Selain itu, hasil uji organoleptik Vatsala dan Sudesh (2017) menunjukkan mi yang ditambahkan *Spirulina* 6% mendapat nilai penerimaan secara keseluruhan yaitu 7,17 dari 9.

Belum adanya penelitian yang menambahkan *Spirulina* pada mi kering yang berbahan tepung ikan patin dan tepung rumput laut menjadi latar belakang penelitian ini. Pengaruh perbedaan konsentrasi *Spirulina* terhadap sifat fisika, sifat kimia, dan organoleptik mi kering perlu dilakukan agar diperoleh mi kering dengan sifat terbaik. Sifat terbaik mi kering terutama berdasarkan kadar protein, kadar serat pangan dan organoleptik atau penerimaan terhadap mi kering yang berbahan tepung ikan patin dan tepung rumput laut yang difortifikasi dengan *Spirulina*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh perbedaan konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan terhadap sifat fisika, sifat kimia, dan organoleptik mi kering?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan terhadap sifat fisika, sifat kimia, dan organoleptik mi kering.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

H0 : Penambahan konsentrasi *Spirulina* yang berbeda tidak berpengaruh terhadap sifat fisika kimia dan organoleptik mi kering.

H1 : Penambahan konsentrasi *Spirulina* yang berbeda berpengaruh terhadap sifat fisika kimia dan organoleptik mi kering.

1.5 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk mendapatkan mi kering kaya nilai gizi dan diterima oleh masyarakat. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat membuka pengetahuan dan wawasan mengenai pemanfaatan *Spirulina* yang belum banyak dimanfaatkan untuk menambah nilai gizi olahan pangan.

1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikani, Laboratorium Penanganan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Rekayasa dan Teknologi Pengolahan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya dan Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Waktu pelaksanaan penelitian yaitu pada bulan Januari hingga Maret 2019.

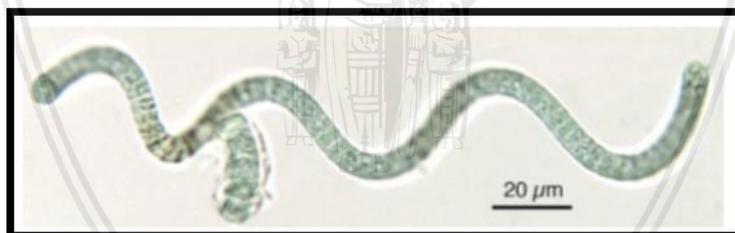
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spirulina*

Spirulina adalah sebutan biomassa kering dari *Arthrospira platensis* yang termasuk alga biru hijau (Abdel-mawla dan Transport, 2018). Nama *Spirulina* berkaitan dengan bentuknya seperti spiral di bawah mikroskop (Gambar 1). Kata *Spirulina* lebih sering dipakai dalam kaitannya sebagai pangan dan suplemen makanan (Pulz dan Gross, 2004).

Klasifikasi *Spirulina* menurut Guiry dan Guiry (2019) yaitu:

| | |
|---------|--------------------------------|
| Kingdom | : Bacteria |
| Filum | : Cyanobacteria |
| Kelas | : Cyanophyceae |
| Ordo | : Oscillatoriales |
| Famili | : Microcoleaceae |
| Genus | : Arthrospira |
| Species | : <i>Arthrospira platensis</i> |



Gambar 1. *Arthrospira platensis* (Nicoletti, 2016)

Spirulina adalah mikroalga biru-hijau bersimbiosis, multiseluler dan berserabut dengan bakteri simbiotik yang mengikat nitrogen dari udara. *Spirulina* melakukan fotosintesis dan karenanya bersifat autotrof. Pigmen fotosintesis utama *Spirulina* adalah fikosianin yang berwarna biru dan mengandung klorofil a serta karotenoid. *Spirulina* bereproduksi dengan pembelahan biner.

Spirulina dapat dibudidayakan pada media air laut dan media air tawar. Semakin tinggi salinitas tempat *Spirulina* hidup, semakin kuat aroma amis dan berwarna lebih hijau. Kualitas *Spirulina* sangat dipengaruhi sinar matahari,

mineral dan nutrisi dalam air. *Spirulina* dapat tumbuh pada daerah tropis dan subtropis. Suhu optimum pertumbuhannya 35-38°C, dan suhu minimum untuk mempertahankan pertumbuhan adalah 15-22°C, serta pH dan alkalinitas yang tinggi (Gershwin dan Belay, 2008).

2.1.1 Sifat *Spirulina*

Pengamatan Transmisi Elektron Mikroskop menunjukkan organisasi prokariotik *Spirulina*, kapsul, dinding sel, tilakoid, dan ribosom. Kapsul memiliki struktur serat dan menutupi setiap filamen yang melindunginya (Koru, 2014). Dinding sel *Spirulina* menurut Saravanamuthu (2010) terdiri dari empat lapisan dari dalam keluar antara lain LI, LII, LIII, LIV. Semua lapisan bersifat lemah kecuali LII yang tersusun dari peptidoglikan. Lapisan LI mengandung 1,2-glucan- α -polysaccharide sebanyak <1%, ketebalan sekitar 12 nm, lapisan ini tidak terlalu mudah dicerna. Protein dan lipopolisakarida pada LII menjadikan *Spirulina* mudah dicerna oleh manusia.

Salah satu kelebihan menggunakan *Spirulina* sebagai bahan untuk pangan yang sehat menurut Gershwin dan Belay (2008) adalah karena *Spirulina* tidak memiliki selulosa di dinding selnya, 60% komposisinya adalah protein dan sisanya adalah karbohidrat dan lemak yang mudah dicerna dan diserap. *Spirulina* dapat dikonsumsi oleh segala jenis usia dan aman untuk wanita hamil. *Spirulina* sangat bermanfaat walaupun dikonsumsi dalam jumlah yang kecil.

Spirulina adalah jenis mikroalga yang bersifat menyerap air (higroskopis,) sehingga penting untuk mengetahui metode pengeringan terbaik untuk mempertahankan berat keringnya. Oliveira *et al.* (2009) menyatakan bahwa pengeringan *Spirulina* dapat dilakukan dengan pemanasan yang dirancang sedemikian rupa hingga suhu berkisar antara 40-80°C. Suhu pengeringan diatas

80°C akan menyebabkan degradasi fikosianin dan timbulnya reaksi Maillard. Kondisi pengeringan secara konveksi pada lapisan tipis yang paling optimum dilakukan pada kondisi suhu dibawah 40°C. Penyimpanan *Spirulina* dilakukan dalam keadaan kering karena *Spirulina* kering tidak mudah terfermentasi (Purnamayati *et al.*, 2016).

2.1.2 Komposisi Proksimat dan Manfaat *Spirulina*

Komposisi gizi *Spirulina* beragam tergantung kondisi lingkungan tempatnya tumbuh. *Spirulina* memiliki kandungan protein yang tinggi (sekitar 60-70% berat kering) dimana 90% dapat dicerna tubuh. *Spirulina* mengandung protein dengan jumlah yang besar dibanding jenis mikroalga lain (Tabel 1). Selain itu, *Spirulina* diketahui kaya akan molekul fikosianin, β -karoten dan pigmen xantofil, α -tokoferol dan senyawa fenolik yang telah diuji secara *in vitro* dan *in vivo*. *Spirulina* memiliki aktivitas antioksidan (Patel *et al.*, 2006), antikanker dan antidiabetes.

Tabel 1. Kandungan protein beberapa jenis mikroalga

| Mikroalga | Protein (%) | Karbohidrat (%) | Lipid (%) |
|------------------------------|-------------|-----------------|-----------|
| <i>Anabaena cylindria</i> | 43-56 | 25-30 | 4-7 |
| <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 57 | 26 | 2 |
| <i>Chlorella vulgaris</i> | 51-58 | 12-17 | 14-22 |
| <i>Dunaliella salina</i> | 57 | 32 | 6 |
| <i>Euglena gracilis</i> | 39-61 | 14-18 | 14-20 |
| <i>Arthrospira platensis</i> | 46-63 | 8-14 | 4-9 |

Sumber: Becker, 2007

Spirulina merupakan mikroalga yang paling banyak dikonsumsi karena kandungan proteinnya yang tinggi, kaya akan asam linolenat dan vitamin B. Karena kaya akan gizi, *Spirulina* memiliki banyak manfaat bagi kesehatan seperti anti-hipertensi dan anti-hiperglikemik. Hal ini menjadikan *Spirulina* disebut sebagai "super food" oleh *World Health Organization* (WHO) dan pernah dikirim ke luar angkasa oleh *National Aeronautics and Administration* (NASA). *Spirulina*

diklaim memiliki 180% kandungan kalsium (Ca) lebih tinggi dari susu, 670% kandungan protein lebih tinggi daripada tahu, 3.100% kandungan karoten lebih tinggi daripada wortel dan 5.100% lebih banyak kandungan zat besi (Fe) daripada bayam (Patel *et al.*, 2006).

Spirulina digunakan sebagai pangan fungsional berkaitan dengan kandungan vitamin dan mineralnya yang tinggi. *Spirulina* juga ditetapkan sebagai GRAS. Telah digunakan di berbagai negara, selain dinyatakan aman, *Spirulina* juga dinyatakan bebas dari racun dan telah diterima oleh FDA (Chacón-Lee dan González-Mariño, 2010).

Spirulina dapat menjadi solusi pada masalah tingkat keasaman (pH) pada berbagai jenis pangan karena sifat *Spirulina* yang basa. Salah satu manfaat dari sifat basa *Spirulina* adalah meningkatkan massa tulang karena tubuh tidak perlu mengambil kalsium untuk menyeimbangkan pH dan dapat meningkatkan kemampuan metabolisme tubuh. Idealnya, tubuh manusia memiliki pH 7,35 hingga 7,45. Tubuh yang memiliki pH asam cenderung rentan terkena penyakit seperti hipertensi, kanker, diabetes, penyakit jantung dan reumatik. Dengan mengonsumsi *Spirulina* secara teratur dapat menjaga pH tubuh dan mengurangi resiko penyakit (Bahlol *et al.*, 2014).

Berbagai penelitian telah berfokus pada manfaat *Spirulina* sebagai suplemen untuk terapi seperti antikanker, efek hipolidemik dan efek antidiabetes dan obesitas. Adam (2005) menyebutkan bahwa *Spirulina* menunjukkan efektifitas dalam pencegahan berbagai penyakit, seperti kanker, diabetes, obesitas, asma, tekanan darah tinggi, infeksi, peradangan, dan berbagai penyakit degeneratif. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Milađius *et al.* (2015) kepada

olahragawan menunjukkan bahwa pemberian tiga tablet *Spirulina* per hari selama 14 hari dapat menurunkan berat badan dan menaikkan massa otot.

2.2 Mi Kering

Pengertian mi kering dalam SNI 8217 (2015) yaitu produk yang dibuat dari bahan baku utama tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan melalui proses pencampuran, pengadukan, pencetakan lembaran (*sheeting*), pembuatan untaian (*slitting*), dengan atau tanpa pengukusan (*steaming*), pemotongan (*cutting*) berbentuk khas mi, digoreng atau dikeringkan.

Sesuai namanya mi kering dijual dalam keadaan kering. Kadar airnya rendah. Sebelum digunakan, mi kering harus direbus dengan air panas. Setelah mi mengembang dan lunak kemudian diangkat dan ditiriskan (Purnawijayanti, 2009).



Gambar 2. Mi kering (Purnawijayanti, 2009)

Mi kering yang baik telah diatur syarat mutunya oleh Badan Standardisasi Nasional. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah standar yang ditetapkan Badan Standardisasi Nasional dan berlaku secara nasional. Berikut standar mutu mi kering pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar mutu mi kering

| No. | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan Mutu I | Mutu II |
|-----------|---------------------------|-----------------|--------------------|------------|
| 1. | Keadaan | | | |
| 1.1 | Bau | - | Normal | Normal |
| 1.2 | Rasa | - | Normal | Normal |
| 1.3 | Warna | - | Normal | Normal |
| 1.4 | Tekstur | - | Normal | Normal |
| 2. | Kadar air | Fraksi massa, % | Maks. 8 | Maks. 10 |
| 3. | Protein (N x 6,25) | Fraksi massa, % | Min. 11 | Min. 8 |
| 4. | Cemaran logam | | | |
| 4.1 | Timbal (Pb) | Mg/kg | Maks 1,0 | Maks. 1,0 |
| 4.2 | Kadmium (Cd) | Mg/kg | Maks. 0,2 | Maks. 0,2 |
| 4.3 | Timah (Sn) | Mg/kg | Maks. 40,0 | Maks. 40,0 |
| 4.4 | Merkuri (Hg) | Mg/kg | Maks. 0,05 | Maks. 0,05 |
| 6. | Arsen (As) | Mg/kg | Maks. 0,5 | Maks0,5 |

Sumber: SNI, 2015

2.2.1 Bahan Penyusun Mi Kering

Bahan penyusun mi kering umumnya antara lain terigu, air, garam dan telur. Penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan dapat digunakan pada pembuatan mi. Penambahan dilakukan bertujuan untuk memperbaiki sifat mi. Penjelasan mengenai bahan penyusun mi dijelaskan sebagai berikut.

- **Terigu**

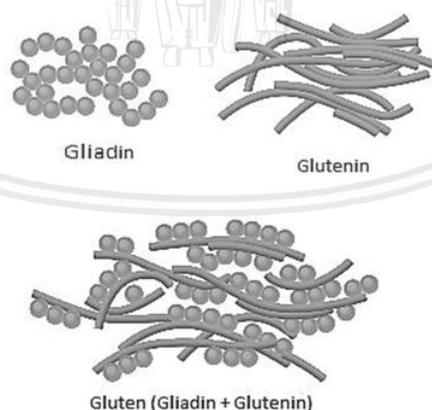
Terigu berasal dari biji gandum (*Triticum aestivum* L.) yang merupakan tanaman sereal dari famili Poaceae (Gramineae) yang berasal dari daerah subtropis. Keragaman penggunaan, kandungan nutrisi, komponen pangan fungsional dan kualitas penyimpanannya yang tinggi menjadikan gandum sebagai bahan makanan pokok lebih dari sepertiga populasi dunia. Tepung gandum atau terigu merupakan bahan baku produk makanan olahan seperti: roti, mi, pasta, pizza, biskuit dan lainnya (Praptana dan Hermanto, 2016).

Terigu menurut Purnawijayanti (2009) dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan kadar proteinnya yaitu, terigu protein rendah, sedang dan tinggi.

Terigu protein rendah memiliki kadar protein kurang dari 10%. Terigu protein sedang atau *medium hard flour* memiliki kadar protein 10-12%. Terigu protein tinggi memiliki kadar protein lebih dari 12%, jenis tepung ini adalah yang terbaik untuk digunakan sebagai bahan membuat mi.

Tepung terigu memiliki kandungan amilosa dan amilopektin sebesar 28% dan 72% dengan suhu gelatinisasi sebesar 50-86°C dan kekuatan *swelling* sebesar 21 (Beynum dan Roels, 1985). Bila pati dipanaskan dengan air panas yang cukup tinggi, maka butiran pati akan menyerap air dan ukurannya akan membesar.

Menurut Rumapar (2015), pada tepung terigu terdapat jenis protein gliadin dan glutenin yang mempunyai kemampuan membentuk gluten pada saat terigu dibasahi dengan air. Hal ini terjadi akibat adanya interaksi antara gliadin yang memiliki sifat sedikit polar dengan glutenin yang mempunyai gugus polar lebih banyak.



Gambar 3. Struktur gliadin dan glutenin (Fasano, 2011)

Gluten adalah kompleks protein yang tidak larut dalam air dan merupakan pembentuk struktur kerangka yang terbentuk dari fraksi gliadin dan glutenin. Gliadin menyebabkan sifat elastis pada adonan, glutenin menyebabkan adonan kuat menahan gas dan membentuk struktur pada protein yang dipanaskan.

Menurut Widatmoko dan Estiasih (2015), gluten memiliki sifat elastis dan plastis yaitu sifat yang digunakan untuk menghasilkan mi yang tidak mudah putus.

- **Air**

Air berperan dalam hidrasi protein terigu untuk membentuk gluten. Fungsi lain air adalah untuk hidrasi pati dan tepung agar proses gelatinisasi pati saat pemanasan dapat berlangsung dengan baik. Air juga berfungsi sebagai pelarut bahan-bahan sehingga terdispersi secara merata. Air yang digunakan adalah standar air minum antara lain jernih, tidak keruh atau berwarna, tidak berasa, tidak berbau dan bebas dari pencemaran kimiawi, fisik dan mikroba (Purnawijayanti, 2009).

Salah satu faktor adonan mi yang baik adalah memperhatikan jumlah air yang ditambahkan. Umumnya air yang ditambahkan adalah 28-38% dari berat tepung. Jika penambahan air lebih dari 38%, maka adonan menjadi basah dan lengket. Bila kurang dari 28%, adonan menjadi keras, rapuh dan sulit dibentuk menjadi lembaran.

- **Garam Dapur**

Garam dapur memiliki fungsi pemberi rasa dan meningkatkan elastisitas mi. Fungsi lain garam yaitu adalah sebagai pengikat air. Garam dapur juga membantu agar mi tidak lengket dan mengembang berlebihan. Hal ini karena penghambatan enzim protease dan enzim amilase (Astawan, 2008). Menurut Widyaningsih dan Murtini (2006), penambahan garam dapur biasanya sebanyak 2-3% dari adonan.

- **Telur**

Telur adalah salah satu bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan mi. Telur yang biasa digunakan adalah telur ayam. Telur secara garis

besar terdiri dari kuning telur dan putih telur. Menurut Dirjen Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1989), komposisi kimia telur ayam dalam 100 g berat bahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia telur ayam

| Komposisi Kimia | Telur Utuh | Kuning Telur | Putih Telur |
|-----------------|------------|--------------|-------------|
| Air (g) | 74 | 49,4 | 87,8 |
| Protein (g) | 12,8 | 16,3 | 0 |
| Lemak (g) | 11,5 | 31,9 | 0 |
| Karbohidrat (g) | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Kalsium (mg) | 54 | 14,7 | 6 |
| Fosfor (mg) | 180 | 586 | 17 |
| Kalori (kal) | 148 | 361 | 50 |

Sumber: Dirjen Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1989

Menurut Astawan (2008), putih telur menyebabkan permukaan mi membentuk lapisan tipis dan kuat yang cukup efektif mengurangi susut masak. Sedangkan kuning telur mengandung senyawa fosfolipid yaitu lesitin yang berfungsi sebagai pengemulsi yang kuat, mempercepat rehidrasi air pada terigu dan mampu mengembangkan adonan.

Telur dapat meningkatkan nilai organoleptik, gizi dan sifat fisika mi. Adonan mi dapat menjadi lebih liat dan kenyal sehingga tidak mudah putus, cita rasa mi juga menjadi lebih gurih (Hou dan Kruk, 1998). Penggunaan telur adalah 3-10% dari berat tepung (Suyanti, 2006). Maksimal penggunaan telur menurut Abidin *et al.* (2013) adalah 10% dari tepung yang digunakan. Mi yang dihasilkan akan beraroma amis jika telur terlalu banyak dalam adonan.

- **Tepung *Eucheuma spinosum***

Eucheuma spinosum adalah salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) yang merupakan komoditas hasil perikanan. *E. spinosum* memiliki ciri fisik yaitu memiliki duri yang tumbuh berderet melingkari thallus. Ujung dari cabang runcing dan setiap cabang melekat dengan substrat. Thallus

berwarna coklat tua, hijau kekuningan, hijau kemerahan, ungu dengan bentuk silindris dan permukaannya licin (Nugroho dan Kusnendar, 2015).

Rumput laut dalam bentuk segar maupun kering telah diketahui manfaatnya sebagai bahan pangan. Hal ini karena kalorinya yang rendah, kaya akan vitamin, mineral dan serat pangan (Dewi, 2011). *E. spinosum* merupakan salah satu jenis yang telah banyak dimanfaatkan karena manfaatnya bagi kesehatan dan fungsinya untuk memperbaiki sifat fisik pangan. *E. spinosum* menurut Firdaus dan Setijawati (2014) juga diketahui dapat menghasilkan iota karagenan yang merupakan hidrokoloid. Hidrokoloid dapat digunakan sebagai bahan tambahan yang berfungsi memperbaiki kualitas produk pangan. Hal ini terkait dengan kemampuan hidrokoloid menyerap air dengan mudah dan membentuk gel.

E. spinosum dapat dimanfaatkan dalam bentuk segar maupun kering. Tiwari dan Troy (2015) menyebutkan *E. spinosum* dapat dimanfaatkan dalam bentuk segar atau mentah untuk salad, dicampur dengan jus buah dan sayur, dimasak bersama beras atau kacang-kacangan. Selain itu, dapat dimanfaatkan pula dalam bentuk kering atau ditepungkan. Tepung *E. spinosum* digunakan sebagai substitusi terigu dan tepung maizena pada biskuit dan mi atau pasta.

Penelitian mengenai mi yang disubstitusi dengan tepung rumput laut telah dilakukan oleh Keyimu (2013). Hasil menunjukkan pada substitusi tepung rumput laut 5% dapat meningkatkan protein (6,93%) dan serat pangan (1,74%) secara signifikan. Dewi (2011) melakukan penelitian substitusi rumput laut pada mi, hasil yang didapatkan menunjukkan kuat tarik yang berbeda signifikan. Rumput laut dapat meningkatkan kuat tarik pada mi.

- **Tepung Ikan Patin**

Ikan patin merupakan salah satu jenis ikan yang diunggulkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan sebagai ketahanan pangan. Berhabitat asli di sungai dan muara sungai, ikan patin biasanya bersifat bergerombol, mampu hidup di kondisi perairan beroksigen rendah dan mampu bertahan hidup sekitar 6 jam tanpa media air (Suryaningrum *et al.*, 2013). Berdasarkan data KKP produksi ikan patin terus meningkat signifikan setiap tahun, dari tahun 2010 hingga 2013, masing-masing sebesar 147.888 ton dan 675.324 ton.

