

**ANALISIS SIFAT FISIKA, ORGANOLEPTIK DAN KANDUNGAN
SERAT PANGAN PADA MI KERING IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*)
DENGAN FORTIFIKASI *Spirulina platensis*
TERENKAPSULASI KAPPA KARAGINAN**

SKRIPSI

Oleh :

**FAIZATUS SHOLIHAH
NIM. 155080300111031**



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

**ANALISIS SIFAT FISIKA, ORGANOLEPTIK DAN KANDUNGAN
SERAT PANGAN PADA MI KERING IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*)
DENGAN FORTIFIKASI *Spirulina platensis*
TERENKAPSULASI KAPPA KARAGINAN**

SKRIPSI

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

Oleh:

**FAIZATUS SHOLIHAH
NIM. 155080300111031**



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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS SIFAT FISIKA, ORGANOLEPTIK DAN KANDUNGAN
SERAT PANGAN PADA MI KERING IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*)
DENGAN FORTIFIKASI *Spirulina platensis*
TERENKAPSULASI KAPPA KARAGINAN**

Oleh:

**FAIZATUS SHOLIAH
NIM.155080300111031**

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 27 Juni 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**



(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, M.P)
NIP. 19680919 100501 1 001

Tanggal: 08 JUL 2019

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

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

Tanggal: 08 JUL 2019



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS SIFAT FISIKA, ORGANOLEPTIK DAN KANDUNGAN SERAT PANGAN PADA MI KERING IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*) DENGAN FORTIFIKASI *Spirulina platensis* TERENKAPASULASI KAPPA KARAGINAN**

Nama Mahasiswa : FAIZATUS SHOLIAH

NIM : 155080300111031

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen penguji 1 : Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS

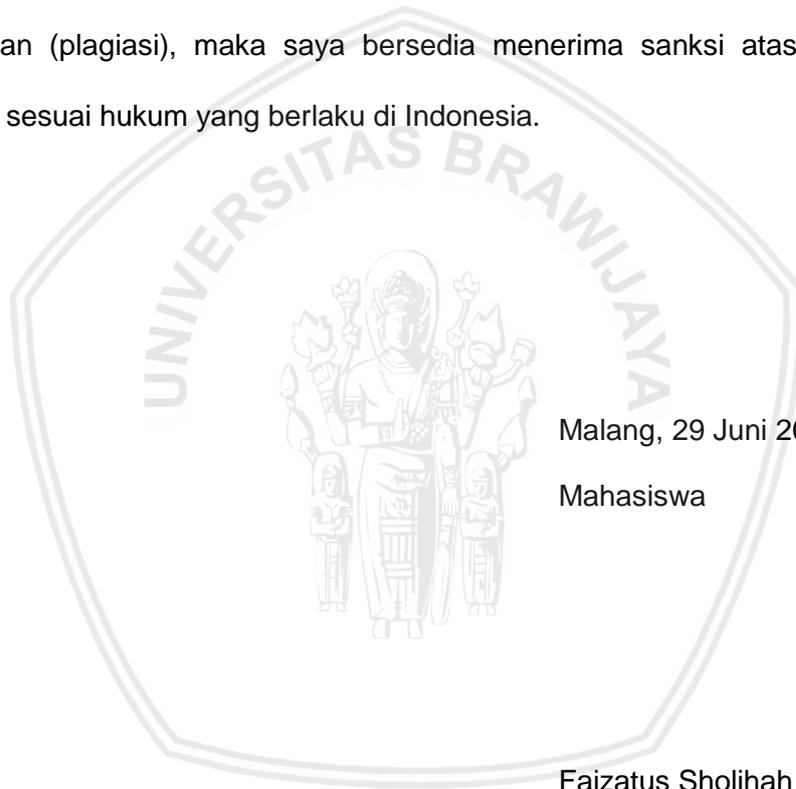
Dosen penguji 2 : Mikchaell Alfanov P. P., S.Pi., MP

Tanggal Ujian : 27 Juni 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Apabila 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, 29 Juni 2019

Mahasiswa

Faizatus Sholihah
NIM.155080300111031

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyelesaian penyusunan usulan penelitian skripsi ini penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan kesehatan dan kekuatan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Keluarga tercinta yang telah mendukung dan memberikan do'a dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS, selaku dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.
4. Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes, selaku dosen pembimbing skripsi serta Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS dan Mikchaell Alfano P. P., S.Pi., MP selaku dosen penguji.
5. Dr. Ir. Muhammad Firdaus, MP selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan;
6. Rahmi Nurdiani, S.Pi., M. App.Sc, PhD selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
7. Teman-teman bimbingan Diena, Dinda, Elvara, Fifda, Diah, Raja, Yohanes, Ahnaf, Rika yang sudah berjuang bersama.
8. Sahabat saya Janet dan Danang yang selalu jadi tim sukses skripsi, serta sahabat SMA Risa dan Ratna yang selalu memberikan doa untuk kelancaran kelulusan ini.
9. THP 15, Keluarga RKIM, LKP2 Squad, EM UB 2015, BEM FPIK 2015 dan Kelurga Lubis. Kebersamaan kita akan selalu menjadi kenangan terindah masa-masa perkuliahan.

RINGKASAN

FAIZATUS SHOLIHAH. Skripsi. Analisis Sifat Fisika, Organoleptik dan Kandungan Serat Pangan pada Mi Kering Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan. (dibawah bimbingan **Dr.Ir. Dwi Setijawati, M.Kes**)

Mi merupakan salah satu sumber energi karena mengandung karbohidrat yang relatif tinggi. Namun, komponen lainnya yang bermanfaat bagi tubuh sangat rendah khususnya protein dan serat pangan. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kandungan protein dan serat pangan pada mi kering dapat dilakukan dengan menambahkan sumber protein dan serat pangan seperti daging ikan patin dan *Spirulina platensis*. Penambahan *Spirulina platensis* pada mi kering ikan patin akan mempengaruhi aroma dan rasa yang amis sehingga kurang disukai oleh konsumen. Oleh sebab itu perlu adanya perlakuan enkapsulasi *Spirulina platensis* agar seiring bertambahnya nilai gizi pada mi tidak mengurangi daya terima masyarakat terhadap mi yang bergizi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan terhadap sifat fisika, organoleptik dan serat pangan mi kering ikan patin. Penelitian berlangsung pada bulan Januari-Maret 2019. proses pembuatan mi, uji organoleptik dan uji proksimat dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Perekayasaan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan dan pengujian sifat fisika mi di Laboratorium Rekayasa dan Teknologi Pengolahan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Uji serat pangan di Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, pengukuran partikel tepung di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Rancangan percobaan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan menggunakan 4 sublevel dan 5 kali ulangan. variabel bebas yaitu penambahan *Spirulina platensis* 4% dan penambahan *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan sebesar 4%, 4,5%, 5% pada mi kering. Sedangkan variabel terikat yaitu analisis fisika yang meliputi *cooking loss*, elongasi, kuat tarik; analisis kimia yang meliputi kandungan proksimat dan serat pangan; serta organoleptik yang meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa.

Data hasil uji fisika dan kimia dianalisis sidik ragam (ANOVA) menggunakan SPSS versi 22.0 untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap beberapa parameter uji. Jika nilai signifikansi $<0,05$ maka perlakuan tersebut berbeda nyata. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji *Duncan*. Data hasil uji organoleptik dianalisis Kruskal-Wallis. Mi kering terbaik ditentukan menggunakan metode indeks efektifitas.

Hasil menunjukkan penambahan *Spirulina* dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap sifat fisika, organoleptik dan kandungan serat pangan mi kering. Mi kering terbaik adalah yang difortifikasi dengan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dengan sifat fisika yaitu *cooking loss* yaitu 1,56%, kuat tarik yaitu 0,11 N, elongasi yaitu 9,80%. Sifat kimia yaitu kadar air sebesar 9,76%; kadar protein yaitu 18,16%; kadar lemak yaitu 7,30%; kadar abu yaitu 2,60%; kadar karbohidrat yaitu 62,29%; kadar total serat pangan yaitu 5,28%. Sifat organoleptik didapatkan nilai penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna secara urut yaitu 2,85; 3,28; 3,05; 3,03 dan 3,03 dengan nilai maksimal 4 (sangat suka).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan atas berkat, rahmat, dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Sifat Fisika, Organoleptik dan Kandungan Serat Pangan pada Mi Kering Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan**”. 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, 25 Juni 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN Error! Bookmark not defined.	
IDENTITAS TIM PENGUJI	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Hipotesis.....	5
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5
1.6 Waktu dan Tempat	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Spirulina platensis</i>	7
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Spirulina platensis</i>	7
2.1.2 Kandungan Gizi dan Manfaat <i>Spirulina platensis</i>	8
2.2 Ikan Patin (<i>Pangasius pangasius</i>).....	9
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Patin (<i>Pangasius pangasius</i>)	9
2.2.2 Kandungan Gizi dan Manfaat Ikan Patin.....	11
2.3 Mi kering.....	11
2.3.1 Definisi Mi kering	11
2.3.2 Bahan Pembuatan Mi kering.....	12
2.3.3 Standar Mutu Mi kering.....	15
2.3.4 Hasil Penelitian Terdahulu	16
2.3.5 Pembuatan Mi kering.....	17
2.4 Mikroenkapsulasi.....	19
2.4.1 Pengertian Mikroenkapsulasi	19
2.4.2 Bahan Penyalut pada Mikroenkapsulasi	19
2.4.3 Alat yang Digunakan dalam Teknik Mikroenkapsulasi.....	22
2.3 Serat Pangan	23
2.5.1 Pengertian Serat Pangan.....	23
2.5.2 Manfaat Serat Pangan	23
2.6 Parameter Fisika	24
2.6.1 <i>Cooking loss</i>	24
2.6.2 Kuat Tarik	25
2.6.3 Elongasi.....	26
2.7 Parameter Kimia.....	26
2.7.1 Kadar Air.....	27
2.7.2 Kadar Protein.....	27