Secara morfologi, ikan patin memiliki bentuk tubuh memanjang, agak pipih dan kulitnya licin tanpa sisik. Warna tubuh ikan patin pada bagian punggung yaitu keabu-abuan atau kebiru-biruan dengan bagian perut agak berwarna perak. Kepala ikan patin relatif kecil dengan mulut terletak di ujung agak ke bawah dengan dua sungut pendek di sudut mulut (Suryaningrum *et al.*, 2013).

Ikan patin mudah ditemui dan termasuk salah satu ikan penting di dunia karena rasa dagingnya yang enak, lezat dan gurih. Kandungan protein ikan patin tinggi dan kolesterol rendah. Kandungan gizi ikan patin terdiri dari protein 14,53%, lemak 1,09%, abu 0,74%, air 82,22% dan karbohidrat 1,42%. Lemak tak jenuh yang terdapat pada ikan patin sangat bagus untuk mencegah terjadinya penyakit kardiovaskular (Sinaga dan Herpandi, 2017).

Tepung ikan adalah komoditas olahan hasil perikanan yang diperoleh dari suatu proses reduksi bahan mentah menjadi suatu produk yang sebagian besar terdiri dari komponen protein ikan. Hanya dengan menggunakan ikan bermutu baik saja yang dapat menjamin bahwa tepung ikan yang dihasilkan akan bermutu baik. Ikan patin dapat digunakan sebagai bahan baku tepung ikan bermutu baik.

Proses pengolahannya meliputi pengukusan, pengepresan, pengeringan, penggilingan hingga diperoleh tepung ikan kering (Irianto, 2002).

2.2.2 Proses Pembuatan Mi Kering

Penelitian tentang mi kering cukup banyak telah dilakukan dan dengan proses pembuatan yang umumnya sama. Proses pembuatan mi kering menurut Astawan (2008) umumnya terdiri dari pencampuran bahan dan pengadukan, pencetakan lembaran, pembuatan untaian, pengukusan, pemotongan, pengovenan, pendinginan dan pengemasan. Berikut uraian proses pembuatan mi kering.

- **Pencampuran Bahan dan Pengadukan**

Bahan dicampur jadi satu dan diaduk hingga menjadi adonan. Prinsip utama proses pencampuran ini adalah penguraian senyawa protein pada tepung terigu yang berlangsung secara enzimatis dengan air sebagai media pembantu. Adonan yang sudah baik dicirikan dengan strukturnya yang kompak, penampakannya mengkilat, halus, elastis dan tidak mudah lengket.

Faktor yang mempengaruhi adonan adalah jumlah air, waktu dan suhu pengadukan. Waktu total pengadukan yang baik adalah 15-25 menit. Pengadukan yang terlalu lama dapat menyebabkan adonan menjadi rapuh, keras dan kering. Sedangkan apabila terlalu singkat akan menyebabkan adonan lunak dan lengket. Suhu adonan yang baik antara 25-45°C. Jika suhu lebih rendah dari 25°C adonan akan menjadi keras, rapuh dan kasar. Jika suhu lebih tinggi dari 45°C, kegiatan enzim akan meningkat sehingga perombakan gluten meningkat diikuti dengan turunnya densitas adonan sebaliknya akan meningkatkan kelengketan (Purnawijayanti, 2009).

- **Pencetakan Lembaran**

Adonan kemudian dimasukkan ke dalam mesin *roll press* yang akan mengubah adonan menjadi lembaran-lembaran. Alat pengepres terdiri dari dua buah silinder berpasangan yang berputar berlawanan arah. Pada saat melewati *roll press*, lembaran akan mengalami peregangan dan mengalami relaksasi saat keluar dari *roll press*.

Saat pengepresan, gluten ditarik ke satu arah sehingga seratnya menjadi sejajar yang mengakibatkan mi menjadi halus dan elastis. Adonan yang dilewatkan berulang-ulang pada mesin *roll press* dapat menghasilkan mi yang elastis, kenyal dan halus. Ketebalan lembaran dapat sesuai selera dengan mengatur jarak antar rol (Astawan, 2008).

- **Pembuatan Untaian**

Lembaran yang tipis selanjutnya masuk ke pencetak mi untuk mengubah lembaran mi menjadi bentuk untaian (*slitting*). Proses *slitting* dimulai dengan melewatkan lembaran adonan ke suatu silinder logam beralur kecil (*slitter*) yang akan memotong lembaran adonan menjadi untaian mi yang terpisah oleh sisir-sisir bergerigi (Astawan, 2008).

- **Pengukusan**

Mi dipanaskan dengan cara pemberian uap agar terjadi putusya ikatan hidrogen sehingga ikatan kompleks pati dan gluten dapat lebih rapat. Pemanasan menyebabkan gelatinisasi pati dan koagulasi gluten, terjadi dehidrasi air dari gluten yang menyebabkan kekenyalan pada mi (Astawan, 2008). Perubahan pati beta menjadi alfa yang lebih mudah dimasak. Selanjutnya proses pengeringan berfungsi mempertahankan struktur alfa.

- **Pengeringan**

Mi dikeringkan dengan cara dimasukkan dalam oven supaya kadar air rendah. Setelah dari oven, produk menjadi kering dan renyah, Suhu oven yang digunakan sekitar 50-80°C. Sumber energi pengeringan berupa panas uap hasil perubahan uap panas yang berlangsung. Pengeringan pada mi bertujuan mempertahankan struktur alfa hasil gelatinisasi dan menghilangkan kandungan air sampai batas tertentu dimana mikroba tidak dapat tumbuh dalam bahan pangan (Astawan, 2008).

- **Pendinginan**

Setelah matang, mi didinginkan untuk melepas sisa-sisa uap panas dari produk dan membuat tekstur mi menjadi keras. Jika sisa uap panas tidak hilang, uap akan mengalami kondensasi saat dikemas dan menyebabkan tumbuhnya jamur (Astawan, 2008).

2.3 Parameter Fisika

Parameter fisika mi kering meliputi susut masak (*cooking loss*), elongasi dan kuat tarik. Berikut uraian parameter fisika mi kering.

2.3.1 Susut Masak

Susut masak atau *cooking loss* terjadi karena lepasnya sebagian pati dari untaian mi saat pemasakan. Susut masak menggambarkan lolosnya bahan padatan ke dalam air rebusan sehingga mengurangi total padatan mi (Ozyurt *et al.*, 2015). Susut masak disebabkan karena pecahnya granula pati yang membengkak dan kemudian molekul pati linier rantai pendek akan keluar dari granula dan menyebabkan air rebusan menjadi keruh. Penyebab lain susut

masak adalah lemahnya daya ikat komponen adonan sehingga ada komponen yang larut pada saat perebusan (Widatmoko, 2015).

Bahan padatan yang terlepas akibat pemasakan utamanya adalah pati, pati yang terlepas tersuspensi dalam air rebusan dan menyebabkan kekeruhan. Fraksi pati yang keluar selain menyebabkan kuah mi menjadi keruh juga menjadikan kuah mi menjadi lebih kental. Susut masak yang tinggi disebabkan oleh kurang optimumnya matriks pati tergelatinisasi dalam mengikat pati yang tidak tergelatinisasi. Tingginya nilai susut masak dapat menyebabkan tekstur mi menjadi lemah dan kurang licin (Mulyadi dan Wijana, 2014).

Susut masak merupakan salah satu parameter mutu yang penting karena berkaitan dengan kualitas mi setelah dimasak. Semakin rendah susut masak maka dapat dikatakan kualitas mi semakin baik. Hal tersebut dapat terjadi karena matriks pati tergelatinisasi berperan sebagai matriks pengikat, sehingga menghasilkan mi yang memiliki tekstur yang kompak, dan akan berdampak pada menurunnya jumlah padatan yang hilang selama proses pemasakan (Indrianti *et al.*, 2014). Sebaliknya, menurut Widatmoko dan Estiasih (2015) nilai susut masak yang tinggi menandakan lemahnya ikatan antar molekul pada adonan mi.

2.3.2 Elongasi

Elongasi merupakan persentase pemanjangan maksimum mi ketika menerima perlakuan mekanis berupa tarikan. Elongasi dapat diartikan juga sebagai persen pertambahan jumlah panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum putus. Elongasi adalah perubahan panjang mi maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai mi putus dan dinyatakan dalam satuan persen (Astawan, 2008).

Elongasi dipengaruhi oleh kandungan gluten pada bahan, proporsi amilosa dan amilopektin maupun proses pembuatan adonan. Selain faktor tersebut, elongasi juga dipengaruhi oleh komposisi adonan. Tingginya kandungan amilosa menyebabkan mi yang terbentuk menjadi lebih kenyal sehingga tidak mudah putus. Persen elongasi merupakan salah satu parameter yang penting karena konsumen tidak menginginkan mi hancur saat dimasak atau putus ketika ditarik pada saat dikonsumsi (Rosalina *et al.*, 2018)

2.3.3 Kuat Tarik

Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan nilai gaya yang diperlukan untuk memutus untaian mi sehingga sangat cocok digunakan sebagai parameter kekuatan dari mi (Herawati *et al.*, 2017). Kuat tarik pada mi umumnya dipengaruhi oleh gluten. Gluten akan berikatan dengan komponen pati sehingga akan membentuk struktur mi menjadi kuat dan nilai kuat tarik juga meningkat. Oleh karena itu semakin sedikit kandungan gluten dalam suatu bahan atau adonan maka akan menyebabkan mi tidak memiliki sifat yang elastis sehingga akan mudah putus apabila terjadi tekanan berupa tarikan atau regangan.

Selain gluten, nilai kuat tarik sangat dipengaruhi oleh kadar amilosa yang terdapat dalam bahan. Hal ini disebabkan karena amilosa akan lebih berperan saat proses gelatinisasi dan lebih menentukan karakter dari mi. Menurut Subarna *et al.* (2012) pati yang berkadar amilosa tinggi mempunyai kekuatan ikatan hidrogen yang lebih besar karena jumlah rantai lurus yang besar dalam granula, sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk gelatinisasi sehingga mi yang dihasilkan lebih kenyal. Walaupun tidak terdapat syarat mengenai batas minimal atau maksimal mengenai tingkat kekenyalan dan kuat tarik pada mi,

namun sifat dari mi yang baik adalah mi yang memiliki sifat elastis dan tidak mudah putus.

2.4 Parameter Kimia

Parameter kimia mi kering meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar abu dan kadar serat pangan. Uraian mengenai parameter kimia mi kering dijelaskan sebagai berikut.

2.4.1 Air

Air merupakan komponen yang penting dalam pangan. Semua bahan pangan mengandung air dengan jumlah yang berbeda. Bahan makanan yang kering sekalipun terkandung air dalam jumlah tertentu (Winarno, 2004). Air dikatakan penting karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, rasa dan daya awet. Kadar air dapat dipengaruhi oleh kandungan air yang terikat secara kimia pada bahan, energi yang mengikat air jenis ini relatif besar sehingga diperlukan suhu yang lebih tinggi untuk menguapkannya (Widatmoko dan Estiasih, 2015).

Sebuah molekul air terdiri dari sebuah atom oksigen yang berikatan kovalen dengan dua atom hidrogen. Ikatan kovalen tersebut merupakan dasar bagi sifat air yang penting misalnya fungsinya sebagai pelarut. Sifat air yang mengalir pada tekanan atmosfer dan suhu 0-100°C merupakan akibat dari adanya ikatan hidrogen. Pemanasan air dapat mengurangi kuat tarik menarik antara molekul-molekul air, karena itu daya larut pada bahan yang melibatkan ikatan hidrogen akan meningkat dengan meningkatnya suhu (Winarno, 2004).

Air dalam bahan makanan oleh Meyer (1960) disebutkan hadir dalam bentuk air bebas, sebagai hidrat, terimbibisi dalam gel atau penyerapan dari permukaan bahan padat. Tipe air bebas ditemukan dalam sitoplasma, cairan

interseluler dan cairan pada jaringan. Tipe air sebagai hidrat seperti ikatan hidrogen antara molekul air dengan molekul lain seperti pati, protein, atau garam. Molekul air berikatan dengan molekul lain dengan ikatan hidrogen. Molekul air adalah dipol dimana atom H bersifat positif dan atom O bersifat negatif. Tidak hanya berikatan antar molekul air, namun berikatan dengan molekul lain seperti karbohidrat yang memiliki kelompok hidroksil.

Kadar air yang dimaksud dalam pengujian proksimat pada bahan pangan menurut Nollet (2004) adalah persentase g air/100 g pangan. Kadar air dapat diukur menggunakan metode oven. Prinsipnya adalah pengurangan berat. Pengukuran kadar air dilakukan karena efeknya terhadap sifat kimia, fisika dan mikroba sangat penting. Biasanya, semakin tinggi kadar air maka daya simpan akan menjadi lebih singkat. Oleh karena itu, biasanya dalam pengolahan makanan, air yang terdapat pada bahan makanan sering dikurangi baik dengan cara penguapan atau pengeringan.

2.4.2 Protein

Protein merupakan salah satu senyawa makromolekul berfungsi untuk pembentukan sel. Protein terdiri atas rantai panjang asam amino yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida (-CONH-). Asam amino terdiri dari gugus amino, karboksil, atom H dan gugus alkil yang terikat pada atom C. Gugus karboksil suatu asam amino berikatan dengan gugus amino dari molekul asam amino lain menghasilkan dipeptida dengan melepas molekul air. Molekul protein juga mungkin mengandung unsur lain seperti P, S, beberapa Fe dan Zn. Protein juga dapat digunakan sebagai bahan bakar jika karbohidrat dan lemak belum mampu untuk memenuhi kebutuhan energi (Winarno, 2004).

Sifat fisika kimia protein tergantung jumlah asam amino. Protein ada yang larut dan ada yang tidak larut dalam air. Namun, semua protein tidak larut dalam pelarut lemak. Apabila dipanaskan, protein akan menggumpal akibat aktivitas enzim proteolitik. Protein dalam pangan akan diserap oleh usus dalam bentuk asam amino. Pemanasan dapat merusak asam amino dimana ketahanan protein oleh panas sangat terkait dengan asam amino penyusun protein sehingga menyebabkan kadar protein menurun dengan semakin meningkatnya suhu pemanasan. Kebutuhan protein bagi orang dewasa adalah 1 gram/kg berat setiap harinya. Sedangkan untuk anak-anak yaitu 3 g/kg (Rosaini *et al.*, 2015)

2.4.3 Lemak

Lemak merupakan sumber makanan yang penting untuk tubuh manusia dan sumber energi yang paling efektif dibanding karbohidrat dan protein. Lemak hampir terdapat pada semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda-beda. Lemak berdasarkan sumbernya digolongkan menjadi lemak nabati dan lemak hewani. Lemak hewani tersimpan dalam jaringan adiposa. Dalam tanaman, lemak disintesis dari satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam lemak yang terbentuk dari kelanjutan oksidasi karbohidrat dalam proses respirasi. Lemak dan minyak termasuk dalam kelompok lipid yang sifatnya sama yaitu tidak larut dalam air. Lemak merupakan lipid yang padat pada suhu kamar sedangkan minyak berbentuk cair pada suhu kamar. Hal ini karena kandungan asam lemak jenuh dan ikatan rangkapnya. Lemak sedikit mengandung ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik lebur yang lebih tinggi. Sedangkan minyak tinggi akan asam lemak tidak jenuh, ikatan rangkapnya banyak sehingga titik leburnya rendah (Winarno, 2004).

Lemak merupakan makromolekul yang penting pada jaringan tumbuhan dan hewan. Lemak berkontribusi pada sifat fisika makanan seperti kelarutan, viskositas, reologi, emulsifikasi, kekentalan, dan pembawa vitamin dan flavor. Selain sifat fisika, lemak mempengaruhi sifat organoleptik seperti penampakan, rasa, tekstur dan aroma. Jumlah dan tipe lemak pada makanan menentukan sifat makanan dan penerimaan konsumen (Ong, 2014).

Lemak adalah kelompok senyawa yang tidak larut dalam air, namun larut pada pelarut organik seperti etil eter, petroleum eter, aseton, etanol, methanol dan benzene. Kadar lemak pada pangan menurut Nielsen (2017) dapat ditentukan dengan ekstraksi pelarut contohnya metode Soxhlet, Goldfish, Mojonnier, bisa juga ekstraksi tanpa pelarut seperti Babcock dan Gerber, selain itu metode instrument sifat fisika kimia seperti infrares, massa jenis dan serapan X-ray. Metode Soxhlet umum digunakan untuk menentukan kadar lemak pada suatu makanan. Prinsipnya adalah mengekstrak secara semikontinu menggunakan pelarut organik. Pelarut dipanaskan, diuapkan dan dikondensasi pada sampel. Pelarut menyentuh sampel dan mengekstrak lemak. Kadar lemak dihitung dengan berat lemak yang dihilangkan.

2.4.4 Abu

Abu menurut Nollet (2004) mengacu kepada residu anorganik hasil pembakaran materi organik. Kadar abu pada suatu bahan pangan berhubungan dengan kandungan mineral yang terdapat dalam bahan pangan tersebut. Prinsip dari perhitungan kadar abu adalah mengoksidasi semua zat organik yang terdapat dalam bahan pangan pada suhu tinggi, yaitu sekitar 500-600°C. Kemudian melakukan penimbangan zat yang tertinggal setelah proses pembakaran tersebut.

Penentuan kadar abu merupakan cara pendugaan mineral bahan pangan secara kasar. Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air, sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Unsur mineral dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Bahan-bahan organik dalam makanan akan terbakar selama proses pembakaran, sedangkan bahan anorganik tidak terbakar, karena itulah disebut kadar abu (Winarno, 2004).

2.4.5 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi penduduk dunia, khususnya di negara-negara berkembang. Karbohidrat menghasilkan energi dan menjadi sumber kalori yang murah. Karbohidrat juga memiliki peran menentukan sifat makanan seperti tekstur, rasa, penampakan, dan lain-lain. Cara yang mudah dan murah mengestrak karbohidrat adalah dari bahan-bahan nabati seperti umbi, sereal, biji-bijian dan batang tanaman (Winarno, 2004).

Karbohidrat banyak ditemukan dalam bahan nabati baik berupa gula sederhana maupun dengan berat molekul yang tinggi. Berdasarkan berat molekulnya, Robyt (1998) mengelompokkan karbohidrat menjadi monosakarida, oligosakarida dan polisakarida. Winarno (2004) mengklasifikasikan berdasarkan jumlah atom C. Monosakarida adalah molekul yang terdiri dari lima sampai enam atom C. Oligosakarida adalah polimer yang terdiri dari dua sampai sepuluh monosakarida, selebihnya disebut polisakarida.

Polisakarida yang ada pada pangan berfungsi sebagai penguat tekstur seperti selulosa, pektin, hemiselulosa dan lignin. Fungsi lainnya adalah sebagai sumber energi misalnya pati, glikogen, fruktan dan dekstrin. Polisakarida yang memperkuat tekstur tidak dicerna tubuh namun merupakan serat pangan (*dietary fiber*) sebagai stimulis enzim-enzim pencernaan (Winarno, 2004).

Terdapat beberapa metode penentuan kandungan karbohidrat dalam bahan makanan, salah satu yang termudah adalah *carbohydrate by difference*. Perhitungan tersebut untuk menentukan secara kasar kandungan karbohidrat dalam bahan pangan. Hasil tersebut biasa muncul dalam daftar komposisi makanan.

2.4.6 Serat Pangan

Serat pangan (*dietary fiber*) merupakan komponen dari jaringan tanaman yang tahan terhadap proses hidrolisis dalam lambung dan usus kecil. Serat-serat tersebut banyak berasal dari dinding sel berbagai jenis sayuran dan buah-buahan. Serat pangan pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida. Berbagai jenis makanan pada umumnya mengandung serat pangan (Winarno, 2004). Istilah serat pangan berbeda dengan serat kasar yang biasa digunakan dalam analisis proksimat bahan pangan. Serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan.

Serat pangan terbagi ke dalam dua kelompok yaitu serat pangan tak larut (*insoluble dietary fiber/IDF*) dan serat pangan larut (*soluble dietary fiber/SDF*). Serat pangan tidak larut contohnya selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang ditemukan pada sereal, kacang-kacangan dan sayuran. Serat pangan larut contohnya *gum*, pektin dan *mucilago* (Bangun, 2003). Menurut Pramana *et al.* (2018), IDF (terutama selulosa) bersifat tahan terhadap kerja sekresi usus manusia. IDF juga dapat mempengaruhi gerak peristaltik usus (laksasi), peningkatan ukuran, berat, dan melunakan feses sehingga mudah dikeluarkan (menghindari terjadinya sembelit). Sedangkan komponen SDF bersifat lebih mudah mengalami degradasi mikrobiologis (fermentasi) oleh bakteri di dalam kolon.

2.5 Parameter Organoleptik

Uji organoleptik merupakan suatu metode ilmiah yang digunakan untuk menimbulkan, mengukur, menganalisis dan menginterpretasi respon terhadap produk melalui proses penginderaan. Pengujian organoleptik bertujuan menimbulkan respon panelis dengan persiapan pengujian berupa penyajian sampel berkode secara acak dengan kondisi yang terkontrol. Uji organoleptik bertujuan mengukur secara kuantitatif angka yang didapatkan menunjukkan hubungan antara sifat produk dan persepsi orang. Alat ukur pada uji organoleptik adalah orang yang disebut panelis. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisis dengan metode statistika. Kegiatan analisis merupakan bagian penting dari uji organoleptik. Kemudian interpretasi data yaitu menyimpulkan berdasarkan data, analisis dan hasil yang didapatkan (Heymann dan Lawless, 2010).

Uji organoleptik saat ini banyak diterapkan pada industri dan penelitian untuk kegiatan akademik. Jenis-jenis pengujian berbeda sesuai dengan tujuannya. Heymann dan Lawless (2010) dalam bukunya menyebutkan tiga jenis uji organoleptik yaitu diskriminatif, deskriptif dan afektif. Uji diskriminatif digunakan untuk membedakan produk dan dibutuhkan beberapa panelis terlatih. Uji deskriptif digunakan untuk menyebutkan letak perbedaan dari produk yang diuji, uji ini membutuhkan panelis yang terlatih. Uji afektif sering disebut sebagai uji hedonik digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis, uji ini diperbolehkan menggunakan panelis yang tidak terlatih.