2.7.3 Kadar Lemak	28
2.7.4 Kadar Abu.....	29
2.7.5 Kadar Karbohidrat.....	29
2.7.6 Kadar Serat Pangan	30
2.8 Parameter Organoleptik	31
2.8.1 Penampakan.....	31
2.8.2 Tekstur.....	32
2.8.3 Aroma.....	32
2.8.4 Rasa	33
2.8.5 Warna.....	34
3. METODE PENELITIAN	35
3.1 Materi Penelitian	35
3.1.1 Bahan Penelitian	35
3.1.2 Alat Penelitian	35
3.2 Metode Penelitian.....	36
3.2.1 Variabel Penelitian.....	36
3.2.2 Rancangan Penelitian.....	37
3.3 Tahap Penelitian.....	38
3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	39
3.3.2 Penelitian Utama	41
3.4 Analisis Pengujian	43
3.4.1 Analisis Fisik.....	43
3.4.2 Analisis Kimia	46
3.4.3 Uji Organoleptik.....	52
3.5 Penentuan Sublevel Terbaik dengan Metode De Garmo	53
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Karakteristik Bahan Baku	55
4.2 Penelitian Pendahuluan.....	56
4.3 Penelitian Utama	58
4.4 Analisis Fisika.....	59
4.4.1 <i>Cooking loss</i>	60
4.4.2 Kuat Tarik	62
4.4.3 Elongasi.....	64
4.5 Analisis Kimia	67
4.5.1 Kadar Air.....	67
4.5.2 Kadar Protein.....	70
4.5.3 Kadar Lemak	72
4.5.4 Kadar Abu.....	74
4.5.5 Kadar Karbohidrat.....	76
4.5.6 Kadar Serat Pangan	78
4.6 Analisis Organoleptik.....	86
4.6.1 Penampakan.....	87
4.6.2 Tekstur.....	88
4.6.3 Aroma.....	90
4.6.4 Rasa	92
4.6.1 Warna.....	93
4.7 Penentuan Perlakuan Terbaik Mi Kering dengan Penambahan <i>Spirulina platensis</i>	95

5. PENUTUP	96
5.1 Kesimpulan.....	96
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN.....	105



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Proksimat Filet Ikan Patin	11
2. Komposisi Rata-rata Telur Ayam	14
3. Mi Kering Menurut SNI 8217 (2015).....	16
4. Hasil Penelitian Terdahulu dengan Topik yang Sama	16
5. Rancangan Penelitian (RAL).....	38
6. Formulasi penelitian pendahuluan mi kering patin	41
7. Formulasi Bahan Pembuatan Mi Kering Ikan Patin	43
8. Perbandingan Analisis Bahan Baku	55
9. Sifat Fisika Kimia Spirulina.....	56
10. Ukuran Partikel	56
11. Karakteristik fisika mi kering patin	60
12. Kandungan proksimat mi kering.....	67
13. Enkapsulasi kappa karaginan	67
14. Perbandingan kadar serat pangan total	85
15. Karakteristik organoleptik mi kering	86
16. Perbandingan mi kering dengan SNI dan mi kering komersial	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi <i>Spirulina platensis</i> dengan SEM.....	8
2. Morfologi ikan patin (<i>Pangasius</i> sp.)	10
3. Ftir src jenis <i>Eucheuma cottonii</i> (kappa karaginan).....	21
4. Grafik perbandingan sifat organoleptik mi kering	58
5. Hasil mi kering patin dengan fortifikasi <i>Spirulina</i> terenkapsulasi kappa karaginan (a): 0%, (b): 4%, (c): 4,5%, (d): 5%.....	59
6. Grafik <i>cooking loss</i> mi kering	60
7. Kurva regresi <i>cooking loss</i> mi kering.....	61
8. Grafik kuat tarik mi kering	63
9. Kurva regresi kuat tarik mi kering.....	63
10. grafik elongasi mi kering	65
11. Kurva regresi elongasi mi kering	66
12. Grafik kadar air mi kering.....	68
13. Kurva regresi kadar air mi kering	69
14. Grafik kadar protein mi kering	70
15. Kurva regresi kadar protein mi kering	71
16. Grafik kadar lemak mi kering	72
17. Kurva regresi kadar lemak mi kering.....	73
18. Grafik kadar abu mi kering patin	74
19. Kurva regresi kadar abu mi kering	75
20. Grafik kadar karbohidrat mi kering	76
21. Kurva regresi kadar karbohidrat mi kering.....	77
22. Grafik kadar serat pangan larut mi kering	78
23. Kurva regresi kadar serat pangan larut air mi kering.....	79
24. Grafik kadar serat pangan tidak larut mi kering	80
25. Kurva regresi kadar serat pangan tak larut air mi kering	81
26. Grafik kadar serat pangan total mi kering.....	83
27. Kurva regresi kadar serat pangan total mi kering	83
28. Grafik hedonik penampakan mi kering.....	87
29. Grafik hedonik tekstur mi kering.....	89
30. Grafik hedonik aroma mi kering	91
31. Grafik hedonik rasa mi kering	92
32. Grafik nilai hedonik warna mi kering	94