Uji hedonik digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan dan penerimaan panelis. Panelis merupakan kumpulan populasi orang yang merupakan target konsumen. Umumnya jenis yang digunakan adalah *paired comparison test*, ranking dan skoring dengan skala hedonik (Tarwendah, 2017). Pada uji hedonik

terdapat skala berupa angka dan keterangan yang mengasumsikan tingkat kesukaan panelis. Adapun parameter yang biasa digunakan dalam uji hedonik meliputi penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna.

2.5.1 Penampakan

Penampakan produk merupakan salah satu parameter yang penting pada suatu produk. Konsumen akan mempertimbangkan penampakan dari produk terlebih dahulu dalam memilih sebuah produk. Panelis memiliki kebiasaan menimbulkan persepsi terhadap parameter organoleptik lain setelah melihat penampakan produk (Heymann dan Lawless, 2010). Penilaian organoleptik penampakan merupakan penilaian secara keseluruhan konsumen terhadap suatu produk, dan umumnya konsumen cenderung memilih makanan yang memiliki penampakan yang menarik.

2.5.2 Tekstur

Tekstur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penilaian konsumen terhadap suatu produk pangan. Terkadang, tekstur lebih penting daripada aroma, rasa dan penampakan. Keadaan tekstur sangat mempengaruhi kesan pada suatu makanan. Tekstur adalah salah satu parameter yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa. Tekstur makanan merupakan respon terhadap bentuk fisik ketika terjadi kontak antara bagian di dalam rongga mulut dan makanan. Tekstur merupakan perpaduan dari beberapa sifat fisik yang meliputi ukuran dan bentuk suatu produk pangan (Tarwendah, 2017).

Tekstur mempunyai peranan penting pada daya terima suatu produk makanan. Uji tekstur adalah pengindraan yang dihubungkan dengan indra rabaan atau sentuhan. Tekstur yang dimaksud adalah tingkat kekenyalan dari

mie. Tingkat kekenyalan adalah gaya tekan yang mula-mula menyebabkan deformasi produk baru kemudian memecahkan produk setelah produk tersebut mengalami deformasi bentuk.

2.5.3 Aroma

Aroma dari makanan ditangkap oleh indera penciuman melalui saluran yang menghubungkan antara mulut dan hidung. Jumlah komponen volatil yang dilepaskan oleh suatu produk dipengaruhi oleh suhu dan komponen alaminya. Makanan yang dibawa ke mulut dirasakan oleh indera perasa dan bau yang kemudian dilanjutkan, diterima dan diartikan oleh otak. Aroma merupakan suatu respon ketika senyawa volatil dari suatu makanan masuk ke rongga hidung dan dirasakan oleh sistem olfaktori. Senyawa volatil masuk ke dalam hidung ketika manusia bernafas atau menghirupnya. Selain itu senyawa volatil juga dapat masuk dari belakang tenggorokan selama seseorang sedang makan (Tarwendah, 2017).

2.5.4 Rasa

Rasa makanan merupakan campuran dari tanggapan cicip, bau dan trigeminal. Ketika sedang merasakan atau menikmati makanan maka kenikmatan tersebut diwujudkan bersama-sama oleh kelima indera. Beberapa ahli berpendapat bahwa rasa pada makanan adalah kombinasi dari kesan-kesan atau tanggapan cicip, bau dan perabaan tetapi ada pula yang memasukkan unsur pendengaran.

Rasa adalah persepsi biologis seperti sensasi yang dihasilkan oleh bahan pangan yang masuk ke dalam mulut. Senyawa citarasa merupakan senyawa atau campuran senyawa kimia yang dapat mempengaruhi indera tubuh seperti

lidah sebagai indera pengecap (Tarwendah, 2017). Pada dasarnya lidah hanya mampu mengecap empat macam rasa yaitu manis, asin, asam dan pahit. Rasa bahan pangan berasal dari bahan pangan itu sendiri dan apabila telah mendapat perlakuan atau pengolahan, maka rasa yang muncul dipengaruhi oleh bahan-bahan yang ditambahkan selama proses pengolahan.

2.5.5 Warna

Warna adalah persepsi yang timbul akibat deteksi cahaya setelah berinteraksi dengan suatu benda. Hal ini karena komposisi sifat fisika dan kimia dari suatu benda, komposisi spektrum sumber cahaya dan sensitifitas mata. Cahaya yang mengenai benda dapat direfraksi, dipantulkan, diteruskan atau diserap oleh benda tersebut. Persepsi warna yang muncul adalah hasil stimulasi retina oleh cahaya dengan intensitas tinggi pada beberapa panjang gelombang lainnya (380 hingga 770 nm) dari spektrum elektromagnetik. Otak merespon terhadap stimulus dari retina yang mendeteksi cahaya setelah berinteraksi dengan benda, yang oleh otak diartikan sebagai warna (Heymann dan Lawless, 2010). Di antara produk-produk pangan, warna merupakan faktor yang paling cepat dan mudah memberikan kesan, tetapi sulit untuk diberi deskripsi dan sulit cara pengukurannya, sehingga penilaian secara subjektif masih sangat menentukan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Berbagai macam penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan mi kering dengan sifat fisika, kimia dan organoleptik yang baik. Berikut adalah beberapa penelitian-penelitian yang telah dilakukan tentang mi kering pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian terdahulu tentang mi kering

| Judul | Hasil | Referensi |
|---|--|--------------------------------|
| Fortifikasi tepung <i>Eucheuma cottonii</i> pada pembuatan mi kering | Sifat kimia (%): - Air: 9,24±0,10 - Protein: 14,11±0,16 - Lemak: 0,30±0,03 - Karbohidrat: 71,29±0,83 - Serat kasar: 4,98±0,27 - Abu: 4,84±0,22 Sifat fisik (%): - Susut masak: 4,93 - Gaya tarik: 0,17 | Firdaus <i>et al.</i> (2019) |
| <i>Nutritional and physical characteristics of noodles incorporated with green seaweed (Ulva reticulata) and fish (Pangasianodon hypophthalmus)</i> | Sifat kimia (%): - Protein: 5.20±0.08 - Karbohidrat: 57.3±0.08 - Lemak: 0.37±0.11 - Serat kasar: 1.71±0.06 Sifat fisik (%): - Susut masak: 8.20±0.23 | Pankyamma <i>et al.</i> (2017) |
| <i>Study on the effect of different concentration of Spirulina platensis paste added into dried noodle to its quality characteristics</i> | Sifat kimia (%): - Air: 5.61±0.28 - Abu: 2.46±0.155 - Protein: 28.603±0.33 - Lemak: 2.18±0.04 - Karbohidrat: 61.12±0.55 | Agustini <i>et al.</i> (2018) |
| <i>Quality characteristics of noodles enriched with Spirulina platensis powder</i> | Sifat organoleptik (%): - Warna: 7.30±0.63 - Penampakan: 7.60±0.74 - Aroma: 7.60±0.29 - Tekstur: 7.50±0.94 - Rasa: 7.60±1.25 Sifat kimia (%): - Air: 12.77±0.13 - Protein: 14.41±0.59 - Lemak: 9.89±0.29 - Serat kasar: 3.16±0.04 - Abu: 1.85±0.03 - Karbohidrat: 70.69±1.95 | Vatsala dan Sudesh (2017) |



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian meliputi alat dan bahan yang digunakan dalam prosedur penelitian dan analisis. Bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut.

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah bubuk kering *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) merek dagang Green Gold. Bahan utama lain yaitu tepung terigu Segitiga Biru, telur, air, garam, tepung ikan patin dan tepung *E. spinosum*. Bahan-bahan lain yang digunakan untuk analisis kimia dan fisika antara lain kertas saring, heksana, H_2SO_4 , NaOH, akuades, methyl red 0,1%, etanol, Na_2CO_3 5%, reagen folin-ciocelteau 50% dan asam galat.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk pembuatan mi antara lain timbangan, baskom, *blender* Miyako, *disk mill* milik UPT. *Materia Medica*, *rollpress*, *slitter* dan oven. Alat-alat yang digunakan untuk analisis kimia dan fisika antara lain timbangan digital, timbangan analitik, cawan porselin, desikator, oven, kompor, tanur, pipet, labu kjeldahl, timbel sokhlet, labu lemak, desikator, buret, erlenmeyer, *texture profil analyzer* Imada tipe ZP-200 N.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen memiliki tujuan untuk mengetahui ada tidaknya sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberi perlakuan tertentu terhadap kelompok eksperimen. Pendapat Jaedun

(2011) yang mendefinisikan metode eksperimen sebagai metode penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan sesuatu keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya.

3.2.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang menjadi benda penelitian. Variabel dibedakan menjadi dua yaitu variabel bebas (*independent variabel*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas adalah faktor yang menyebabkan suatu pengaruh. Variabel terikat adalah faktor yang diakibatkan oleh pengaruh variabel bebas. Variabel bebas dipilih oleh peneliti agar efeknya terhadap variabel lain ini dapat diamati dan diukur, sedangkan variabel terikat untuk mengetahui besarnya efek atau pengaruh dari variabel bebas.

Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini adalah:

- Variabel bebas: konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan pada mi kering.
- Variabel terikat: parameter yang diamati yaitu analisis fisika yang meliputi susut masak, elongasi, kuat tarik; analisis kimia yang meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat, serat pangan; dan organoleptik yang meliputi penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna.

3.2.2 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan sebelum penelitian utama. Fungsi dari penelitian pendahuluan adalah untuk mencoba formulasi berdasarkan referensi dan mendapatkan acuan data untuk penelitian utama. Kegiatan yang dilakukan pada penelitian pendahuluan adalah membuat tepung ikan patin, membuat

tepung *E. spinosum* dan membuat mi kering. Terdapat tiga bahan percobaan. Pertama, mi kering tanpa penambahan *Spirulina*. Kedua, mi kering dengan penambahan 5% *Spirulina*. Ketiga adalah mi kering komersil yang dibeli di pasar. Adapun untuk menguji penelitian dapat dilanjutkan atau tidak adalah berdasarkan uji organoleptik dari mi kering.

3.2.3 Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi *Spirulina* pada mi kering sehingga didapatkan hasil terbaik secara fisika kimia dan organoleptik. Penetapan konsentrasi *Spirulina* yang digunakan pada penelitian utama mengacu pada hasil penelitian pendahuluan. Konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan pada mi kering untuk penelitian utama adalah yaitu konsentrasi 0%; 4%; 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5%. Adapun rancangan percobaan penelitian utama dapat dilihat pada subbab berikutnya.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Sesuai pendapat Sastrosupadi (2004) yang menyatakan penggunaan RAL adalah untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen. RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium. Media yang homogen menyebabkan media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati.

Penelitian ini menggunakan tujuh sublevel atau perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan konsentrasi *Spirulina* kering yang ditambahkan pada mi kering. Fungsi ulangan menurut Sastrosupadi (2004) yaitu untuk menaksir galat percobaan dan mempertinggi ketepatan

pengukuran pengaruh perlakuan. Banyaknya ulangan yang diperlukan dalam suatu percobaan tergantung dari besarnya perbedaan yang ingin dideteksi dan variabilitas data di mana kita bekerja. Semakin banyak ulangan, maka semakin mempertinggi ketepatan pengukuran pengaruh perlakuan. Penentuan ulangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t(n-1) &\geq 15 \\ 7n-7 &\geq 15 \\ 7n &\geq 15+7 \\ 7n &\geq 23 \\ n &\geq 3,3 \approx 4 \end{aligned}$$

Dengan,
 t = jumlah perlakuan
 n = jumlah ulangan

Desain rancangan percobaan untuk penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan percobaan

| Sublevel | Ulangan | | | |
|----------|---------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | A1 | A2 | A3 | A4 |
| B | B1 | B2 | B3 | B4 |
| C | C1 | C2 | C3 | C4 |
| D | D1 | D2 | D3 | D4 |
| E | E1 | E2 | E3 | E4 |
| F | F1 | F2 | F3 | F4 |
| G | G1 | G2 | G3 | G4 |

Keterangan:

- A = Konsentrasi 0% *Spirulina* kering dari total 100% adonan
- B = Konsentrasi 4% *Spirulina* kering dari total 100% adonan
- C = Konsentrasi 4,5% *Spirulina* kering dari total 100% adonan
- D = Konsentrasi 5% *Spirulina* kering dari total 100% adonan
- E = Konsentrasi 5,5% *Spirulina* kering dari total 100% adonan
- F = Konsentrasi 6% *Spirulina* kering dari total 100% adonan
- G = Konsentrasi 6,5% *Spirulina* kering dari total 100% adonan

Data hasil pengamatan dianalisis dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan SPSS 16.0. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan atau pengaruh pada tiap perlakuan, dilakukan uji Duncan dengan taraf

signifikansi yang ditetapkan sebesar 0,05. Sastrosupadi (2004) menyebutkan bahwa dengan uji Duncan, perbandingan lebih teliti atau lebih tajam.

3.4 Prosedur Penelitian

Proses penelitian terdiri dari pembuatan bahan baku yaitu pembuatan tepung ikan patin, pembuatan tepung *E. spinosum* dan pembuatan produk utama yaitu mi kering yang ditambahkan *Spirulina*.

3.4.1 Pembuatan Tepung Ikan Patin

Ikan patin didapatkan dari pasar Mergan Malang. Pembuatan tepung ikan patin mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh De Oloveira *et al.* (2015) dengan modifikasi sehingga didapatkan prosedur pembuatan tepung ikan patin yaitu, ikan patin difillet dan diambil dagingnya. Kemudian, daging ikan patin dicuci secara manual sebanyak tiga kali dalam air es (7°C) selama 5 menit. Selanjutnya, daging ikan patin yang telah dicuci kemudian diperbesar luas permukaannya dengan cara dihaluskan menggunakan *blender* dengan kecepatan 2 selama 1 menit. Daging yang telah dihaluskan disaring menggunakan kain blacu hingga tidak ada air yang menetes. Daging halus yang telah disaring lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kering. Daging ikan yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan *blender* selama 3x30 detik. Langkah selanjutnya adalah daging kering yang telah *diblender* lalu diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Sehingga didapatkan tepung ikan patin untuk kemudian dikemas dalam polietilen lalu disela/ supaya tertutup rapat

3.4.2 Pembuatan Tepung *Eucheuma spinosum*

Pembuatan tepung *Eucheuma spinosum* menggunakan metode Agusman *et al.* (2014) dengan modifikasi sebagai berikut. Langkah pertama adalah *E. spinosum* dicuci menggunakan air mengalir untuk membersihkan sisa-sisa kotoran. *E. spinosum* yang telah bersih kemudian dicacah menjadi kecil-kecil untuk memepluas permukaan. Langkah selanjutnya adalah pengeringan menggunakan oven dengan suhu 65°C selama 12 jam untuk menurunkan kadar air pada *E. spinosum*. Setelah dioven, *E. spinosum* kering digiling menggunakan *disk mill*. Setelah digiling, tepung *E. spinosum* kemudian diayak menggunakan ayakan yang berukuran 100 mesh supaya ukurannya seragam. Akhirnya, didapatkan tepung *E. spinosum* untuk kemudian dikemas dalam polietilen lalu *diseal* supaya tertutup rapat.

3.4.3 Pembuatan Mi Kering

Pembuatan mi kering langkah pertama adalah menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Bahan-bahan yang digunakan ditimbang sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan. Berikut adalah formulasi mi kering yang difortifikasi dengan *Spirulina* kering pada Tabel 6.

Tabel 6. Formulasi bahan pembuatan mi kering

| | Fortifikasi <i>Spirulina</i> (%) | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|----|-----|----|-----|----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| | 0 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 |
| Bahan Adonan | Formula (%) | | | | | | |
| Tepung terigu | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Tepung ikan patin | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Tepung <i>E. spinosum</i> | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Air | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Telur | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Garam | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Pembuatan mi kering menggunakan metode Vatsala dan Sudesh (2017) dengan prosedur sebagai berikut. Langkah awal adalah mencampurkan 50%

tepung terigu dengan 5% tepung ikan patin (*Pangasius pangasius*), 5% tepung *Eucheuma spinosum* dan bubuk *Spirulina* dengan konsentrasi yang telah ditentukan (0%; 4%; 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; 6,5%). Kemudian ditambahkan 30% air hangat (45°C), 8% telur yang sudah dikocok sebelumnya, 2% garam kemudian diaduk merata hingga membentuk adonan yang kalis. Adonan kemudian didiamkan selama 30 menit. Setelah didiamkan, adonan dibentuk menjadi lembaran dengan cara dimasukkan ke alat giling dengan ketebalan ukuran paling tebal untuk gilingan pertama, lalu diganti menjadi ukuran 3 mm yang diulang dua kali. Lembaran kemudian dicetak menjadi bentuk untaian mi. Setelah dibentuk, mi dilipat menjadi dua lipatan dan dikukus selama kurang lebih 2 menit. Mi yang telah dikukus kemudian dioven selama 3 jam pada suhu 70°C hingga didapatkan mi kering. Mi kering dimasukkan ke plastik polietilen dan disimpan pada suhu ruang sebelum dilakukan analisis fisika, kimia dan organoleptik.

3.5 Metode Analisis

Analisis pengujian pada penelitian dilakukan secara fisik, kimia dan organoleptik. Masing-masing metode analisis penelitian diuraikan sebagai berikut.

3.5.1 Analisis Fisika

Parameter fisika yang dianalisis sesuai dengan kebutuhan analisis fisika pada mi kering. Antara lain adalah susut masak, elongasi dan kuat tarik. Adapun prosedur analisis fisika adalah sebagai berikut.

- **Analisis Susut Masak**

Susut masak dapat diuji dengan prosedur yang dilakukan Kamble *et al.* (2018) sebagai berikut. Langkah awal adalah ditimbang sebanyak 2 g sampel untuk kemudian diseduh dalam 100 ml air mendidih dalam *beaker glass*. Sampel diangkat, air bekas seduhan dikeringkan dalam oven hingga beratnya konstan. Persentase susut masak dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Susut Masak (\%)} = \frac{\text{berat awal sampel} - \text{berat akhir sampel}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

- **Analisis Elongasi**

Elongasi diukur menggunakan *Texture Profile Analyzer* dengan prosedur pengujian sebagai berikut. Mi kering awalnya dimasak hingga matang. Mi kering yang telah matang dipilih yang lurus dengan panjang ± 4 cm. Pasang pengait pada alat, kemudian mi dijepitkan pada pengait. Mesin dijalankan melalui komputer sehingga mi tertarik hingga putus. Nilai elongasi langsung dapat dibaca pada komputer.

- **Analisis Kuat Tarik**

Kuat tarik dianalisis menggunakan *Texture Profile Analyzer*. Prosedur analisis kuat tarik adalah sebagai berikut. Langkah awal adalah menghidupkan mesin dan memasang aksesoris alat sesuai dengan sampel yang akan dianalisis kuat tarik. Menghidupkan komputer program *software* untuk mesin. Sampel diletakkan yang telah disiapkan diletakkan di bawah aksesoris penarik. Komputer secara otomatis akan mencatat gaya tarikan terhadap sampel (N). Selanjutnya adalah menekan tombol tarikan (*tension*) yang ada pada alat. Tekan *stop* untuk berhenti dan menyimpan data setelah selesai matikan komputer dan alat.

3.5.2 Analisis Kimia

Parameter kimia yang dianalisis menggunakan analisis proksimat (kadar air, protein, lemak, abu dan karbohidrat) dan analisis serat pangan. Metode analisis kimia yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- **Analisis Kadar Air**

Pengujian kadar air menggunakan metode oven berdasarkan AOAC (2005) dengan prosedur pengujian sebagai berikut. Langkah pertama adalah ditimbang sampel yang telah dihaluskan sebanyak 2-5 g dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian sampel yang dikeluarkan dari oven didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Penimbangan dilakukan hingga tercapai berat konstan. Berat konstan yang dimaksud adalah jika selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg. Perhitungan kadar air metode oven dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%bb)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

- **Analisis Kadar Protein**

Langkah kerja yang digunakan dalam pengujian kadar protein dengan menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005) adalah sebagai berikut. Langkah pertama adalah penimbangan sampel sebanyak 0,3 g. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam tabung destruksi. Tabung destruksi berisi sampel ditambahkan 1/3 tablet Kjeldahl dan 20 ml H₂SO₄ pekat. Proses destruksi dilakukan selama 1 jam dalam ruang asam. Setelah selesai, tabung destruksi dikeluarkan dari ruang asam. Tunggu sampai dingin untuk kemudian ditambahkan 25 ml aquades. Selanjutnya dilakukan penambahan larutan NaOH 45% sampai warna larutan menjadi coklat keruh. Tahap selanjutnya adalah

destilasi menggunakan destilator. Destilat yang dihasilkan kemudian ditampung dalam erlenmeyer hingga mencapai 150 ml. Selanjutnya dilakukan penambahan 3 tetes indikator *methyl red*. Larutan sampel kemudian dititrasi dengan HCl 0,3 N sampai warna berubah menjadi merah muda. Kadar N dan kadar protein dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{\text{Volume titran} - \text{Volume blanko}}{\text{mg sampel}} \times 14,007 \times \text{N HCl} \times 100\%$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \text{Kadar N (\%)} \times \text{Faktor Konversi}$$

- **Analisis Kadar Lemak**

Prosedur pengujian lemak menggunakan metode Soxhlet berdasarkan AOAC (2005). Langkah pertama yang dilakukan adalah labu lemak dioven menggunakan suhu 105°C selama 30 menit. Kemudian, dipindahkan ke dalam desikator selama 15 menit. Selanjutnya labu lemak ditimbang beratnya dan dicatat sebagai W_1 . Sampel dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2 g (W_2) lalu dibungkus dengan kertas saring dan diletakkan pada timbel *Soxhlet*. Timbel *Soxhlet* dipasang di atas kondensor dan labu lemak dipasangkan di bawahnya. Setelah rangkaian *Soxhlet* telah siap terpasang, kemudian pelarut heksana dituangkan ke dalam labu lemak sebanyak 30 ml. Sampel yang ingin dianalisis lemaknya diekstraksi selama kurang lebih 6 jam. Setelah 6 jam, labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Selanjutnya ditimbang dan dicatat sebagai W . Perhitungan % kadar lemak dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{W - W_1}{W_2} \times 100\%$$

Keterangan: W= Berat labu lemak + lemak hasil ekstraksi (g)
 W₁= Berat labu lemak sebelum diekstraksi (g)
 W₂= Berat sampel (g)

- **Analisis Kadar Abu**

Prosedur yang digunakan dalam pengujian kadar abu dengan menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2005) adalah sebagai berikut. Langkah pertama adalah dilakukan penimbangan sebanyak 2 g sampel. Sampel yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke cawan porselin kering yang telah diketahui beratnya. Cawan porselin yang berisi sampel kemudian dipijarkan pada tanur dengan suhu 600°C selama 4 jam. Cawan porselin berisi abu kemudian dimasukkan ke dalam desikator. Selanjutnya dilakukan penimbangan. Kadar abu dalam sampel dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{berat porselin akhir} - \text{berat porselin kosong}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

- **Analisis Kadar Karbohidrat**

Perhitungan kadar karbohidrat dilakukan menggunakan metode *by difference* yaitu pengurangan 100% dengan jumlah dari hasil keempat komponen yaitu kadar protein, kadar air, kadar lemak dan kadar abu. Perhitungan *by difference* menurut Winarno (2004) adalah perhitungan karbohidrat dalam bahan makanan secara kasar dan hasilnya dicantumkan dalam daftar komposisi bahan makanan. Kadar karbohidrat dapat dihitung dengan rumus:

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

- **Analisis Kadar Serat Pangan**

Analisis serat pangan yang terdiri dari total serat pangan, serat pangan terlarut dan serat pangan tidak terlarut dilakukan mengacu pada metode multi enzim oleh Aalto *et al.* (1988) sebagai berikut. Pertama adalah analisis total serat

pangan. Langkah awal yang dilakukan yaitu dihaluskan sampel kemudian dihomogenkan dan diliofilisasi. Sampel tanpa lemak dan air kemudian ditimbang sebanyak 1 g. Selanjutnya ditambahkan sebanyak 25 ml buffer phospat dan 0,1 ml enzim thermamil. Sampel dipanaskan pada suhu 80°C selama 15 menit. Kemudian, sampel didinginkan dan dilakukan pengaturan pH menjadi 1,5 menggunakan HCl 4 N. Selanjutnya adalah dilakukan penambahan suspense pankreatin dan diinkubasi dalam suhu 37°C selama 2 jam. Dilakukan pengaturan pH kembali dengan menggunakan HCl 4 N hingga diperoleh larutan sampel dengan pH 4,5.