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram alir penelitian	105
2. Prosedur pembuatan tepung ikan patin	106
3. Prosedur pembuatan tepung <i>Eucheuma spinosum</i>	107
4. Prosedur pembuatan mi kering patin fortifikasi <i>S. Platensis</i>	108
5. Prosedur pembuatan tepung kappa karaginan.....	109
6. Prosedur enkapsulasi <i>S. platensis</i> dengan penyalut kappa karaginan	110
7. Pembuatan mi kering patin dengan fortifikasi <i>Spirulina</i> terenkapsulasi	111
8. <i>Scoresheet</i> uji organoleptik (hedonik)	112
9. Hasil anova dan uji lanjut duncan <i>cooking loss</i>	113
10. Hasil anova dan uji lanjut duncan kuat tarik	114
11. Hasil anova dan uji lanjut duncan elongasi	115
12. Hasil anova dan uji lanjut duncan kadar air	116
13. Hasil anova dan uji lanjut duncan kadar protein	117
14. Hasil anova dan uji lanjut duncan kadar lemak	118
15. Hasil anova dan uji lanjut duncan kadar abu	119
16. Hasil anova dan uji lanjut duncan kadar karbohidrat	120
17. Hasil anova dan uji lanjut duncan serat pangan larut air	121
18. Hasil anova dan uji lanjut duncan serat pangan tak larut air.....	122
19. Hasil anova dan uji lanjut duncan serat pangan total	123
20. Hasil analisis uji kruskal wallis hedonik penampakan.....	124
21. Hasil analisis uji kruskal wallis hedonik tekstur.....	125
22. Hasil analisis uji kruskal wallis hedonik aroma	126
23. Hasil analisis uji kruskal wallis hedonik rasa	127
24. Hasil analisis uji kruskal wallis hedonik warna.....	128
25. Penentuan mi kering terbaik	128



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spirulina platensis merupakan mikroalga yang banyak digunakan dalam bahan baku industri karena memiliki kandungan nutrisi seperti protein, asam lemak, vitamin dan antioksidan yang tinggi. Mikroalga ini telah dimanfaatkan sebagai suplemen makanan karena kandungan nutrisinya yang tinggi. *S. platensis* mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi, yaitu: kadar protein 55-70%, karbohidrat 15-25%, asam lemak esensial 18%, dan sisanya adalah vitamin, mineral serta pigmen, yaitu: klorofil, karoten, xantofil dan fikosianin (Saputra *et al.*, 2014). Kandungan protein pada *S. platensis* dalam keadaan kering sekitar 45-75% (Iqbal *et al.*, 2016).

S. platensis dimanfaatkan sebagai suplemen makanan dan bahan obat-obatan makanan untuk melengkapi kebutuhan zat gizi makanan. *Spirulina* merupakan salah satu jenis mikroalga yang dapat dijadikan sumber pangan dalam bentuk bubuk dan digabungkan dengan makanan lain misalnya sup, pasta, minuman instan, biskuit, *marshmallow*, dan minuman *jelly drink* dan lain-lain (Saputra *et al.*, 2014). Raja *et al.* (2018) menyarankan penambahan *Spirulina* untuk menambah nutrisi pangan adalah 3-5%.

Pengembangan produk berbasis *Spirulina* lainnya dapat dijadikan sebagai mi. Penambahan *Spirulina* pada olahan pangan telah dilakukan sebelumnya oleh Vatsala dan Sudesh (2017). Penambahan *Spirulina* 4% pada mi kering mendapatkan hasil pada parameter sifat kimia dalam satuan persen (%) yaitu 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. Potensi *Spirulina* yang ditambahkan pada produk pangan mampu memberikan nilai gizi yang tinggi sehingga dapat dikembangkan lagi pada penelitian mi kedepannya.

Mi merupakan salah satu jenis makanan yang paling populer di masyarakat. Mi kering adalah mi mentah yang telah dikeringkan hingga kadar airnya kurang dari 10% sehingga menjadi sumber karbohidrat yang awet dan tidak mudah busuk (Yolanda *et al.*, 2018). Berdasarkan data penelitian Dewi *et al.* (2015), menyebutkan bahwa total konsumsi mi rata-rata per minggu untuk mi kering jumlahnya lebih tinggi (1.21%) dibandingkan makanan lain yang sejenis, seperti mi basah (0.04%) dan bihun (1.19%).