Analisis serat pangan tak larut air sebagai berikut. Larutan sampel pH 4,5 disaring menggunakan kertas saring saring Whatman ukuran 40 hingga diperoleh filtrat dan residu. Residu yang didapatkan dibilas dengan akuades dan dicuci dengan 50 ml etanol 79%. Selanjutnya dilakukan pencucian kembali menggunakan aseton lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Sampel didinginkan dan ditimbang, kemudian diarangkan menggunakan suhu 550°C. Sampel kembali didinginkan dan ditimbang lalu dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

$$\text{IDF (\%)} = \frac{((C-B)-(E-D))-\text{blanko}}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A= Berat sampel

B= Berat kertas saring kosong

C= Berat kertas saring dan residu setelah dioven

D= Berat cawan porselen kosong

E= Cawan porselendan abu setelah ditanur

Analisis serat pangan larut air dilakukan dengan prosedur berikut. Langkah awal yaitu dilakukan penambahan 400 hingga 500 ml etanol 95% pada filtrat yang diperoleh dari analisis serat pangan tak larut yang telah dilakukan.

Sampel dipanaskan hingga 60°C dalam *waterbath* kemudian didiamkan selama 1 jam. Sampel disaring dengan kertas saring Whatman 40. Residu dibilas dengan akuades dan dicuci dengan 50 ml etanol 78% lalu dicuci kembali dengan aseton. Sampel dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Sampel didinginkan dan ditimbang kemudian diarangkan dan ditanur dalam suhu 550°C. Sampel yang telah dingin selanjutnya ditimbang dan dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

$$\text{SDF (\%)} = \frac{((G-F)-(I-H))-\text{blanko}}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A= Berat sampel

G= Berat kertas saring kosong

F= Berat kertas saring dan residu setelah dioven

I= Berat cawan porselen kosong

H= Cawan porselendan abu setelah ditanur

3.5.3 Analisis Organoleptik

Analisis organoleptik dilakukan dengan uji skala hedonik dengan 40 orang panelis tidak terlatih selaku perwakilan konsumen. Sampel disiapkan dengan cara merebus mi kemudian ditiriskan. Selanjutnya diambil untaian mi dan diletakkan di atas mika plastik kecil berkode. Panelis mengisi lembar penilaian yang telah disiapkan (Lampiran 5). Atribut atau parameter yang dinilai oleh panelis mengikuti syarat mi kering dalam Codex (2006) antara lain penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna. Skala yang digunakan adalah 1 sampai 4 dengan keterangan 1= sangat tidak suka; 2=tidak suka; 3=suka; 4=sangat suka. Hasil kemudian dianalisis statistik Kruskal Wallis menggunakan SPSS 16.0.

3.5.4 Penentuan Mi Kering Terbaik

Untuk menentukan kombinasi perlakuan terbaik menurut De Garmo, *et al.* (1984) digunakan metode indeks efektifitas. Prosedur pengujiannya adalah yaitu dengan menentukan bobot untuk setiap parameter, menentukan Nilai Efektifitas (NE), dan Nilai Produk (NP) yang selanjutnya nilai produk dari setiap parameter dijumlahlah untuk mendapatkan perlakuan terbaik.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat Bahan Baku

Pembuatan mi kering pada penelitian ini menggunakan bahan baku utama yaitu tepung terigu Segitiga Biru, tepung ikan patin, tepung *E. spinosum* dan penambahan *Spirulina* kering. Perbandingan analisis bahan baku yang termasuk variabel kontrol yaitu tepung terigu, tepung *E. spinosum* dan tepung patin diberikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Sifat kimia bahan baku

| Parameter | Tepung Terigu* | Tepung <i>E. spinosum</i> | Tepung Patin |
|-----------------------|----------------|---------------------------|--------------|
| Kadar Air (%) | - | 1,81 | 10,40 |
| Kadar Protein (%) | 10,00 | 7,96 | 37,76 |
| Kadar Lemak (%) | 1,00 | 0,74 | 19,20 |
| Kadar Abu (%) | - | 7,57 | 3,30 |
| Kadar Karbohidrat (%) | 75,00 | 81,92 | 29,34 |

Keterangan: (*) Informasi nilai gizi tepung terigu Segitiga Biru

Sifat kimia dan sifat fisika *Spirulina* sebagai variabel bebas yang digunakan dalam penelitian juga perlu diketahui untuk mengetahui pengaruhnya setelah ditambahkan ke dalam produk mi kering. Sifat kimia dan fisika *Spirulina* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Sifat fisika kimia *Spirulina*

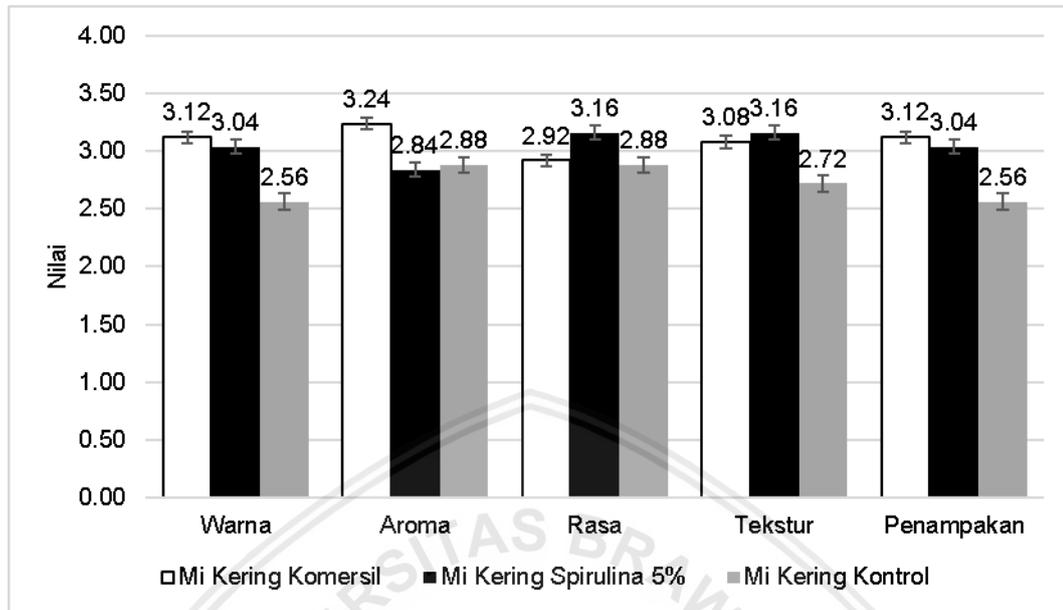
| Sifat Kimia | Nilai (%) | Sifat Fisika | Keterangan |
|--------------------|-----------|-----------------|---------------------|
| Kadar Air | 3,95 | Penampakan | Baik |
| Kadar Protein | 50,78 | Warna | Hijau kebiruan |
| Kadar Lemak | 6,25 | Aroma | Seperti rumput laut |
| Kadar Abu | 6,08 | Konsistensi | Bubuk kering |
| Kadar Karbohidrat | 32,94 | Ukuran partikel | 80 mesh |
| Kadar Serat Pangan | 24,12 | | |

4.2 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan sebelum melaksanakan penelitian utama. Penelitian pendahuluan terdiri dari pembuatan bahan baku yaitu tepung ikan patin dan tepung *E. spinosum* kemudian pembuatan produk utama yaitu mi kering tanpa penambahan *Spirulina*, mi kering yang ditambahkan 5% *Spirulina* dan mi kering komersil. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui prosedur pembuatan mi kering, mengetahui sifat fisika dari segi tekstur dan elongasi serta mengetahui penerimaan konsumen terhadap mi kering yang diberi perlakuan dan perbandingannya dengan mi kering kontrol dan mi kering komersil dari segi organoleptik.

Mi kering pada penelitian pendahuluan diuji tekstur dan elongasinya. Hasil didapatkan elongasi mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* adalah 26,33% sedangkan mi kering kontrol adalah 18,46%, mi komersil memiliki persen elongasi yaitu 30%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *Spirulina* diduga dapat meningkatkan nilai elongasi mi kering, semakin tinggi nilai elongasinya menunjukkan mi semakin tidak mudah putus. Menurut Herawati *et al.* (2017), mi yang disukai konsumen adalah mi yang memiliki nilai elongasi yang tinggi atau mi yang tidak mudah putus.

Analisis organoleptik menunjukkan perbandingan penerimaan konsumen terhadap tiga sampel mi kering, yaitu mi kering tanpa penambahan *Spirulina*, mi kering yang ditambahkan 5% *Spirulina* dan mi kering komersil. Parameter yang digunakan adalah penampakan, warna, rasa, aroma dan tekstur. Terdapat 25 panelis tidak terlatih yang melakukan uji organoleptik. Kemudian, data yang didapatkan dari lembar kuesioner diolah untuk dicari nilai rata-rata dan dibuat grafik seperti Gambar 4.

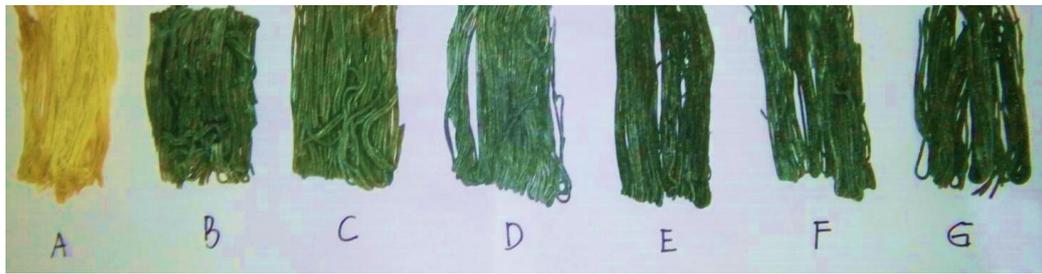


Gambar 4. Grafik perbandingan sifat organoleptik mi kering komersil, mi kering *Spirulina* 5% dan mi kering kontrol

Nilai penerimaan konsumen didapatkan hasil terbaik dari parameter rasa dan tekstur yaitu mi kering dengan penambahan 5% *Spirulina*. Sedangkan, mi kering komersil lebih unggul di parameter warna, aroma dan penampakan daripada mi kering yang ditambahkan 5% *Spirulina*.

4.3 Penelitian Utama

Data yang dihasilkan dari penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa penelitian dapat dilanjutkan yaitu dengan pembuatan mi kering yang ditambahkan *Spirulina* dengan konsentrasi mendekati 5%. Konsentrasi penambahan *Spirulina* yang digunakan dalam penelitian utama adalah 0%, 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. Penelitian utama bertujuan untuk menganalisis sifat fisika, sifat kimia dan sifat organoleptik produk hingga didapatkan konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan untuk menghasilkan mi kering terbaik. Gambar 5 menunjukkan mi kering yang difortifikasi dengan *Spirulina* pada konsentrasi adalah 0%, 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%.



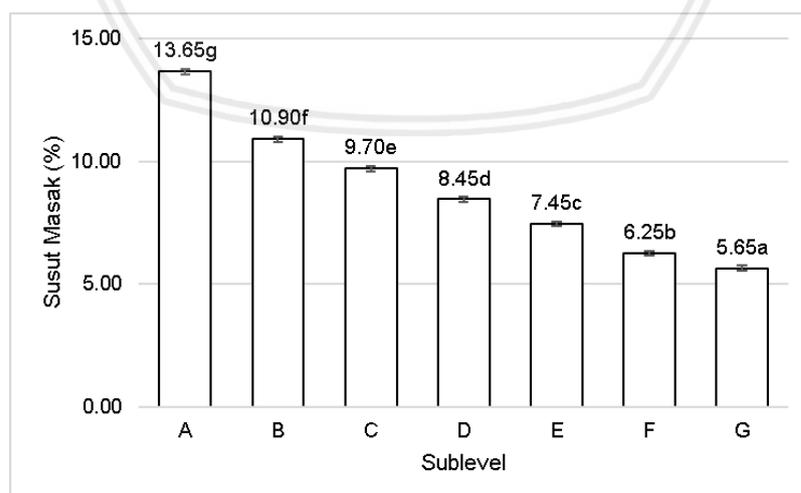
Gambar 5. Mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi 0% (A), 4% (B), 4,5% (C), 5% (D), 5,5% (E), 6% (F) dan 6,5% (G)

4.4 Analisis Fisika

Hasil pengujian fisika dengan parameter susut masak (*cooking loss*), elongasi dan kuat tarik sebagai berikut.

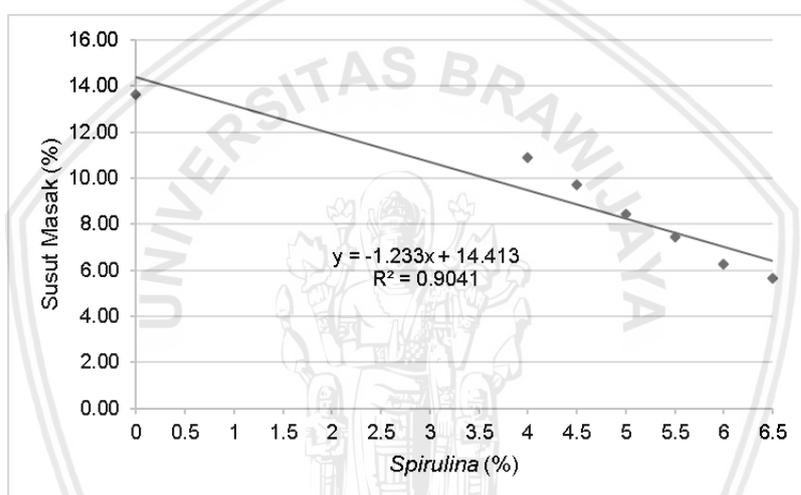
4.4.1 Susut Masak

Data hasil analisis ANOVA susut masak atau *cooking loss* mi kering dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil analisis data nilai susut masak mi kering antar sublevel menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig.=0.000). Susut masak mi kering dalam berbagai konsentrasi penambahan *Spirulina* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik susut masak mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 6 menunjukkan nilai susut masak terendah yaitu 5,65% pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina* dan nilai susut masak tertinggi yaitu 13,65% pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina*. Menurut Murdiati *et al.* (2015), susut masak maksimal pada mi yang dipersyaratkan adalah 10%. Semakin rendah nilai susut masak maka semakin sedikit jumlah padatan yang hilang atau keluar dari mi kering selama proses perebusan, sehingga mi kualitas baik adalah mi dengan nilai susut masak yang rendah (Krissetiana *et al.*, 2017).



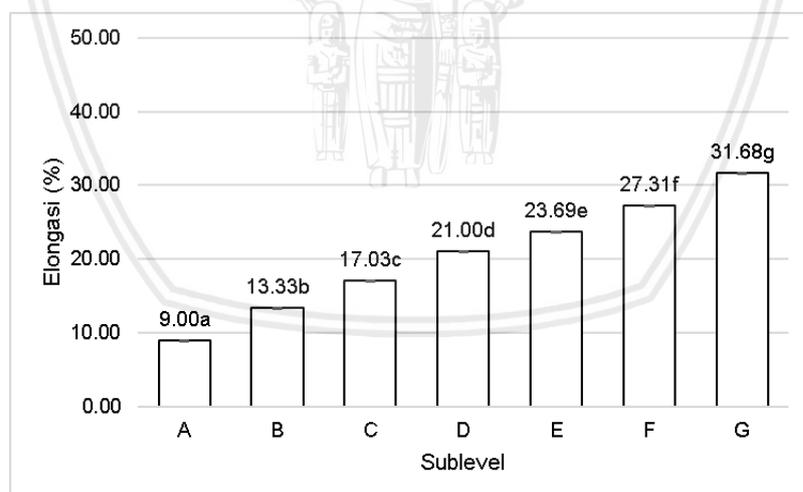
Gambar 7. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap susut masak mi kering

Kurva regresi pada Gambar 7 menunjukkan pengaruh negatif penambahan *Spirulina* terhadap susut masak mi kering sebesar 90,41%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka susut masak mi kering akan menurun sebesar 1,23%. Semakin rendah nilai susut masak menunjukkan tingkat homogenitas yang baik dari struktur adonan (Swinkels, 1985). Penurunan nilai susut masak seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering disebabkan karena interaksi antara protein dengan pati. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Duda *et al.* (2019) dimana penambahan protein pada pasta dapat menurunkan nilai susut masak.

Spirulina memiliki kandungan protein yang sangat tinggi yaitu 50,78% berdasarkan hasil penelitian. Menurut Widiatmoko dan Estiasih (2015), semakin tinggi protein menyebabkan meningkatnya kemampuan untuk membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat menghambat keluarnya isi granula pati. Li *et al.* (2018) juga menyebutkan bahwa nilai susut masak berbanding terbalik dengan kadar protein dan gluten. Semakin tinggi kadar protein, semakin rendah susut masak.

4.4.2 Elongasi

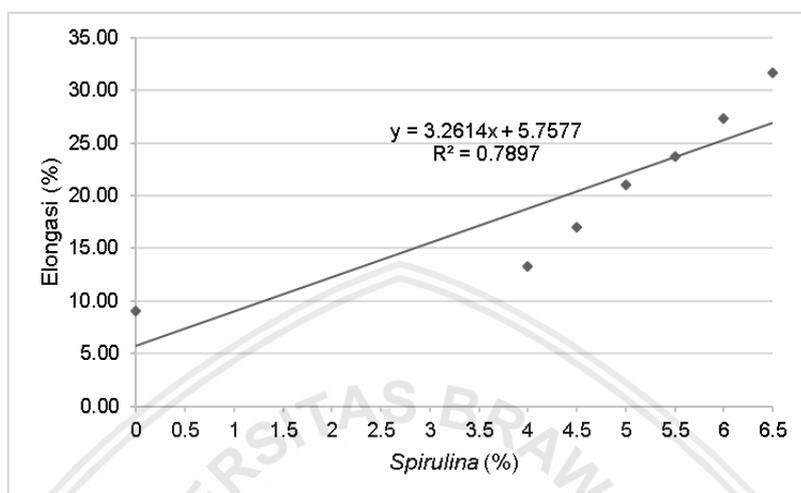
Data hasil analisis ANOVA elongasi mi kering dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil analisis data nilai elongasi mi kering antar sublevel menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig.=0,000). Nilai elongasi mi kering dalam berbagai konsentrasi penambahan *Spirulina* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik elongasi mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 9 menunjukkan nilai elongasi tertinggi yaitu 31,68% pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina* dan nilai elongasi terendah yaitu 9% pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina*. Grafik juga menunjukkan

peningkatan nilai elongasi seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering.



Gambar 9. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap elongasi mi kering

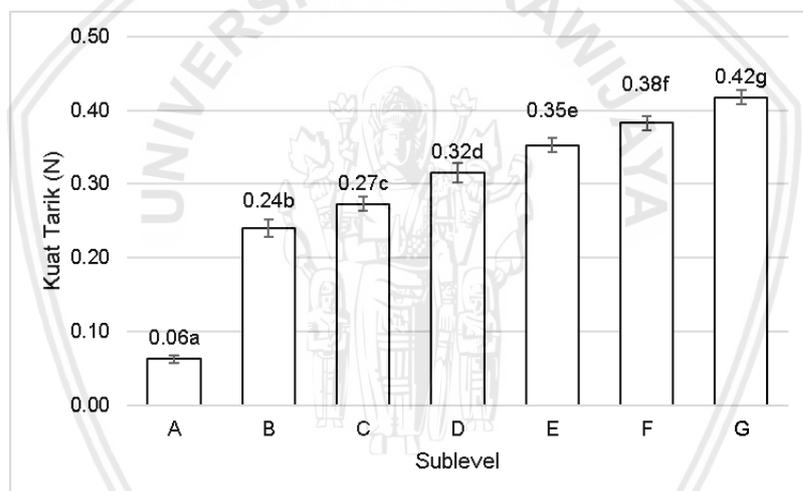
Kurva regresi pada Gambar 9 menunjukkan pengaruh positif penambahan *Spirulina* terhadap elongasi mi kering sebesar 78,97%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka susut masak mi kering akan meningkat sebesar 3,26%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Herawati *et al.* (2017). Penambahan *Spirulina* dapat meningkatkan nilai elongasi pada mi karena kadar protein yang tinggi pada *Spirulina*. Mi menurut Agustini *et al.* (2017) elongasi dipengaruhi oleh kadar protein. Pengikatan air oleh protein dalam gluten memberikan sifat elastis adonan namun terlalu banyak air akan mengakibatkan adonan lembek demikian pula bila air terlalu sedikit memberikan adonan sedikit kekuatan kohesifnya (Husniati *et al.*, 2015).

Persen elongasi menunjukkan pertambahan panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum putus. Semakin besar nilai elongasi berarti mi semakin elastis atau tidak mudah putus. Mi kualitas baik adalah mi dengan nilai

elongasi yang tinggi (Krissetiana *et al.*, 2017). Elongasi mi dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan, bahan yang ditambahkan dan proses menguleni.

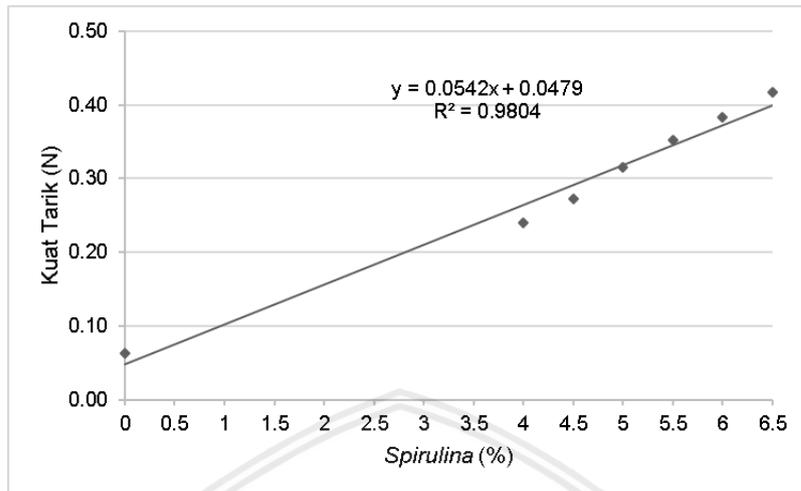
4.4.3 Kuat Tarik

Data hasil analisis ANOVA kuat tarik mi kering dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil analisis data nilai kuat tarik mi kering antar sublevel menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig.=0,000). Nilai kuat tarik mi kering dalam berbagai konsentrasi penambahan *Spirulina* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik kuat tarik mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 10 menunjukkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 0,42 N pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina* dan nilai kuat tarik terendah yaitu 0,06 N pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina*. Grafik juga menunjukkan peningkatan nilai kuat tarik seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Herawati *et al.* (2017) yang menunjukkan peningkatan nilai kuat tarik karena struktur adonan makin kompak.



Gambar 11. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap kuat tarik mi kering

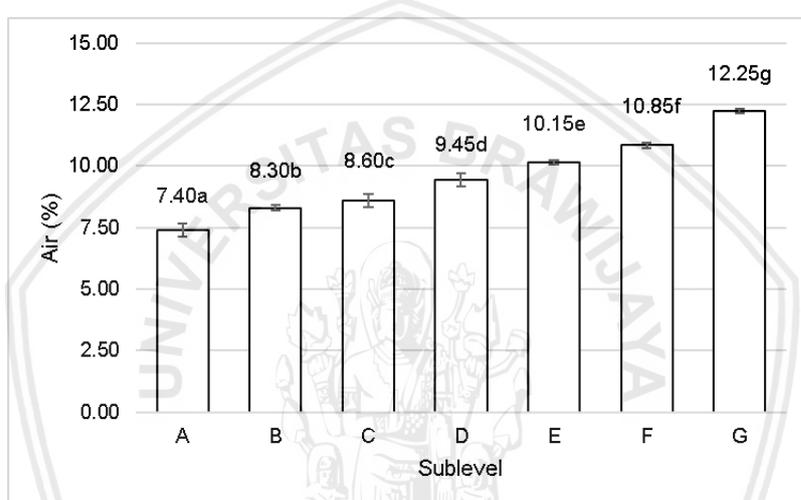
Kurva regresi pada Gambar 11 menunjukkan pengaruh positif penambahan *Spirulina* terhadap kuat tarik mi kering. Pengaruh *Spirulina* terhadap kuat tarik adalah sebesar 99,04%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka kuat tarik mi kering akan meningkat sebesar 0,05 N. Nilai kuat tarik menunjukkan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan mi masak pada saat diberi perlakuan mekanis berupa tarikan. Kuat tarik dan elongasi adalah sifat fisika yang penting pada mi. Kualitas mi yang diinginkan konsumen adalah yang memiliki kuat tarik yang tinggi. Kuat tarik dan elongasi memiliki korelasi yang berbanding lurus. Semakin rapat struktur pada mi, kuat tarik dan elongasi akan meningkat dan semakin sulit untuk diputus (Herawati *et al.*, 2017).

4.5 Analisis Kimia

Hasil pengujian kimia dengan parameter kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat dan kadar serat pangan sebagai berikut.

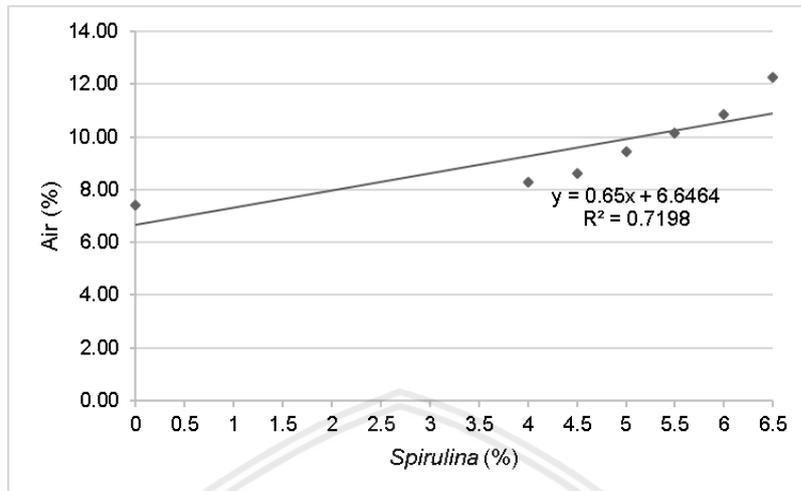
4.5.1 Kadar Air

Data hasil analisis ANOVA kadar air mi kering dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil analisis data menunjukkan penambahan konsentrasi *Spirulina* menyebabkan perbedaan signifikan terhadap kadar air mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar air mi kering dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik kadar air mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 12 menunjukkan kadar air terendah yaitu 7,4% pada mi kering yang tidak difortifikasi *Spirulina* dan kadar air tertinggi yaitu 12,25% pada mi kering yang difortifikasi dengan 6,5% *Spirulina*. Grafik juga menunjukkan kenaikan kadar air seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering.



Gambar 13. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap kadar air mi kering

Kurva regresi pada Gambar 13 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar air mi kering. Pengaruh *Spirulina* terhadap kadar air adalah sebesar 71,98%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka kadar air mi kering akan meningkat sebesar 0,65%. Peningkatan kadar air ini dikarenakan sesuai sifat *Spirulina* yang cenderung meresap air (higroskopis). Li *et al.* (2018) juga menyebutkan bahwa keberadaan bahan bukan larutan seperti gluten, protein, pati dan senyawa makromolekul lain yang dikenal sebagai pengikat air atau *deep binding water*.

Molekul pati terutama fraksi amilosa dan amilopektin yang saling berikatan, baik dengan protein maupun antar sesamanya melalui ikatan hidrogen akan mengembang dan disertai dengan pelemahan kekuatan ikatan hidrogen saat pemanasan. Molekul air masuk di antara molekul protein dan pati, dan pada saat didinginkan terjadi lagi penguatan ikatan hidrogen, tetapi bukan hanya terjadi antar molekul pati atau protein melainkan juga dengan melibatkan molekul air sebagai jembatan ikatan hidrogen. Demikian semakin banyaknya *Spirulina* yang ditambahkan akan semakin banyak tersedia zat yang memungkinkan

terjadinya ikatan hidrogen dan juga berakibat peningkatan jumlah air yang dapat ditahan oleh mi (Riyadi, 2006).

Selain disebabkan karena protein, menurut Saragih *et al.* (2010) kandungan serat pada bahan pangan bersinergi dengan kadar air. Makin tinggi kandungan serat, makin tinggi pula kadar air yang terkandung di dalam mi. Hal ini dikarenakan serat mampu mengikat air sehingga kadar air yang terkandung di dalam mi meningkat.

4.5.2 Kadar Protein

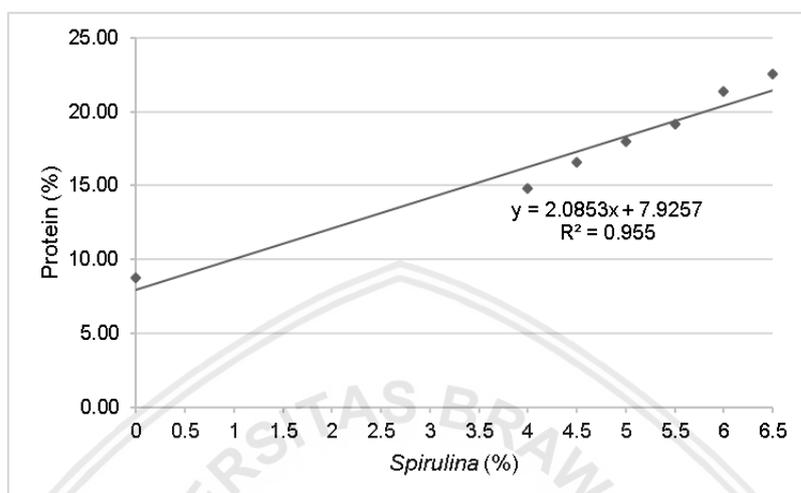
Data hasil analisis ANOVA kadar protein mi kering dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil analisis data kadar protein mi kering pada sublevel menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar protein mi kering dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 14. Grafik kadar protein mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 14 menunjukkan kadar protein tertinggi yaitu 22,56% pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina* dan kadar protein terendah yaitu 8,78% pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina*. Kandungan protein pada

mi kering yang difortifikasi dengan *Spirulina* berdasarkan SNI termasuk mi kering tipe I karena kadar protein di atas 11%.

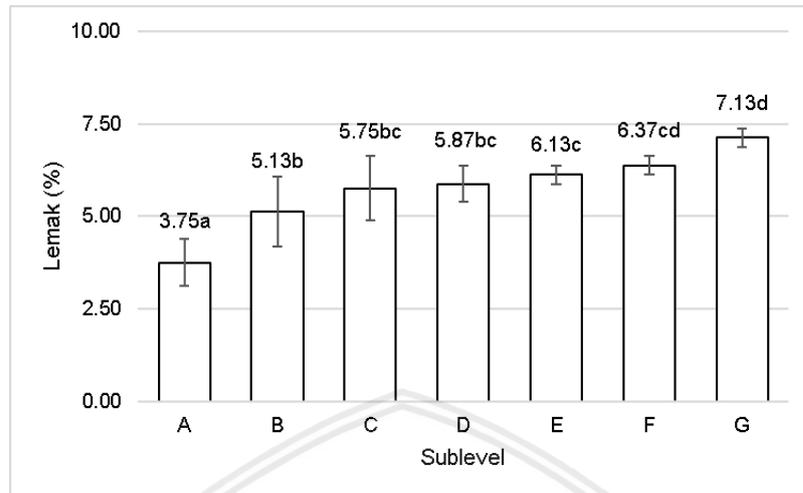


Gambar 15. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap kadar protein mi kering

Kurva regresi pada Gambar 15 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar protein mi kering. Pengaruh *Spirulina* terhadap kadar protein adalah sebesar 95,5%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka kadar protein mi kering akan meningkat sebesar 2,09%. Hal ini karena pengaruh dari kadar protein *Spirulina* kering yang tinggi. Protein untuk pembuatan mi harus dalam jumlah yang tinggi supaya mi menjadi elastis dan bagus (Widiatmoko dan Estiasih, 2015).

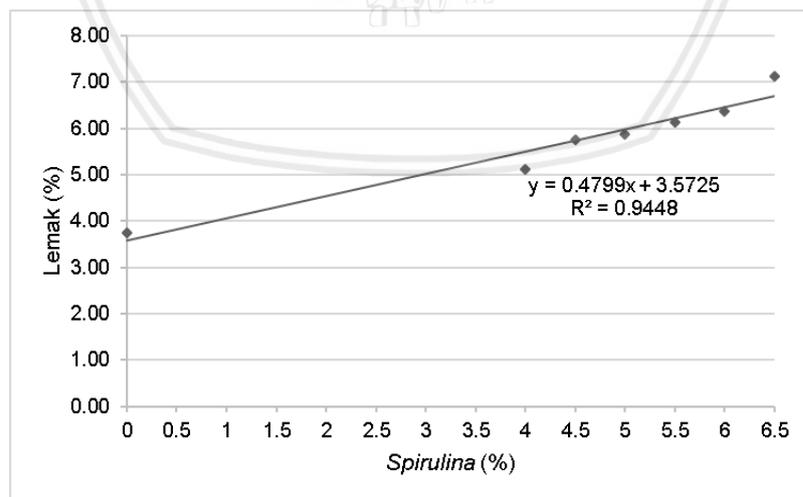
4.5.3 Kadar Lemak

Data hasil analisis ANOVA kadar lemak mi kering dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil analisis data menunjukkan perbedaan penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda signifikan terhadap kadar lemak mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar lemak mi kering dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik kadar lemak mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 16 menunjukkan kadar lemak tertinggi yaitu 7,13% pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina* dan kadar lemak terendah yaitu 3,75% pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina*. Terjadi peningkatan kadar lemak seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Hal ini karena *Spirulina* memiliki kandungan lemak yang dapat menambah kadar lemak pada mi kering.

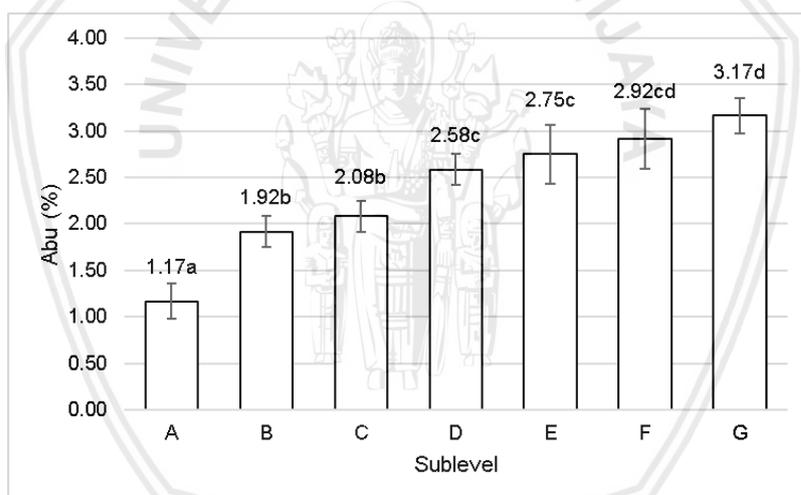


Gambar 17. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap kadar lemak mi kering

Kurva regresi pada Gambar 17 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar lemak mi kering. Pengaruh *Spirulina* terhadap kadar lemak adalah sebesar 94,48%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka kadar lemak mi kering akan meningkat sebesar 0,48%.

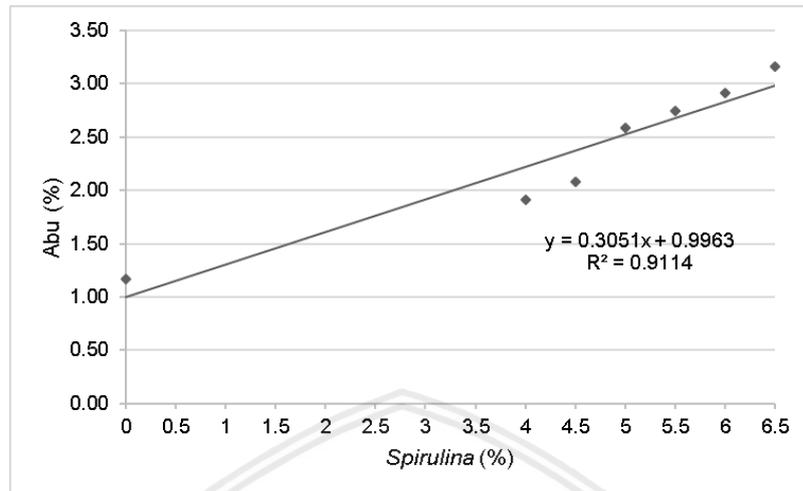
4.5.4 Kadar Abu

Data hasil analisis ANOVA kadar abu mi kering dapat dilihat pada Lampiran 12. Hasil analisis data kadar abu mi kering pada sublevel menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar abu mi kering dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik kadar abu mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 18 menunjukkan kadar abu tertinggi yaitu 3,17% pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina* dan kadar abu terendah yaitu 1,17% pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina*. Grafik pada gambar juga menunjukkan peningkatan kadar abu seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering.

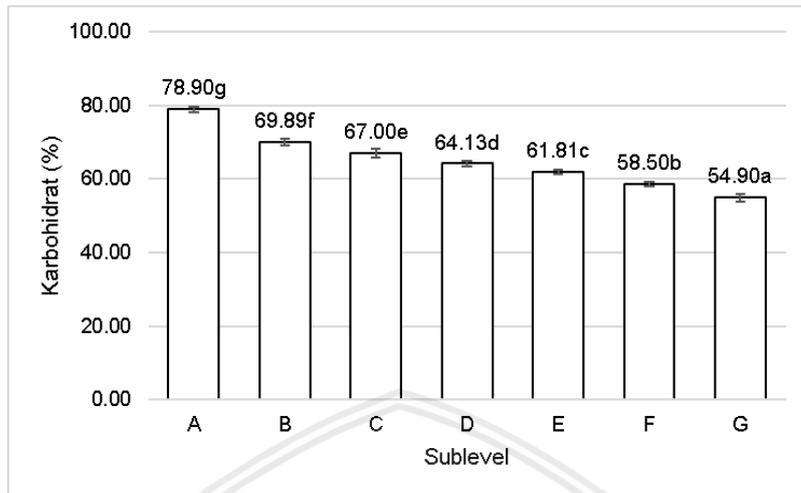


Gambar 19. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap kadar abumi kering

Kurva regresi pada Gambar 19 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar abu mi kering. Pengaruh *Spirulina* terhadap kadar abu adalah sebesar 91,14%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka kadar abu mi kering akan meningkat sebesar 0,3%. Kadar abu menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan. Henrikson (2009) menyatakan bahwa *Spirulina* mengandung mineral. Mineral yang terkandung dalam *Spirulina* antara lain kalsium, besi, magnesium, sodium, potasium, fosfor, seng, mangan, tembaga, dan krom.

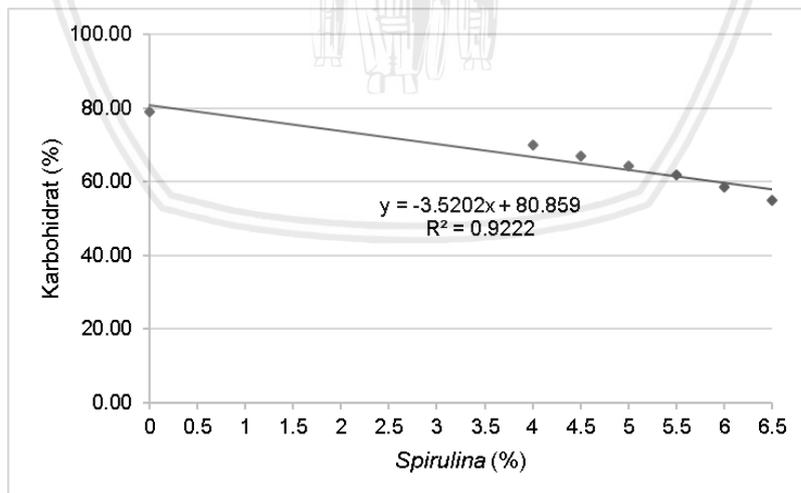
4.5.5 Kadar Karbohidrat

Data hasil analisis ANOVA kadar karbohidrat mi kering dapat dilihat pada Lampiran 13. Hasil analisis data menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kadar karbohidrat mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar karbohidrat mi kering dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik kadar karbohidrat mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 20 menunjukkan kadar karbohidrat tertinggi yaitu 78,9% pada mi kering yang tidak difortifikasi dengan *Spirulina* dan kadar karbohidrat terendah yaitu 54,9% pada mi kering yang difortifikasi 6,5% *Spirulina*. Grafik pada gambar juga menunjukkan penurunan kadar karbohidrat seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering.