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan mi kering adalah tepung terigu yang selama ini masih impor sehingga perlu adanya pengurangan konsumsi tepung terigu dalam pembuatan mi kering. Menurut Astawan (2000), terigu memiliki keistimewaan yakni kemampuannya membentuk gluten pada saat terigu dibasahi dengan air. Sifat elastis gluten pada adonan mi menyebabkan mi yang dihasilkan tidak mudah putus pada proses pencetakan dan pemasakan. Namun gluten memiliki efek buruk apabila dikonsumsi terlalu sering. Menurut Purwanti *et al.* (2017), Pada beberapa orang gluten dapat menyebabkan alergi dan intoleransi. Intoleransi gluten sering disebut sebagai seliak (*coeliac disease*) dimana konsumsi gluten akan menyebabkan kerusakan usus halus sehingga terjadi gangguan penyerapan nutrisi. Oleh karena itu apabila bahan baku pembuatan mi hanya dominan dengan tepung terigu kaya gluten maka konsumsi mi yang berlebihan ini mampu meningkatkan risiko penyakit, karena kandungan gizi yang sangat rendah.

Mi merupakan salah satu sumber energi karena mengandung karbohidrat yang relatif tinggi. Namun, komponen lainnya yang bermanfaat bagi tubuh sangat rendah khususnya protein dan serat pangan. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kandungan protein dan serat pangan pada mi kering dapat dilakukan dengan menambahkan sumber protein dan serat pangan seperti tepung ikan patin dan tepung rumput laut.

Tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan patin dapat menjadi pengganti terigu untuk membuat mi kering kaya protein dan serat pangan. Tepung rumput laut menurut (Soozer *et al.*, 2007) dapat menjadi hidrokoloid alami karena rendahnya gluten pada mi akibat substitusi tepung non-terigu yang dapat mempengaruhi kualitas adonan. Tepung ikan adalah produk yang diperoleh dari penggilingan daging ikan menjadi suatu produk yang terdiri dari beberapa komponen gizi ikan. Menurut Hidayati *et al.* (2017), Kandungan protein pada *fillet* patin cukup tinggi yaitu berkisar antara 12,94-17,52% (bb). Kandungan protein yang cukup tinggi pada ikan patin dapat digunakan untuk menangani masalah defisiensi protein. Peningkatan nilai tambah juga dapat dilakukan dengan penambahan *S. platensis* pada produk mi kering. *Spirulina platensis* mengandung serat pangan total sebesar 24,81% (Ekantari *et al.*, 2017), sehingga seiring ditambahkan pada produk mi kaya dapat meningkatkan kandungan serat pangan yang berpotensi menjadi makanan diet.

Penambahan *S. platensis* pada mi kering ikan patin akan mempengaruhi aroma dan rasa yang amis sehingga kurang disukai oleh konsumen. Oleh sebab itu perlu adanya perlakuan enkapsulasi *S. platensis* agar seiring bertambahnya nilai gizi pada mi tidak mengurangi daya terima masyarakat terhadap mi yang bergizi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan cara mikroenkapsulasi.

Mikroenkapsulasi adalah suatu proses yang mengubah bahan padat maupun cair menjadi bentuk kapsul dalam ukuran mikro (0,2 – 5000 μm). Mikroenkapsulasi spirulina merupakan metode yang bertujuan untuk melindungi spirulina dari kehilangan nilai gizi pada saat proses *spray dryer*, mengurangi bau amis dan rasa pahit spirulina menggunakan bahan penyalut. Adapun bahan penyalut yang umumnya digunakan mempunyai karakteristik secara kimiawi diantaranya *compatible* dan tidak bereaksi dengan bahan inti, memiliki kekuatan

mengikat bahan inti, fleksibilitas, impermeabilitas, tidak berasa, tidak higroskopis, viskositas rendah, ekonomis, tidak rapuh, keras, tipis dan stabil (Srifiana *et al.*, 2014). Keberhasilan enkapsulasi *Spirulina platensis* sangat bergantung dari jenis bahan penyalut yang digunakan. Salah satu jenis bahan penyalut yang dapat digunakan pada mikroenkapsulasi adalah karaginan.

Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang diperoleh dengan cara mengekstrak rumput laut merah seperti *Euchema cottonii*. Penambahan karaginan dalam produk mampu meningkatkan kestabilan. Penambahan karaginan mampu membentuk emulsi yang kental dan stabil selama proses koagulasi rennet (Dewi *et al.*, 2016). SRC pada jenis *E. cottonii* digunakan sebagai bahan penyalut yang mempunyai sifat hidrofilik, oleh karena itu polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air yang terimobilisasi menyebabkan larutan SRC bersifat kental (Setijawati *et al.*, 2011). SRC dari kappa karaginan *E. cottonii* mempunyai gel yang bersifat elastis, bebas sineresis dan *reversible* yaitu meleleh jika dipanaskan dan berubah bentuk gel kembali jika didinginkan (Darmawan *et al.*, 2014).

Karaginan pada rumput laut memiliki banyak manfaat salah satunya adalah sebagai sumber serat pangan yang tinggi. Serat pangan yang terkandung dirumput laut terdiri dari serat makanan larut air dan serat makanan tidak larut air (Geraldine *et al.*, 2015). Kandungan serat yang berfungsi sebagai komponen non-gizi ini juga bermanfaat bagi keseimbangan flora usus dan prebiotik, merangsang pertumbuhan bakteri yang baik bagi usus sehingga penyerapan zat gizi menjadi lebih baik.