Gambar 21. Kurva regresi pengaruh konsentrasi *Spirulina* terhadap kadar karbohidrat mi kering

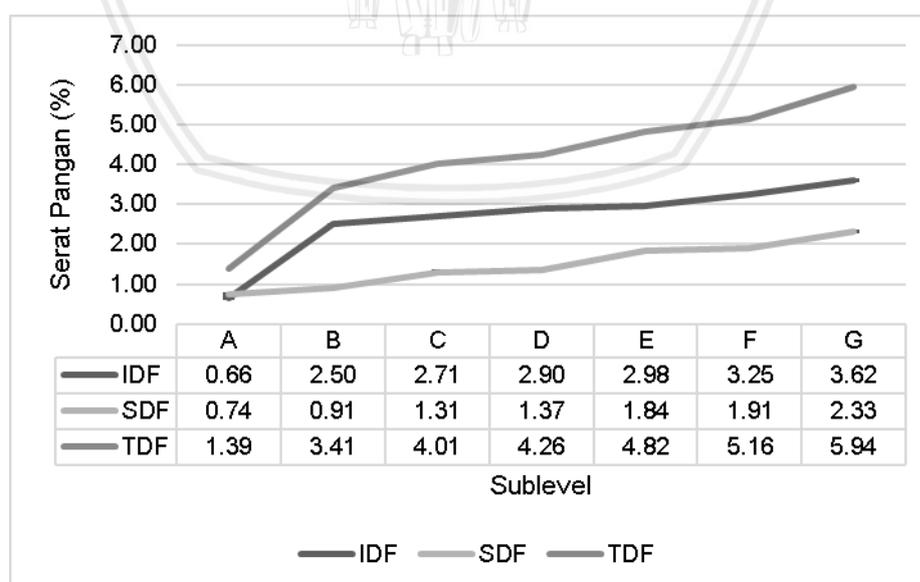
Kurva regresi pada Gambar 21 menunjukkan pengaruh negatif terhadap kadar karbohidrat mi kering. Pengaruh *Spirulina* terhadap kadar karbohidrat

adalah sebesar 92,22%. Setiap penambahan 1% *Spirulina* maka kadar karbohidrat mi kering akan menurun sebesar 3,52%.

Kadar karbohidrat pada mi kering yang dihitung secara *by difference* dipengaruhi oleh komponen nutrisi lain yaitu protein, lemak, air dan abu. Menurut Wulandari *et al.* (2016), semakin tinggi komponen nutrisi lain maka kadar karbohidrat semakin rendah dan sebaliknya apabila komponen nutrisi lain semakin rendah maka kadar karbohidrat semakin tinggi. Karbohidrat menjadi sumber kalori utama yang berperan dalam menentukan sifat bahan makanan seperti warna, rasa dan tekstur.

4.5.6 Kadar Serat Pangan

Kadar serat pangan yang diuji dalam penelitian ini meliputi serat pangan tak larut atau *insoluble dietary fiber* (IDF), serat pangan larut atau *soluble dietary fiber* (SDF) dan serat pangan total atau *total dietary fiber* (TDF). Kandungan serat pangan pada mi dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik kadar IDF, SDF dan TDF mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Mi kering yang difortifikasi *Spirulina* mengandung serat pangan larut, serat pangan tak larut dan total serat pangan yang tertinggi dibandingkan mi kering kontrol. Kandungan serat meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Mi kering dengan serat pangan tertinggi adalah yang ditambahkan 6,5% *Spirulina* dengan SDF 2,33% dan IDF 3,62%, sehingga total serat pangan adalah 5,44%. Sedangkan mi kering dengan serat pangan terendah adalah mi kering tanpa penambahan *Spirulina* dengan SDF 0,74% dan IDF 0,66%, sehingga total serat pangan adalah 1,39%.

The original Dietary Fibre menyebutkan bahwa berdasarkan jumlahnya, bahan pangan terbagi menjadi tiga bagian, yaitu: sumber serat, sedikitnya mengandung 3%; sumber serat tinggi, mengandung DF sebesar 4-6%; dan sumber serat sangat tinggi, mengandung lebih dari 6%. Berdasarkan penggolongan tersebut, mi kering yang difortifikasi *Spirulina* termasuk ke dalam sumber serat tinggi karena mengandung total serat lebih dari 4% pada penambahan *Spirulina* 4,5%; 5%; 5,5%; 6% dan 6,5%.

Kandungan gula total *Spirulina* dengan media budidaya air laut lebih rendah dibandingkan dengan media air tawar. Komponen karbohidrat dalam *S. platensis* berupa glukosa, rhamnosa, manosa, xylosa dan galaktosa. Pada fraksi polisakarida larut asam ditemukan sebanyak 97% glukosa dan 0,4% sulfat sedangkan pada fraksi polisakarida yang larut dalam air terutama mengandung rhamnose. Fraksi polisakarida larut asam tersebut merupakan glukukan yang termasuk ke dalam serat pangan (Enkantari *et al.*, 2017).

Belay (2008) menyebutkan bahwa 43% komponen karbohidrat dalam *Spirulina* merupakan serat pangan. Hasil uji menunjukkan proporsi serat pangan yang terbanyak dari *Spirulina* adalah serat pangan tak larut. *Spirulina*

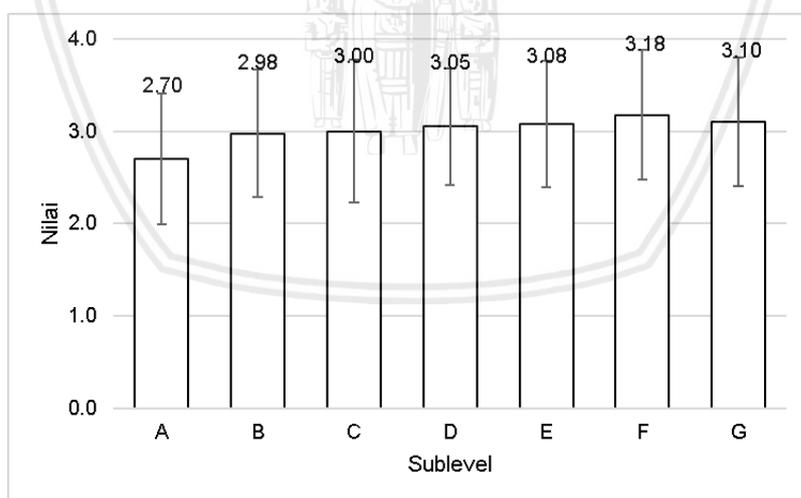
mengandung hemiselulosa dan pektin. Sing *et al.* (2015) menyebutkan bahwa penambahan *Spirulina* 7% dalam biskuit dapat meningkatkan serta pangan sebesar 2,3%.

4.6 Analisis Organoleptik

Analisis organoleptik mi kering yang difortifikasi *Spirulina* adalah sebagai berikut.

4.6.1 Penampakan

Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter penampakan mi kering dapat dilihat pada Lampiran 15. Hasil analisis data menunjukkan bahwa perbedaan nilai hedonik parameter penampakan mi kering terhadap sublevel tidak signifikan (Sig.=0,095). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik penampakan mi kering dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik nilai hedonik penampakan mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

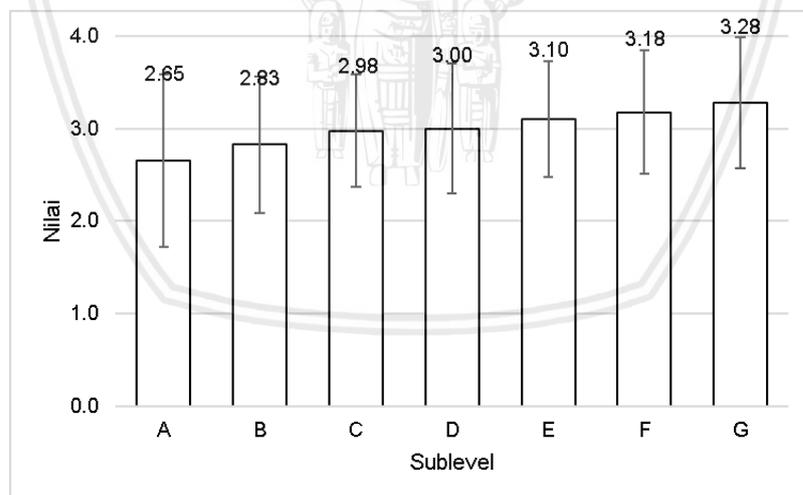
Gambar 23 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang ditambahkan 6% *Spirulina* (3,18), sedangkan nilai terendah pada mi kering tanpa penambahan *Spirulina* yaitu (2,7). Penilaian panelis terhadap

penampakan mi kering semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi *Spirulina* hingga 6% namun menurun 0,08 pada konsentrasi 6,5%.

Penampakan mi terkait dengan bentuk mi kering matang yang dilihat oleh panelis. Bentuk mi kering matang yang dihasilkan simetris dan permukaannya halus. Namun, pada mi kering matang tanpa penambahan *Spirulina* permukaannya tampak kurang merata sehingga kurang disukai oleh panelis.

4.6.2 Tekstur

Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter tekstur mi kering dapat dilihat pada Lampiran 16. Hasil analisis data nilai hedonik parameter tekstur mi kering pada sublevel menunjukkan perbedaan signifikan (Sig.=0,009). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik tekstur mi kering dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Grafik nilai hedonik tekstur mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 24 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang ditambahkan 6,5% *Spirulina* (3,28), sedangkan nilai terendah pada mi kering tanpa penambahan *Spirulina* (2,7). Penilaian panelis terhadap tekstur mi kering semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi *Spirulina*. Hal ini

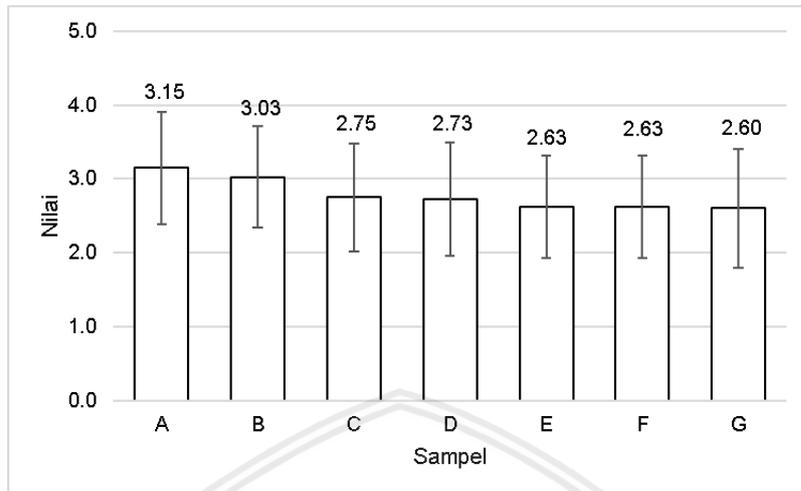
karena tekstur mi yang tidak difortifikasi *Spirulina* cenderung lebih lembek dibandingkan dengan yang difortifikasi. Tekstur mi yang difortifikasi *Spirulina* lebih kenyal dan kompak.

Spirulina kering yang ditambahkan memiliki kadar air yang sangat rendah. Hal ini menyebabkan air yang terdapat dalam mi tertarik oleh *Spirulina* sehingga tekstur mi yang dihasilkan menjadi lebih kenyal. Tekstur mi sangat dipengaruhi oleh jaringan protein. Hal ini karena kandungan protein membantu proses gelatinisasi. Menurut Kusnandi *et al.* (2012), proses gelatinisasi melibatkan pengikatan air oleh jaringan yang dibentuk rantai molekul pati dan protein.

Tekstur pada mi ditentukan oleh kadar air, lemak, karbohidrat, serat dan protein yang menyusunnya serta dipengaruhi oleh komponen bahan yang digunakan. Putih telur menghasilkan lapisan tipis dan kuat pada permukaan mi yang menyebabkan mi tidak mudah patah. Kandungan lesitin pada kuning telur sebagai pengemulsi yang baik (Abidin *et al.*, 2013). Selain komponen bahan, proses pendiaman adonan dan pencetakan lembaran menghasilkan mi dengan tekstur yang lembut.

4.6.3 Aroma

Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter aroma mi kering dapat dilihat pada Lampiran 17. Hasil analisis data nilai hedonik parameter aroma mi kering pada sublevel menunjukkan perbedaan signifikan (Sig.=0,006). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik aroma mi kering dapat dilihat pada Gambar 25.



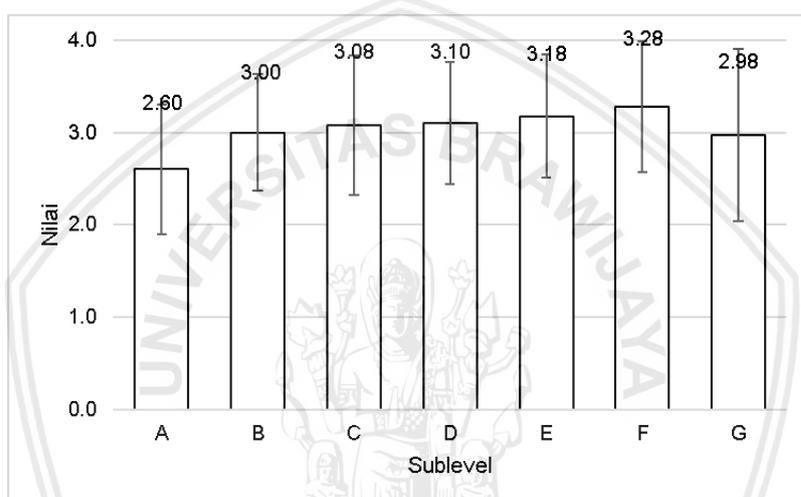
Gambar 25. Grafik nilai hedonik aroma mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 25 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang tidak ditambahkan *Spirulina* (3,15), sedangkan nilai terendah pada mi kering tanpa penambahan 6,5% *Spirulina* (2,6). Penilaian panelis terhadap aroma mi kering semakin menurun seiring penambahan konsentrasi *Spirulina*. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan, mi kering masak semakin beraroma amis. Aroma suatu bahan menurut Wulandari *et al.* (2016) berasal dari sifat alami bahan tersebut dan ada yang berasal dari berbagai macam campuran bahan penyusunnya. Umumnya panelis akan menyukai bahan pangan jika tidak menyimpang dari normal (Rumapar, 2015).

Aroma alamiah *Spirulina* cenderung seperti bau rumput laut dengan sedikit aroma amis. Perbedaan aroma disebabkan oleh media budidaya yang digunakan. Aroma amis pada budidaya dengan air laut distimulir oleh adanya garam mineral. Agüero *et al.* (2003) mengidentifikasi sebanyak 54 senyawa volatil dalam *Spirulina* dan menemukan sebanyak 23 senyawa karbonil yang volatil, diantaranya adalah heptanal dan beberapa keton aromatic yang menyebabkan *off-flavor*.

4.6.4 Rasa

Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter rasa mi kering dapat dilihat pada Lampiran 18. Hasil analisis data nilai hedonik parameter rasa mi kering pada sublevel menunjukkan perbedaan signifikan (Sig.=0,001). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik rasa mi kering dapat dilihat pada Gambar 26.

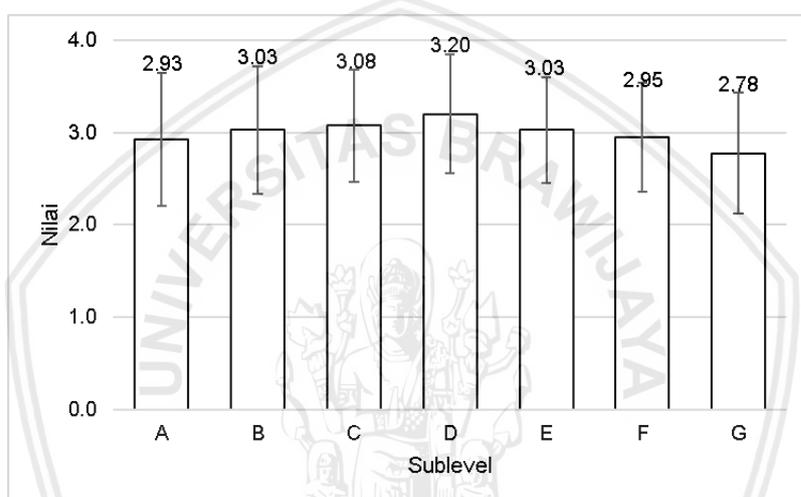


Gambar 26. Grafik nilai hedonik rasa mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

Gambar 26 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang tidak ditambahkan 6% *Spirulina* (3,28), sedangkan nilai terendah pada mi kering tanpa penambahan *Spirulina* (2,6). Penilaian panelis terhadap rasa mi kering semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi *Spirulina* hingga 6% dan menurun pada konsentrasi 6,5%. Peningkatan penilaian panelis ini dapat terjadi karena seiring meningkatnya konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan, rasa dari mi kering matang semakin kaya dan lebih asin. Menurut Wulandari *et al.* (2016) kandungan lemak dan protein dalam adonan dapat memperkaya rasa sehingga membantu meningkatkan rasa produk.

4.6.5 Warna

Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter warna mi kering dapat dilihat pada Lampiran 19. Hasil analisis data nilai hedonik parameter warna mi kering pada sublevel menunjukkan tidak berbeda secara signifikan (Sig.=0,153). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik warna mi kering dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Grafik nilai hedonik warna mi kering fortifikasi *Spirulina* pada konsentrasi berbeda

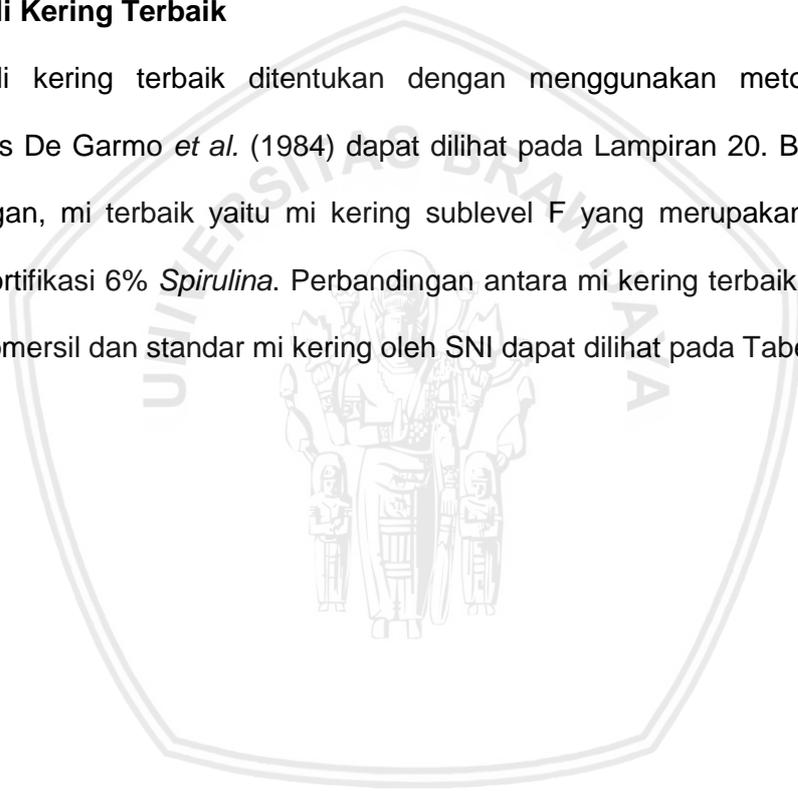
Gambar 27 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang tidak ditambahkan 5% *Spirulina* (3,2), sedangkan nilai terendah pada mi kering dengan penambahan 6,5% *Spirulina* (2,78). Penilaian panelis terhadap rasa mi kering semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi *Spirulina* hingga 5% dan menurun pada konsentrasi 5,5% hingga 6,5%. Peningkatan penilaian panelis ini dapat terjadi karena panelis menyukai warna hijau cerah pada mi kering namun menurun pada konsentrasi lebih dari 5% karena warna mi kering mulai semakin gelap dan tidak cerah.

Spirulina mengandung protein tinggi yang dapat mengurangi tingkat kecerahan pada mi. Semakin tinggi konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan

menyebabkan warna mi menjadi hijau pekat dan tidak cerah karena pigmen alaminya. Fu (2008) menyatakan bahwa penambahan *Spirulina* lebih dari 5% menyebabkan warna mi menjadi berwarna hijau gelap. Proses perebusan dapat mengurangi pigmen sehingga warna mi akan lebih cerah setelah direbus (Abidin *et al.*, 2013).

4.7 Mi Kering Terbaik

Mi kering terbaik ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektivitas De Garmo *et al.* (1984) dapat dilihat pada Lampiran 20. Berdasarkan perhitungan, mi terbaik yaitu mi kering sublevel F yang merupakan mi kering yang difortifikasi 6% *Spirulina*. Perbandingan antara mi kering terbaik dengan mi kering komersil dan standar mi kering oleh SNI dapat dilihat pada Tabel 9.



Tabel 9. Perbandingan mi kering terbaik

| Parameter | Mi Kering Fortifikasi 6% Spirulina | SNI Mi Kering | Mi Kering Komersil** |
|------------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------|
| Kadar Air (%) | 10,85 | Maks. 10 | 8 |
| Kadar Protein (%) | 21,36 | Min. 8 | 9,09 |
| Kadar Lemak (%) | 6,38 | - | 5,1 |
| Kadar Abu (%) | 2,92 | - | 2,23 |
| Kadar Karbohidrat (%) | 58,5 | - | 75,58 |
| Kadar Total Serat Pangan (%) | 5,16 | - | 1,74 |
| Susut Masak (%) | 6,25 | - | 8,00 |
| Kuat Tarik (N) | 0,17 | - | 0,20 |
| Elongasi (%) | 27,31 | - | 30,00 |
| Penampakan | 3,18 | Normal | 3,12 |
| Tekstur | 3,18 | Normal | 3,08 |
| Aroma | 2,63 | Normal | 3,24 |
| Rasa | 3,28 | Normal | 2,92 |
| Warna | 2,95 | Normal | 3,12 |

Keterangan : (*) SNI 8217, 2015

(**) Informasi nilai gizi mi kering komersil

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah penambahan *Spirulina* dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap sifat fisika, kimia dan organoleptik mi kering. Mi kering terbaik adalah yang difortifikasi dengan 6% *Spirulina* dengan sifat fisika yaitu susut masak yaitu 6,25%, kuat tarik yaitu 0,38 N, elongasi yaitu 27,31%. Sifat kimia yaitu kadar air sebesar 10,85%; kadar protein yaitu 21,36%; kadar lemak yaitu 6,38%; kadar abu yaitu 2,92%; kadar karbohidrat yaitu 58,5%; kadar total serat pangan yaitu 5,16%. Sifat organoleptik didapatkan nilai penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna secara urut yaitu 3,18; 3,18; 2,63; 3,28 dan 2,95 dengan nilai organoleptik maksimal 4.