Berdasarkan pemaparan tersebut, dibutuhkan penelitian produk mi kering yang aman dan bergizi jika dikonsumsi secara terus-menerus. Untuk mendapatkan mi kering yang lebih bergizi, perlu adanya penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian *S. platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

terhadap sifat fisika, organoleptik dan kandungan serat pangan pada mi kering ikan patin (*Pangasius pangasius*).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah apakah penambahan konsentrasi berbeda *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan berpengaruh terhadap sifat fisika, organoleptik dan serat pangan mi kering ikan patin?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan tersebut tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi berbeda *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan terhadap sifat fisika, organoleptik dan serat pangan mi kering ikan patin.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

H₀: Penambahan konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan yang berbeda tidak mempengaruhi sifat fisika, organoleptik dan serat pangan mi kering ikan patin.

H₁: Penambahan konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan yang berbeda mempengaruhi sifat fisika, organoleptik dan serat pangan mi kering ikan patin

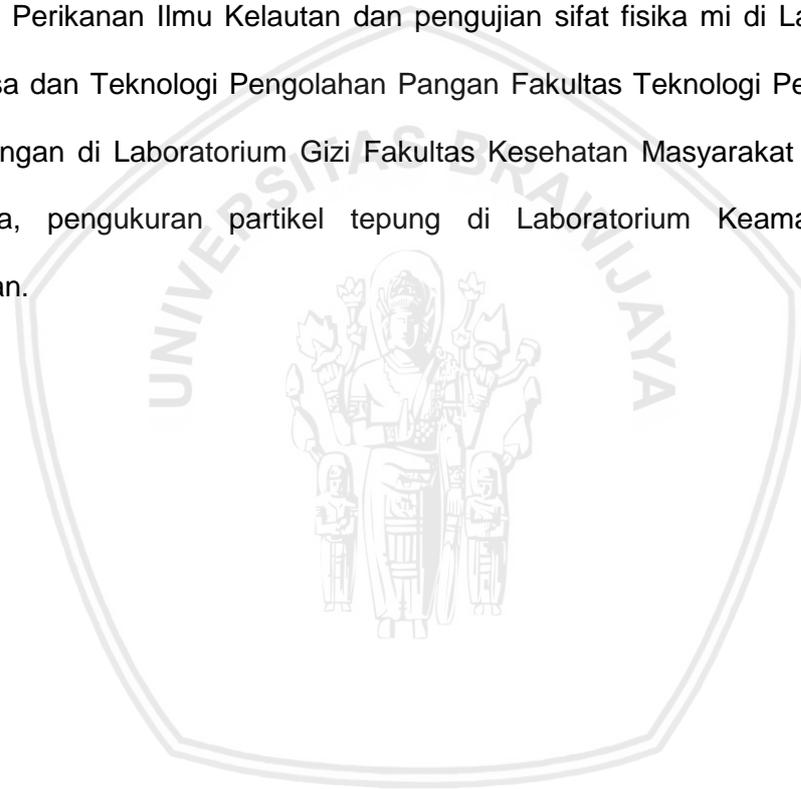
1.5 Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan informasi kepada masyarakat, lembaga dan institusi lain dalam inovasi pembuatan mi kering ikan patin (*Pangasius pangasius*) fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa

karaginan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan mi kering berkualitas yang memenuhi standar dan kebutuhan gizi.

1.6 Waktu dan Tempat

Waktu dan tempat penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari sampai dengan Maret 2019. Untuk proses pembuatan mi, uji organoleptik dan uji proksimat dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Perekayasaan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan dan pengujian sifat fisika mi di Laboratorium Rekayasa dan Teknologi Pengolahan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Uji serat pangan di Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, pengukuran partikel tepung di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spirulina platensis*

S. platensis merupakan mikroorganisme autotrof berwarna hijau kebiruan dengan sel berkolom membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix) sehingga disebut alga biru-hijau berfilamen (*cyanobacterium*). Bentuk *Spirulina* sp. menyerupai benang, merupakan rangkaian sel yang berbentuk silindris dengan dinding sel berdiameter 1-12 μm . Filamen *S. platensis* hidup berdiri sendiri dan dapat bergerak bebas (Ridlo *et al.*, 2015).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Spirulina platensis*

Spirulina platensis menurut Kabinawa (2006), diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Protista
Divisi	: Cyanophyta
Kelas	: Cyanophyceae
Ordo	: Nostocales
Famili	: Oscillatoriaceae
Genus	: <i>Spirulina</i>
Spesies	: <i>Spirulina platensis</i>

Ganggang renik *S. platensis* adalah multiseluler berbentuk filamen yang tersusun atas sel-sel berbentuk silindris tanpa sekat pemisah, tidak bercabang dengan trikhoma (benang) berbentuk helix (berpilin) dan berwarna hijau kebiruan. Panjang trikhoma sekitar 20 mm sehingga dapat dilihat secara langsung. Diameter sel 1-3 μm pada tipe yang lebih kecil, sedangkan pada tipe yang lebih besar 3-12 μm . *S. platensis* mempunyai badan polihedral, butir-butir cyanophysin, butir-butir glikogen, ribosom 70 S, butir lemak, badan polifosfat dan vakuola gas dalam kromoplasmanya yang digunakan untuk menyimpan oksigen, mengambang dan sekaligus mempertahankan berat jenis sel terhadap berat jenis air (Kabinawa, 2006).



Gambar 1. Morfologi *Spirulina platensis* dengan SEM

2.1.2 Kandungan Gizi dan Manfaat *Spirulina platensis*

Kandungan nutrisi yang terdapat pada *S. platensis* terutama proteinnya, jauh melebihi nilai nutrisi yang terkandung pada bahan pangan lain seperti daging, telur, kedelai dan sayuran. Secara garis besar kandungan nutrisi yang terdapat pada *Spirulina platensis* berupa protein 60-70%, karbohidrat 15-25%, lemak 6-8%, mineral 7-13%, serat 8-10% dan kadar air 3%. Sehingga *S. platensis* sangat baik digunakan untuk memperbaiki nilai gizi pada kesehatan manusia (Kabinawa, 2006).

Spirulina sp. mengandung pigmen biru fikosianin sekitar 20% berat keringnya. Fikosianin merupakan pigmen yang berasosiasi dengan protein dan bersifat polar serta larut air, dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut air atau *buffer*. Fikosianin telah digunakan sebagai pewarna alami makanan, kosmetika, dan obat-obatan. Fikosianin merupakan protein kompleks yang mampu meningkatkan kekebalan tubuh, bersifat antikanker dan antioksidan (Ridlo *et al.*, 2015).

Spirulina efektif untuk mengobati alergi tertentu, kanker, hepatotoksisitas, penyakit virus, dan penyakit-penyakit kardiovaskuler, hiperglikemia, hiperlipidemia, immunodefisiensi, dan proses inflamatori. Aktivitas potensial tersebut juga disebabkan adanya kandungan asam lemak omega-3, omega-6, β -karoten, alpha-tocopherol, *phycocyanin*, phenol, Ca-Spirulan (Ca-SP) serta

mengandung *phycocyanin* yang berperan untuk menginduksi sel T pada beberapa gangguan inflamasi (Lokapirnasari dan Yulianto, 2014).

2.2 Ikan Patin (*Pangasius pangasius*)

Ikan patin adalah salah satu ikan ekonomis unggul perairan air tawar yang termasuk ke dalam famili *Pangasidae* dengan nama umum *catfish* dan sudah banyak dibudidayakan, baik di kolam maupun karamba. Ikan patin terkenal sebagai komoditas yang memiliki prospek gemilang dengan badan panjang berwarna putih perak dan bagian dorsal kebiruan.

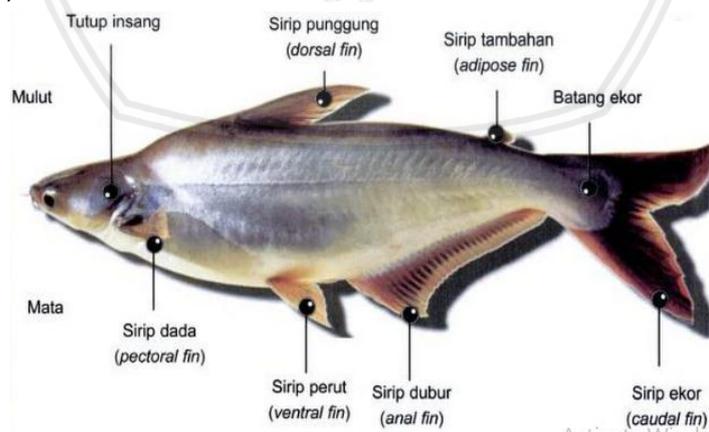
Di Indonesia terdapat 13 jenis ikan patin, namun yang paling populer adalah *Pangasius* sp. Sentra produksi ikan patin di Indonesia terutama adalah Pulau Sumatra dan Kalimantan, khususnya Provinsi Sumatra Selatan, Jambi, Riau, Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Produksi ikan patin terus meningkat signifikan setiap tahun, dari tahun 2010 hingga 2013, masing-masing sebesar 147.888 ton dan 675.324 ton (Data Statistik KKP) (Djauhari *et al.*, 2017).

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Patin (*Pangasius pangasius*)

Ikan patin (*Pangasius* sp.) menurut Subachri *et al.* (2015), termasuk *family pengasidae*, yaitu jenis ikan yang memiliki lubang mulut kecil berpinggiran bola mata yang bebas, sirip punggung tambahan sangat kecil dan bersungut di hidung. Klasifikasi ikan patin adalah sebagai berikut:

Phylum	: Chordata
Sub Phylum	: Vertebrata
Super Class	: Pisces
Class	: Osteichthyes
Sub Class	: Actinopterygii
Marga	: <i>Pangasius</i>
Spesies	: <i>Pangasius</i> sp.