5.2 Saran

Saran untuk peneliti dalam bidang sejenis yang ingin melakukan penelitian lanjutan yaitu dapat melakukan pengujian kualitas protein pada mi kering yang difortifikasi *Spirulina*. Penambahan konsentrasi *Spirulina* masih memungkinkan untuk meningkatkan nilai gizi mi kering, namun perlu mereduksi aroma dan rasa asli *Spirulina* menggunakan penambahan bahan rempah atau dengan teknologi enkapsulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aalto, T., M. Letonen dan P. Varo. 1988. Dietary fiber content of barley grown in Finland. *Cereal Chem.* **65**(4): 284-286.
- Abdel-mawla, E. dan M. Transport. 2018. Production and evaluation crackers and instant noodles supplement with spirulina algae. *Current Science International.* **6**(4): 908-919.
- Abidin, A. Z., C. Devi dan Adeline. 2013. Development of wet noodles based on cassava flour. *J. Eng. Technol. Sci.* **45**(1): 97–111.
- Adam, M. 2005. *Superfood for optimum health: Chlorella and Spirulina*. Truth Publishing International, Ltd. New York.
- Aguero, J., J. Lora, K. Estrada, F. Concepcion, A. Nunez, A. Rodrigiez dan J. A Pino. 2003. Volatile components of a commercial sample of the blue green algae *Spirulina platensis*. *Journal of Essential Oil Research.* **15**(2): 114-117.
- Agusman, S. N. K., Apriani, dan Murdinah. 2014. Penggunaan tepung rumput laut *Eucheuma cottonii* pada pembuatan beras analog dari tepung *modified cassava flour* (MOCAF). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan.* **9**(1): 1–10.
- Agustini, T. W., W. F. Ma'ruf, Widayat, B. A. Wibowo dan Hadiyanto. 2017. Study on the effect of different concentration of *Spirulina platensis* paste added into dried noodle to its quality characteristics. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* **55**: 1-9.
- Aliya, L. S., Y. Rahmi dan S. Soeharto. 2016. Mi “mocaflé” peningkatan kadar gizi mi kering berbasis pangan lokal fungsional. *Indonesian Journal of Human Nutrition.* **3**(1): 32–41.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists*. Washington D.C.
- Asp NG, Johansson CG, Hallmer H, Siljestroem M. 1983. Rapid enzymic assay of insoluble and antioxidant activities of plant from Northeast of Mexico. *Journal of Agricultural Food and Chemistry.* **31**(3): 476-482.
- Astawan, M. 2008. *Membuat Mi dan Bihun*. Niaga Swadaya. Depok.
- Astawan, M dan T. Wresiyati. 2004. *Diet Sehat dengan Makanan Berserat*. Tiga Serangkai. Solo.
- Bahlol, H. E.M., O. M. Morsy, A. M. Sharoba, E. M. Abd El Marwa. 2014. Production and evaluation of extruded food products by using



- spirulina algae *Annals of Agric . Sci.* **54**(2): 329-342.
- Bangun, A. P. 2003. *Vegetarian: Pola Hidup Sehat Berpantang Daging*. Agromedia Pustaka.
- Becker, E. W. 2007. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances.* **25**(2): 207-210.
- Belay, A. 2008. *Spirulina (Arthrospira): Production and Quality Assurance. Spirulina in Human*. CRC Press.
- Beynum dan Roels. 1985. *Starch Conversion Technology*. Marcell Dekker Inc. Newyork and Basel.
- Chacón-Lee, T. L. dan G. E. González-Mariño. 2010. Microalgae for “Healthy” Foods-Possibilities and Challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* **9**(6): 655–675.
- Christwardana, M., M. M. A. Nur dan H. Hadiyanto. 2013. *Spirulina platensis: Potensinya sebagai bahan pangan fungsional. Aplikasi Teknologi Pangan.* **2**(1): 1–4.
- Codex. 2006. *Codex Standard for Noodles*.
- De Garmo, E.P.W.G. Sullivan dan J.R. Canada. 1984. *Engineering Economy*. The 7 th. Edition. Macmillan Publishing Comp. New York.
- De Oloveira, I.S., L.F.H. Lourenco., C.L Sousa., M. R. S. P. J. dan S. C. R. 2015. Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. *Food Kontrol.* **50**: 38–44.
- Dewi, E. N. 2011. Quality evaluation of dried noodle with seaweeds puree substitution. *Journal of Coastal Development.* **14**(2): 151–158.
- Duda, A., J. Adamczak, P. Chelminska, J. Juszkievicz, P. Kowalczewski. 2019. Quality and nutritional/textural properties of durum wheat pasta enriched with cricket powder. *MDPI.* **8**(46):1-10.
- Enkantari, N., Y. Marsono, Y. Pranoto dan E. Harmayani. 2017. Pengaruh media budidaya menggunakan air laut dan air tawar terhadap sifat kimia dan fungsional biomassa kering *Spirulina platensis*. *AGRITECH.* **32**(2): 173-182.
- Fasano, A. 2011. Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiol Rev.* **91**: 151-175.
- Firdaus, M., A. A. Jaziri, D. S. Sari, Yahya, A. A. Prihanto. 2019. Fortifikasi tepung *Eucheuma cottonii* pada pembuatan mi kering. *Indonesian Journal of Halal.* 109–116.

- Firdaus, M. dan Setijawati, D. 2014. The effect of *Lactobacillus acidophilus* microcapsule which encapsulated by kappa caragenan toward in vivo functional test. *RJLS*. **1**(1): 27–36.
- Fu, B. X. 2008. Asian noodles: history, classification, raw materials and processing. *Journal Food Research International*. **41**: 888-902.
- Gershwin, M. E. dan A. Belay. 2008. *Spirulina in Human Nutrition and Health*. Taylor & Francis Group, LLC. USA.
- Guiry, M.D. dan G. M Guiry. 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). *Arthrospira platensis* Gomont, 1892. Accessed through: World Register of Marine Species. Diakses di: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=213728> on 2019-04-27.
- Guiry, M.D. dan G. M. Guiry. 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). *Eucheuma spinosum* J.Agardh, 1852. Accessed through: World Register of Marine Species. Diakses di: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=381368> on 2019-04-27.
- Henrikson R. 2009. *Earth Food Spirulina*. Ed Ke-6. Ronore Interprise, Inc. Hawaii.
- Herawati, E. R. N., D. Ariani, Muftakhusolikah, E. Yosieto, M. Angwar dan Y. Pranoto. 2017. Sensory and textural characteristics of noodle made of ganyong flour (*Canna edulis* Kerr.) and Arenga Starch (*Arenga pinnata* Merr.). *ICONPROBIOS*. **101**: 1-6.
- Heymann, H. dan H. T. Lawless. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer. New York.
- Hou, G. dan M. Kruk. 1998. Asian Noodle. Technology. *Technical Bulletin*. **20**(12): 1–10.
- Husniati, S. Nurdjanah, R. Prakasa. 2015. Aplikasi gluen enkapsulasi pada proses pembuatan mie tapioka. *BIOPRAL INDUSTRI*. **6** (1): 29-36.
- Indrianti, N., E. Sholichah dan D. A. Darmajana. 2014. Proses pembuatan mi jagung dengan bahan baku tepung jagung 60 mesh dan teknik sheeting-slitting. *Pangan*. **23**(3): 256–266.
- Irianto. 2002. *Teknologi Pengolahan Hasil Perairan*. Jakarta : Universitas Terbuka Departemen Pendidikan Nasional

- Jaedun, A. 2011. *Metodologi Penelitian Eksperimen*. Makalah In Service 1. LPMP Yogyakarta
- Kamble, V., G. Bhuvaneshwari, S. L. Jagadeesh, V. M. Ganiger dan D. Terald. 2018. Development and evaluation of cooking properties of instant noodles incorporated with drumstick leaf powder and defatted soybean flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. **7**(2): 3642–3651.
- Koru, E. 2014. Earth Food Spirulina (Arthrospira): Production and Quality Standarts. *Food Additive*. 191–202.
- Krissetiana, H., S. Setyaningsih dan R. Sugiarto. 2017. Pengembangan proses dan produk mi singkong menggunakan mesin pengaduk dan pencetak mie, program ibM-2014. 1160-1166
- Kumoro, A. C., D. Johnny dan D. Alfilovita. 2016. Incorporation of microalgae and seaweed in instant fried wheat noodles manufacturing: Nutrition and culinary properties study. *International Food Research Journal*. **23**(2): 715–722.
- Kusnandi, D. C., V. P. Bintoro, A. N. Al-Baari. 2012. Daya ikat air, tingkat kekenyalan dan kadar protein pada bakso kombinasi daging sapi dan daging kelinci. **1**(2): 28–31.
- Li, L., N. Wang, S. Ma, S. Yang, X. Chen, Y. Ke dan X. Wang. 2018. Relationship of moisture status and quality characteristics of fresh wet noodles prepared from different grade wheat flours from flour milling streams. *Journal of Chemistry*. 1-8.
- Lu, H., X. Yang, Q. Li dan C. Wang. 2014. Component and simulation of the 4000-year-old noodles excavated from the archaeological site of Lajia in Qinghai, China. *Chin. Sci. Bull.* **59**(35): 5136-5152.
- Mahyuddin, K. 2010. *Panduan Lengkap Agribisnis Patin*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Meyer, M. E. 2016. *Spirulina Survival Food For A New Era*. Portugal.
- Milađius, K., M. Peeiukoniene dan R. Dadeliene. 2015. Effect of spirulina food supplement on blood morphological and biochemical composition in sportsmen. *Acta Medica Lituanica*. **11**(1): 47-51
- Mulyadi, A.F. dan S. Wijana. 2014. Studi pembuatan mi kering ubi jalar kuning (*Ipomoea Batatas*). *Seminar Nasional BKS PTN Barat*. 1186–1194.
- Murdiati, A., S. Anggrahini dan A. Alim. 2015. Peningkatan kandungan protein mi basah dari tapioka dengan substitusi tepung koro pedang putih (*Canavalia ensiformis L.*). **35**(3).

- Murtidjo, B. A. 2001. *Beberapa Metode Pengolahan Tepung Ikan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Navacchi, M. F. P., J. C. M. Carvalho, K. P. Takeuchi dan E. D. G. Danesi. 2012. Development of cassava cake enriched with its own bran and *Spirulina platensis*. *Acta Scientiarum Technology*. **34**(4): 465–472.
- Nicoletti, M. 2016. Microalgae Nutraceuticals. *Foods*. **5**(54): 1-13
- Nielsen, S. S. 2015. *Food Analysis Laboratory Manual*. Springer. USA
- Nollet, L. M. L. 2004. *Handbook of Food Analysis*. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Nugroho, E. dan E. Kusnendar. *Agribisnis Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Oliveira, E. G., G. S. Rosa, M. A. Moraes dan L. A. A. Pinto. 2009. Bioresource Technology Characterization of thin layer drying of *Spirulina platensis* utilizing perpendicular air flow. *Bioresource Technology*. **100**(3): 1297–1303.
- Ong, E. 2014. Accelerated shelf life evaluation of dried noodles made with fortified flour. *Flour Fortification Initiative*. **58**(5).
- Ozyurt, G., L. Ulsu., I. Yuvka., S. Gokdogan., G. Atci., B. Ak dan O. Isik. 2015. Evaluation of the cooking quality characteristics of pasta enriched with *Spirulina platensis*. *Journal of Food Quality*. **38**: 268–272.
- Pankyamma, V., J. Debbarma, B. M. Rao dan M. M. Prasad. 2017. Nutritional and physical characteristics of noodles incorporated with green seaweed (*Ulva reticulata*) and fish (*Pangasianodon hypophthalmus*) mince. *Indian Journal Fisheries*. 90-95.
- Patel, A., S. Mishra dan P. K. Ghosh. 2006. Antioxidant potential of C-phycoyanin isolated from cyanobacterial species. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*. **43**: 25–31.
- Pramana, Y. S., T. C. Sunarti dan Purwoko. 2018. Characterization of dietary fiber and sugar syrup as the products of cassava pulp conversion through acid and heat treatment. *EDUFORTECH*. **3**(2):66-73.
- Pulz, O. dan W. Gross. 2004. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **65**(6): 635–648.
- Purnamayati, L., E. N. Dewi dan R. A. Kurniasih. 2016. Physical characteristics of spirulina phycocyanin microcapsules using different concentration of coating materials. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. **9**(1): 1-8.

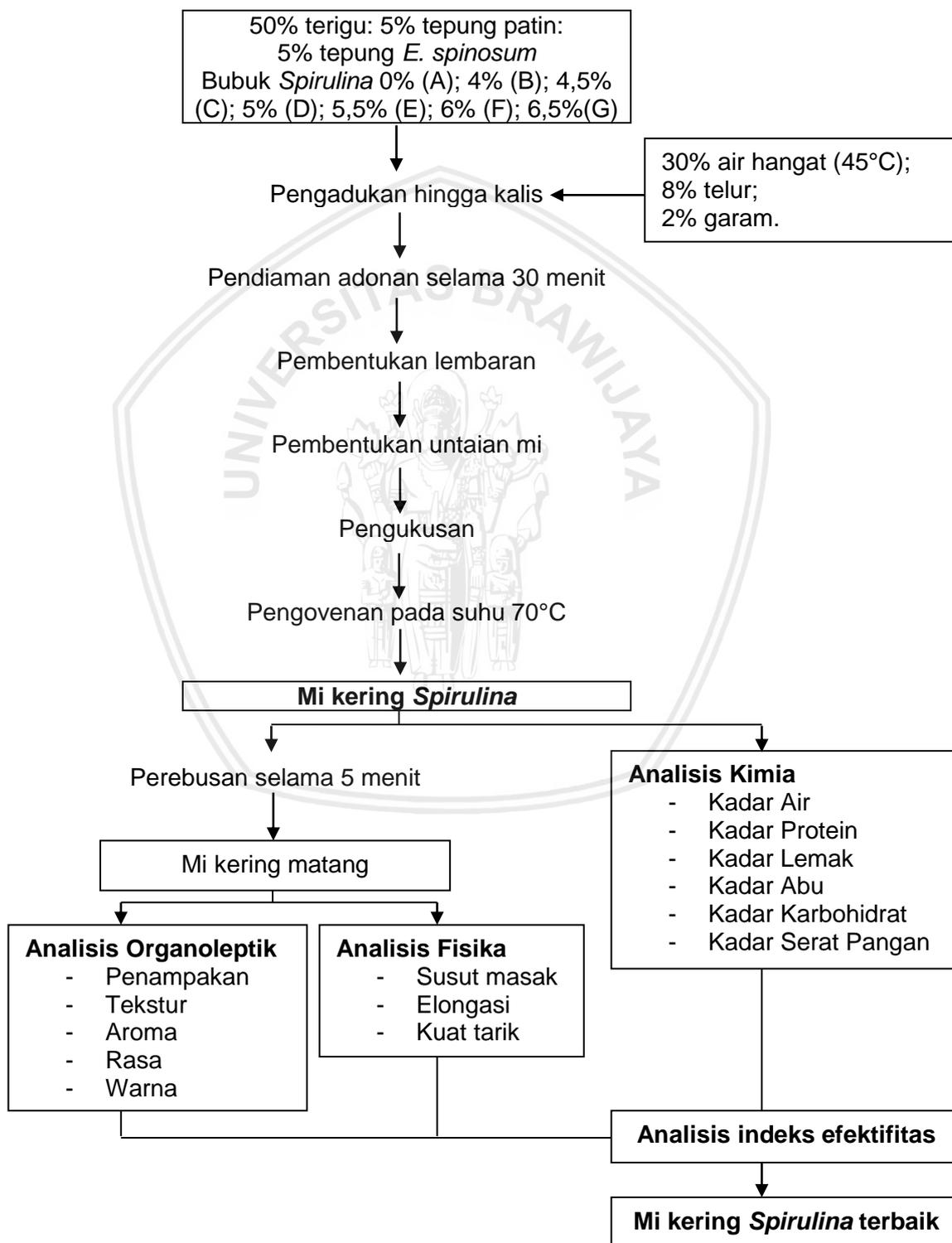
- Purnawijayanti. 2009. *Mi Sehat (Cara Pembuatan, Resep-Resep Olahan, dan Peluang Bisnis)*. Kanisius. Yogyakarta.
- Raja, R., A. Coelho, S. Hemaiswarya, P. Jumar, I. S. Carvalho, A. Alagarsamy. 2018. Application of microalgae paste and powder as food and feed: An update using text mining tool. *Journal of Basic and Applied Science*. **7**: 740-747.
- Riyadi, P. H. 2006. Pemanfaatan ikan beloso sebagai bahan baku pembuatan pasta ikan dengan penambahan. *Jurnal Saintek Perikanan*. **2**(1): 8–21.
- Robyt, J. F. 1998. *Essentials of Carbohydrate Chemistry*. Springer. New York.
- Rosalina, L., A. Suyanto dan M. Yusuf. 2018. Protein levels , elasticity , and hedonik quality of wet noodle with substitutes of canna's flour. *Jurnal Pangan dan Gizi*. **8**(1): 1–10.
- Rosell, C. M., Barro, F., Sousa, C. and Mena, M. C. 2014. Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection. *Journal of Cereal Science*. **59**(3): 354-364.
- Saragih, E. W., M. J. Sadsoeitoeboen dan F. Pattiselanno. 2010. The diet of spotted cuscus (*Spilocuscus maculatus*) in natural and captivity habitat. *BIOSCOENCE*. **2**(2): 78–83.
- Saravanamuthu, R. 2010. *Industrial Exploitation of Microorganisms*. International Publishing House, Ltd. New Delhi.
- Sastrosupadi, A. 2004. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Kanisius.
- Sinaga, D.D dan R. N. Herpandi. 2017. Sifat bakso ikan patin (*Pangasius pangasius*) dengan penambahan karagenan, isolat protein kedelai, dan sodium tripolyphospat. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. **6**(1): 1–13.
- Singh, P., R. Singh, A. Jha, P. Rasane dan A. K. Gautam. 2015. Optimization of a process for high fibre and high protein biscuit. *Journal of Food Science and Technology*. **52**(3): 1394-1403.
- SNI 8217. 2015. *Mi Kering*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sozer, N., A. C. Dalgic dan A. Kaya. 2007. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *Journal of Food Engineering*. **81**: 476-484.
- Spolaore, P., C. Joannes-Cassan, E. Duran dan A. Isambert. 2006. Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. **101**: 87-96.



- Subarna, M. T., B. Nurtama, A. S. Fierliyanti. 2012. Peningkatan mutu mi kering jagung dengan penerapan kondisi optimum proses dan penambahan monogliserida. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan* . **23**: 146- 152.
- Suryaningrum, D., Suryanti dan I. Muljanah. 2013. *Membuat Filet Ikan Patin*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Suyanti. 2006. *Pembuatan mi Dari Aneka Komposit Tepung Pisang, Kedelai, Kacang Hijau, Jagung, dan Ubi Ungu*. Laporan Kerja Sama dengan Dinas Pertanian dan Kehutanan DKI Jakarta. Jakarta.
- Swinkels, J.M. 1985. *Sources of Starch, Its Chemistry and Physics*. In Van Beynum, G.M. and Roel, J.A., Eds.
- Tarwendah, I. P. 2017. Comparative Study of Sensory Attributes and Brand Awareness in Food Product: A Review. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **5**(2): 66–73.
- Tiwari dan Troy. 2015. *Seaweed Sustainability: Food and Non-Food Applications*. Elsevier Inc. UK
- Vatsala, S. and J. Sudesh. 2017. Quality characteristics of noodles enriched with *Spirulina platensis* powder. *International Journal of Agriculture Science*. **9**(14): 4091–4094.
- Widatmoko, R. dan T. Estiasih. 2015. Sifat fisikokimia dan organoleptik mi kering berbasis tepung ubi jalar ungu pada berbagai tingkat penambahan gluten. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **3**(4): 1386–1392.
- Widyaningsih, T. D. dan E. S. Murtini. 2006. *Alternatif pengganti Formalin pada Produk Pangan*. Jakarta Trubus Agri Sarana. Jakarta.
- Winarno, F. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Utama Pustaka. Jakarta.
- Wulandari, F. K., B. E. Setiani dan S. Susanti. 2016. Analisis kandungan gizi , nilai energi , dan uji organoleptik cookies tepung beras dengan substitusi tepung sukun. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. **5**(4): 107–112.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram alir penelitian



Lampiran 2. Proses pembuatan tepung ikan patin



Ikan patin difillet



Daging ikan dihaluskan menggunakan *blender*



Dihaluskan menggunakan *blender*



Daging halus di oven pada suhu 60°C



Diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh



Lampiran 3. Proses pembuatan tepung *Eucheuma spinosum*



E. spinosum dicuci menggunakan air mengalir



Pemotongan rumput laut menjadi kecil



Penggilingan *E. spinosum* kering;



Pengeringan dengan oven 65°C selama 12 jam



Pengayakan tepung *E. spinosum*



Lampiran 4. Proses pembuatan mi kering fortifikasi *Spirulina*



Bahan dicampur dan diaduk



Adonan kemudian didiamkan selama 30 menit



Lembaran dibentuk menjadi untaian mi



Dikukus selama 2 menit



Adonan dibentuk menjadi lembaran



Pengeringan di oven pada suhu 70°C hingga jadi mi kering

Lampiran 5. Lembar uji organoleptik



**KEMENTERIAN RISET DAN TEKNOLOGI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

LEMBAR UJI HEDONIK PRODUK MI KERING

Nama : Usia :
 Fakultas : Jenis Kelamin : L/P
 No HP : Daerah Asal :

Tentukan penilaian anda terhadap sampel uji pada tabel berikut:

| Parameter | Kode | | | | | | |
|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 35G | 49Y | 29U | 80A | 64H | 17T | 33D |
| Penampakan | | | | | | | |
| Tekstur | | | | | | | |
| Aroma | | | | | | | |
| Rasa | | | | | | | |
| Warna | | | | | | | |

Gunakan skala yang tersedia untuk menunjukkan penilaian anda terhadap masing-masing sampel dengan angka, sesuai ketentuan sebagai berikut:

- 1 = sangat tidak suka
- 2 = tidak suka
- 3 = suka
- 4 = sangat suka

Komentar/saran terhadap produk:

.....

.....

Lampiran 6. Analisis data susut masak

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 13.6500 | .10000 | .05000 | 13.4909 | 13.8091 | 13.60 | 13.80 |
| B | 4 | 10.9000 | .11547 | .05774 | 10.7163 | 11.0837 | 10.80 | 11.00 |
| C | 4 | 9.7000 | .11547 | .05774 | 9.5163 | 9.8837 | 9.60 | 9.80 |
| D | 4 | 8.4500 | .10000 | .05000 | 8.2909 | 8.6091 | 8.40 | 8.60 |
| E | 4 | 7.4500 | .10000 | .05000 | 7.2909 | 7.6091 | 7.40 | 7.60 |
| F | 4 | 6.2500 | .10000 | .05000 | 6.0909 | 6.4091 | 6.20 | 6.40 |
| G | 4 | 5.6500 | .10000 | .05000 | 5.4909 | 5.8091 | 5.60 | 5.80 |
| Total | 28 | 8.8643 | 2.64270 | .49942 | 7.8396 | 9.8890 | 5.60 | 13.80 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .333 | 6 | 21 | .912 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 188.334 | 6 | 31.389 | 2.866E3 | .000 |
| Within Groups | .230 | 21 | .011 | | |
| Total | 188.564 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | | a | b | c | d | e | f | g |
| G | 4 | 5.6500 | | | | | | |
| F | 4 | | 6.2500 | | | | | |
| E | 4 | | | 7.4500 | | | | |
| D | 4 | | | | 8.4500 | | | |
| C | 4 | | | | | 9.7000 | | |
| B | 4 | | | | | | 10.9000 | |
| A | 4 | | | | | | | 13.6500 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Lampiran 7. Analisis data elongasi

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 9.0025 | .00500 | .00250 | 8.9945 | 9.0105 | 9.00 | 9.01 |
| B | 4 | 13.3325 | .00500 | .00250 | 13.3245 | 13.3405 | 13.33 | 13.34 |
| C | 4 | 17.0325 | .00500 | .00250 | 17.0245 | 17.0405 | 17.03 | 17.04 |
| D | 4 | 21.0025 | .00500 | .00250 | 20.9945 | 21.0105 | 21.00 | 21.01 |
| E | 4 | 23.6875 | .00500 | .00250 | 23.6795 | 23.6955 | 23.68 | 23.69 |
| F | 4 | 27.3050 | .01000 | .00500 | 27.2891 | 27.3209 | 27.30 | 27.32 |
| G | 4 | 31.6750 | .01000 | .00500 | 31.6591 | 31.6909 | 31.67 | 31.69 |
| Total | 28 | 20.4339 | 7.47500 | 1.41264 | 17.5354 | 23.3324 | 9.00 | 31.69 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.154 | 6 | 21 | .367 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 1508.639 | 6 | 251.440 | 5.416E6 | .000 |
| Within Groups | .001 | 21 | .000 | | |
| Total | 1508.640 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | a | b | c | d | e | f | g |
| A | 4 | 9.0025 | | | | | | |
| B | 4 | | 13.3325 | | | | | |
| C | 4 | | | 17.0325 | | | | |
| D | 4 | | | | 21.0025 | | | |
| E | 4 | | | | | 23.6875 | | |
| F | 4 | | | | | | 27.3050 | |
| G | 4 | | | | | | | 31.6750 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |



Lampiran 8. Analisis data kuat tarik

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|-------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | .0625 | .00500 | .00250 | .0545 | .0705 | .06 | .07 |
| B | 4 | .2400 | .01155 | .00577 | .2216 | .2584 | .23 | .25 |
| C | 4 | .2725 | .00957 | .00479 | .2573 | .2877 | .26 | .28 |
| D | 4 | .3150 | .01291 | .00645 | .2945 | .3355 | .30 | .33 |
| E | 4 | .3525 | .00957 | .00479 | .3373 | .3677 | .34 | .36 |
| F | 4 | .3825 | .00957 | .00479 | .3673 | .3977 | .37 | .39 |
| G | 4 | .4175 | .00957 | .00479 | .4023 | .4327 | .41 | .43 |
| Total | 28 | .2918 | .11182 | .02113 | .2484 | .3351 | .06 | .43 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.157 | 6 | 21 | .366 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | .336 | 6 | .056 | 565.964 | .000 |
| Within Groups | .002 | 21 | .000 | | |
| Total | .338 | 27 | | | |

Duncan

| Subleve | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|---------|---|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | a | b | c | d | e | f | g |
| A | 4 | .0625 | | | | | | |
| B | 4 | | .2400 | | | | | |
| C | 4 | | | .2725 | | | | |
| D | 4 | | | | .3150 | | | |
| E | 4 | | | | | .3525 | | |
| F | 4 | | | | | | .3825 | |
| G | 4 | | | | | | | .4175 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |



Lampiran 9. Analisis data kadar air

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 7.4000 | .28284 | .14142 | 6.9499 | 7.8501 | 7.20 | 7.80 |
| B | 4 | 8.3000 | .11547 | .05774 | 8.1163 | 8.4837 | 8.20 | 8.40 |
| C | 4 | 8.6000 | .28284 | .14142 | 8.1499 | 9.0501 | 8.20 | 8.80 |
| D | 4 | 9.4500 | .25166 | .12583 | 9.0496 | 9.8504 | 9.20 | 9.80 |
| E | 4 | 10.1500 | .10000 | .05000 | 9.9909 | 10.3091 | 10.00 | 10.20 |
| F | 4 | 10.8500 | .10000 | .05000 | 10.6909 | 11.0091 | 10.80 | 11.00 |
| G | 4 | 12.2500 | .10000 | .05000 | 12.0909 | 12.4091 | 12.20 | 12.40 |
| Total | 28 | 9.5714 | 1.56982 | .29667 | 8.9627 | 10.1801 | 7.20 | 12.40 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.220 | 6 | 21 | .335 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 65.737 | 6 | 10.956 | 287.600 | .000 |
| Within Groups | .800 | 21 | .038 | | |
| Total | 66.537 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| | | a | b | c | d | e | f | g |
| A | 4 | 7.4000 | | | | | | |
| B | 4 | | 8.3000 | | | | | |
| C | 4 | | | 8.6000 | | | | |
| D | 4 | | | | 9.4500 | | | |
| E | 4 | | | | | 10.1500 | | |
| F | 4 | | | | | | 10.8500 | |
| G | 4 | | | | | | | 12.2500 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |



Lampiran 10. Analisis data kadar protein

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 8.7800 | .65320 | .32660 | 7.7406 | 9.8194 | 7.98 | 9.58 |
| B | 4 | 14.7700 | .46188 | .23094 | 14.0350 | 15.5050 | 14.37 | 15.17 |
| C | 4 | 16.5700 | .76594 | .38297 | 15.3512 | 17.7888 | 15.97 | 17.57 |
| D | 4 | 17.9650 | .45611 | .22805 | 17.2392 | 18.6908 | 17.57 | 18.36 |
| E | 4 | 19.1600 | .65320 | .32660 | 18.1206 | 20.1994 | 18.36 | 19.96 |
| F | 4 | 21.3600 | .76594 | .38297 | 20.1412 | 22.5788 | 20.76 | 22.36 |
| G | 4 | 22.5600 | .76594 | .38297 | 21.3412 | 23.7788 | 21.56 | 23.16 |
| Total | 28 | 17.3093 | 4.38605 | .82889 | 15.6086 | 19.0100 | 7.98 | 23.16 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .434 | 6 | 21 | .848 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 510.306 | 6 | 85.051 | 196.183 | .000 |
| Within Groups | 9.104 | 21 | .434 | | |
| Total | 519.411 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | a | b | c | d | e | f | g |
| A | 4 | 8.7800 | | | | | | |
| B | 4 | | 14.7700 | | | | | |
| C | 4 | | | 16.5700 | | | | |
| D | 4 | | | | 17.9650 | | | |
| E | 4 | | | | | 19.1600 | | |
| F | 4 | | | | | | 21.3600 | |
| G | 4 | | | | | | | 22.5600 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |



Lampiran 11. Analisis data kadar lemak

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 3.7500 | .64550 | .32275 | 2.7229 | 4.7771 | 3.00 | 4.50 |
| B | 4 | 5.1250 | .94648 | .47324 | 3.6189 | 6.6311 | 4.50 | 6.50 |
| C | 4 | 5.7500 | .86603 | .43301 | 4.3720 | 7.1280 | 5.00 | 7.00 |
| D | 4 | 5.8750 | .47871 | .23936 | 5.1133 | 6.6367 | 5.50 | 6.50 |
| E | 4 | 6.1250 | .25000 | .12500 | 5.7272 | 6.5228 | 6.00 | 6.50 |
| F | 4 | 6.3750 | .25000 | .12500 | 5.9772 | 6.7728 | 6.00 | 6.50 |
| G | 4 | 7.1250 | .25000 | .12500 | 6.7272 | 7.5228 | 7.00 | 7.50 |
| Total | 28 | 5.7321 | 1.13433 | .21437 | 5.2923 | 6.1720 | 3.00 | 7.50 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.953 | 6 | 21 | .119 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 27.304 | 6 | 4.551 | 12.849 | .000 |
| Within Groups | 7.438 | 21 | .354 | | |
| Total | 34.741 | 27 | | | |

Duncan

| Subleve I | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
|--------------|---|-------------------------|--------|--------|--------|
| | | a | b | c | d |
| A | 4 | 3.7500 | | | |
| B | 4 | | 5.1250 | | |
| C | 4 | | 5.7500 | 5.7500 | |
| D | 4 | | 5.8750 | 5.8750 | |
| E | 4 | | | 6.1250 | |
| F | 4 | | | 6.3750 | 6.3750 |
| G | 4 | | | | 7.1250 |
| Sig. | | 1.000 | .105 | .187 | .089 |



Lampiran 12. Analisis data kadar abu

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 1.1650 | .19053 | .09526 | .8618 | 1.4682 | 1.00 | 1.33 |
| B | 4 | 1.9175 | .16500 | .08250 | 1.6549 | 2.1801 | 1.67 | 2.00 |
| C | 4 | 2.0825 | .16500 | .08250 | 1.8199 | 2.3451 | 2.00 | 2.33 |
| D | 4 | 2.5850 | .17000 | .08500 | 2.3145 | 2.8555 | 2.33 | 2.67 |
| E | 4 | 2.7500 | .32031 | .16016 | 2.2403 | 3.2597 | 2.33 | 3.00 |
| F | 4 | 2.9175 | .31595 | .15798 | 2.4148 | 3.4202 | 2.67 | 3.33 |
| G | 4 | 3.1650 | .19053 | .09526 | 2.8618 | 3.4682 | 3.00 | 3.33 |
| Total | 28 | 2.3689 | .68103 | .12870 | 2.1049 | 2.6330 | 1.00 | 3.33 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.483 | 6 | 21 | .232 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 11.447 | 6 | 1.908 | 37.266 | .000 |
| Within Groups | 1.075 | 21 | .051 | | |
| Total | 12.522 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
|----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|
| | | a | b | c | d |
| A | 4 | 1.1650 | | | |
| B | 4 | | 1.9175 | | |
| C | 4 | | 2.0825 | | |
| D | 4 | | | 2.5850 | |
| E | 4 | | | 2.7500 | |
| F | 4 | | | 2.9175 | 2.9175 |
| G | 4 | | | | 3.1650 |
| Sig. | | 1.000 | .314 | .061 | .137 |



Lampiran 13. Analisis data kadar karbohidrat

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 78.9000 | .71124 | .35562 | 77.7683 | 80.0317 | 78.18 | 79.88 |
| B | 4 | 69.8875 | .83938 | .41969 | 68.5519 | 71.2231 | 68.73 | 70.73 |
| C | 4 | 66.9975 | 1.18472 | .59236 | 65.1123 | 68.8827 | 65.23 | 67.73 |
| D | 4 | 64.1275 | .64748 | .32374 | 63.0972 | 65.1578 | 63.57 | 64.87 |
| E | 4 | 61.8150 | .52003 | .26002 | 60.9875 | 62.6425 | 61.21 | 62.44 |
| F | 4 | 58.5000 | .63953 | .31977 | 57.4824 | 59.5176 | 57.68 | 59.07 |
| G | 4 | 54.9000 | 1.00688 | .50344 | 53.2978 | 56.5022 | 54.11 | 56.24 |
| Total | 28 | 65.0182 | 7.50107 | 1.41757 | 62.1096 | 67.9268 | 54.11 | 79.88 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .710 | 6 | 21 | .645 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 1505.003 | 6 | 250.834 | 371.492 | .000 |
| Within Groups | 14.179 | 21 | .675 | | |
| Total | 1519.183 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| G | 4 | 54.9000 | | | | | | |
| F | 4 | | 58.5000 | | | | | |
| E | 4 | | | 61.8150 | | | | |
| D | 4 | | | | 64.1275 | | | |
| C | 4 | | | | | 66.9975 | | |
| B | 4 | | | | | | 69.8875 | |
| A | 4 | | | | | | | 78.9000 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |



Lampiran 14. Analisis data total serat pangan

Descriptives

| | N | Mean | Std. | Std. | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|-----------|--------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | Deviation | Error | Lower Bound | Upper Bound | | |
| A | 4 | 1.3925 | .00957 | .00479 | 1.3773 | 1.4077 | 1.38 | 1.40 |
| B | 4 | 3.4075 | .00500 | .00250 | 3.3995 | 3.4155 | 3.40 | 3.41 |
| C | 4 | 4.0125 | .00957 | .00479 | 3.9973 | 4.0277 | 4.00 | 4.02 |
| D | 4 | 4.2625 | .01258 | .00629 | 4.2425 | 4.2825 | 4.25 | 4.28 |
| E | 4 | 4.8150 | .00577 | .00289 | 4.8058 | 4.8242 | 4.81 | 4.82 |
| F | 4 | 5.1600 | .00816 | .00408 | 5.1470 | 5.1730 | 5.15 | 5.17 |
| G | 4 | 5.9425 | .00957 | .00479 | 5.9273 | 5.9577 | 5.93 | 5.95 |
| Total | 28 | 4.1418 | 1.38039 | .26087 | 3.6065 | 4.6770 | 1.38 | 5.95 |

Test of Homogeneity of Variances

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .643 | 6 | 21 | .695 |

ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 51.446 | 6 | 8.574 | 1.075E5 | .000 |
| Within Groups | .002 | 21 | .000 | | |
| Total | 51.448 | 27 | | | |

Duncan

| Sublevel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | a | b | c | d | e | f | g |
| A | 4 | 1.3925 | | | | | | |
| B | 4 | | 3.4075 | | | | | |
| C | 4 | | | 4.0125 | | | | |
| D | 4 | | | | 4.2625 | | | |
| E | 4 | | | | | 4.8150 | | |
| F | 4 | | | | | | 5.1600 | |
| G | 4 | | | | | | | 5.9425 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |



Lampiran 15. Analisis data penampakan

Descriptive Statistics

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|------------|-----|--------|----------------|---------|---------|
| Penampakan | 280 | 3.0107 | .71584 | 2.00 | 4.00 |

Ranks

| | Sublevel | N | Mean Rank |
|------------|----------|-----|-----------|
| Penampakan | A | 40 | 108.18 |
| | B | 40 | 136.75 |
| | C | 40 | 139.45 |
| | D | 40 | 144.51 |
| | E | 40 | 147.18 |
| | F | 40 | 157.64 |
| | G | 40 | 149.80 |
| | Total | 280 | |

Test Statistics^{a,b}

| | Penampakan |
|-------------|------------|
| Chi-Square | 10.778 |
| df | 6 |
| Asymp. Sig. | .095 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Sublevel

Lampiran 16. Analisis data tekstur

Descriptive Statistics

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|---------|-----|--------|----------------|---------|---------|
| Tekstur | 280 | 3.0000 | .74776 | 1.00 | 4.00 |

Ranks

| | Sublevel | N | Mean Rank |
|---------|----------|-----|-----------|
| Tekstur | A | 40 | 108.92 |
| | B | 40 | 124.42 |
| | C | 40 | 136.35 |
| | D | 40 | 139.25 |
| | E | 40 | 149.35 |
| | F | 40 | 157.30 |
| | G | 40 | 167.90 |
| | Total | 280 | |

Test Statistics^{a,b}

| | Tekstur |
|-------------|---------|
| Chi-Square | 17.150 |
| df | 6 |
| Asymp. Sig. | .009 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Sublevel

Lampiran 17. Analisis data aroma

Descriptive Statistics

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|-------|-----|--------|----------------|---------|---------|
| Aroma | 280 | 2.7857 | .76468 | 1.00 | 4.00 |

Ranks

| | Sublevel | N | Mean Rank |
|-------|----------|-----|-----------|
| Aroma | A | 40 | 174.78 |
| | B | 40 | 163.52 |
| | C | 40 | 136.62 |
| | D | 40 | 135.38 |
| | E | 40 | 125.85 |
| | F | 40 | 123.80 |
| | G | 40 | 123.55 |
| | Total | 280 | |

Test Statistics^{a,b}

| | Aroma |
|-------------|--------|
| Chi-Square | 17.970 |
| df | 6 |
| Asymp. Sig. | .006 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Sublevel



Lampiran 18. Analisis data rasa

Descriptive Statistics

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|------|-----|--------|----------------|---------|---------|
| Rasa | 280 | 3.0464 | .77227 | 1.00 | 4.00 |

Ranks

| | Sublevel | N | Mean Rank |
|------|----------|-----|-----------|
| Rasa | A | 40 | 95.69 |
| | B | 40 | 165.51 |
| | C | 40 | 142.71 |
| | D | 40 | 144.61 |
| | E | 40 | 134.40 |
| | F | 40 | 162.66 |
| | G | 40 | 137.91 |
| | Total | 280 | |

Test Statistics^{a,b}

| | Rasa |
|-------------|--------|
| Chi-Square | 22.298 |
| Df | 6 |
| Asymp. Sig. | .001 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

Sublevel

Lampiran 19. Analisis data warna

Descriptive Statistics

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|-------|-----|--------|----------------|---------|---------|
| Warna | 280 | 2.9964 | .65308 | 1.00 | 4.00 |

Ranks

| | Sublevel | N | Mean Rank |
|-------|----------|-----|-----------|
| Warna | A | 40 | 132.05 |
| | B | 40 | 143.14 |
| | C | 40 | 148.62 |
| | D | 40 | 162.59 |
| | E | 40 | 143.02 |
| | F | 40 | 136.72 |
| | G | 40 | 117.35 |
| | Total | 280 | |

Test Statistics^{a,b}

| | Warna |
|-------------|-------|
| Chi-Square | 9.391 |
| Df | 6 |
| Asymp. Sig. | .153 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

Sublevel



Lampiran 20. Penentuan mi kering terbaik

| | | | perlakuan | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| | | | A | | B | | C | | D | | | | | | | |
| parameter | BV | BN | NE | NH | NE | NH | NE | NH | NE | NH | NE | NH | NE | NH | NE | NH |
| Protein | 1 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.435 | 0.037 | 0.565 | 0.047 | 0.667 | 0.056 | 0.754 | 0.063 | 0.913 | 0.077 | 1.000 | 0.084 |
| Serat Pangan | 1 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.443 | 0.037 | 0.576 | 0.048 | 0.631 | 0.053 | 0.752 | 0.063 | 0.828 | 0.070 | 1.000 | 0.084 |
| Penampakan | 1 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.579 | 0.049 | 0.632 | 0.053 | 0.737 | 0.062 | 0.789 | 0.066 | 1.000 | 0.084 | 0.842 | 0.071 |
| Tekstur | 1 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.280 | 0.024 | 0.520 | 0.044 | 0.560 | 0.047 | 0.720 | 0.061 | 0.840 | 0.071 | 1.000 | 0.084 |
| Aroma | 1 | 0.08 | 1.000 | 0.084 | 0.773 | 0.065 | 0.273 | 0.023 | 0.227 | 0.019 | 0.045 | 0.004 | 0.045 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| Rasa | 1 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.593 | 0.050 | 0.704 | 0.059 | 0.741 | 0.062 | 0.852 | 0.072 | 1.000 | 0.084 | 0.556 | 0.047 |
| Warna | 1 | 0.08 | 0.353 | 0.030 | 0.588 | 0.049 | 0.706 | 0.059 | 1.000 | 0.084 | 0.588 | 0.049 | 0.412 | 0.035 | 0.000 | 0.000 |
| Kuat Tarik | 0.9 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.500 | 0.038 | 0.592 | 0.045 | 0.711 | 0.054 | 0.817 | 0.062 | 0.901 | 0.068 | 1.000 | 0.076 |
| Elongasi | 0.9 | 0.08 | 0.000 | 0.000 | 0.191 | 0.014 | 0.354 | 0.027 | 0.529 | 0.040 | 0.648 | 0.049 | 0.807 | 0.061 | 1.000 | 0.076 |
| Air | 0.8 | 0.07 | 1.000 | 0.067 | 0.814 | 0.055 | 0.753 | 0.051 | 0.577 | 0.039 | 0.433 | 0.029 | 0.289 | 0.019 | 0.000 | 0.000 |
| Cooking Loss | 0.8 | 0.07 | 0.000 | 0.000 | 0.344 | 0.023 | 0.494 | 0.033 | 0.650 | 0.044 | 0.775 | 0.052 | 0.925 | 0.062 | 1.000 | 0.067 |
| Lemak | 0.6 | 0.05 | 0.000 | 0.000 | 0.407 | 0.021 | 0.593 | 0.030 | 0.630 | 0.032 | 0.704 | 0.035 | 0.778 | 0.039 | 1.000 | 0.050 |
| Abu | 0.5 | 0.04 | 1.000 | 0.042 | 0.625 | 0.026 | 0.542 | 0.023 | 0.292 | 0.012 | 0.208 | 0.009 | 0.125 | 0.005 | 0.000 | 0.000 |
| Karbohidrat | 0.4 | 0.03 | 0.000 | 0.000 | 0.376 | 0.013 | 0.496 | 0.017 | 0.616 | 0.021 | 0.712 | 0.024 | 0.850 | 0.029 | 1.000 | 0.034 |
| Total | 11.9 | | | 0.223 | | 0.500 | | 0.559 | | 0.624 | | 0.638 | | 0.707 | | 0.672 |