Tubuh memanjang dan memampat secara lateral tanpa sisik. Kepala dan perut rata, ekor menyempit di belakang sirip adiposa tetapi sedikit memanjang sebelum tangkai ekor (*caudal peduncle*). Mata berada di setengah bagian depan kepala serta memiliki bentuk mulut sub-terminal dengan mulut yang cukup menonjol, rahang atas lebih panjang dari rahang bawah. Empat kelompok gigi terletak di langit-langit mulut; gigi *palatine* berada dalam deretan membentuk bulan sabit, gigi *vomarine* terletak berdekatan dengan gigi *palatine*. Memiliki dua pasang barbell, panjang maksila mencapai dasar sirip dada dan panjang mandibula setengah dari panjang maksila. Sirip punggung pertama terhubung dengan tulang belakang sehingga cukup kuat dibagian yang bergerigi. Sirip punggung adiposa pendek dan terletak berlawanan dengan bagian tengah sirip dubur. Tulang belakang sirip dada bergerigi, kuat dan sepanjang tulang punggung. Sirip dubur besar dan mengembang dengan baik. Sirip ekor bercabang dengan lobus atas sedikit lebih panjang. Warna tubuh keperakan, paling gelap di bagian belakang dan berwarna keunguan di sisi tepiannya, pipi dan bagian bawah kepala berwarna emas, sirip ekor berwarna kuning cerah (Gupta, 2016).



Gambar 2. Morfologi Ikan Patin (*Pangasius* sp.)

2.2.2 Kandungan Gizi dan Manfaat Ikan Patin

Kandungan gizi menurut Nurilmala *et al.* (2015) dipaparkan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi Proksimat Filet Ikan Patin

Parameter	Jambi (%)	Karawang (%)	Impor (%)
Kadar Air	77.45±0.06 ^a	83.07±0.33 ^b	84.99±0.22 ^c
Kadar Abu	0.83±0.04 ^a	0.61±0.03 ^a	0.26±0.13 ^b
Lemak	3.71±0.01 ^a	0.26±0.18 ^b	0.27±0.13 ^b
Protein	17.79±0.20 ^a	15.18±0.59 ^b	13.46±0.59 ^c
Karbohidrat	0.23±0.23 ^a	0.88±0.48 ^a	1.30±0.81 ^a

Ikan patin (*Pangasius* sp.) merupakan salah satu jenis ikan konsumsi air tawar asli Indonesia yang tersebar di sebagian wilayah Sumatera dan Kalimantan. Ikan patin adalah salah satu jenis ikan yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Berdasarkan komposisi gizinya, ikan patin tergolong ke dalam salah satu jenis ikan yang memiliki kadar protein yang tinggi (Silaban *et al.*, 2017). Menurut Hidayati *et al.* (2017), Kandungan protein pada *fillet* patin cukup tinggi, yaitu berkisar antara 12,94–17,52% (bb). Kandungan protein yang cukup tinggi pada ikan dapat digunakan untuk menangani masalah defisiensi protein.

2.3 Mi kering

Pembahasan mi kering akan dibahas lebih lanjut mengenai definisi mi kering, syarat mutu mi kering menurut (SNI, 2015), bahan pembuatan mi kering, tahapan pembuatan mi kering dan hasil penelitian terdahulu.

2.3.1 Definisi Mi kering

Mi kering merupakan salah satu produk yang banyak digemari oleh masyarakat sebagai bahan pangan utama ataupun bahan pangan pelengkap. Mi terkenal dengan harga yang ekonomis dan praktis. Mi kering adalah mi mentah yang telah dikeringkan hingga kadar airnya kurang dari 10% sehingga menjadi

sumber karbohidrat yang awet dan tidak mudah busuk. Bahan utama penyusun mi kering yaitu tepung terigu (Yolanda *et al.*, 2018).

Mi kering merupakan suatu jenis makanan hasil olahan tepung yang sudah dikenal oleh sebagian besar masyarakat Indonesia dan sudah dijadikan sebagai bahan pangan pokok selain beras. Sejauh ini, pangsa pasar mi kering secara nasional mencapai 70 sampai 80% sehingga terjadi pergeseran konsumsi dari mi basah ke mi kering. Mi kering diperoleh dengan cara mengeringkan mi mentah dengan metode dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ dan mempunyai daya simpan yang lebih lama tergantung dari kadar air dan cara penyimpanannya (Mulyadi *et al.*, 2014). Mi kering diolah dengan tidak mengalami proses pemasakan lanjut ketika benang mi telah dipotong, melainkan mi segar yang langsung dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 8-10%. Daya simpannya juga relatif panjang karena bersifat kering (Dewi *et al.*, 2015).

Mi kering memiliki karakteristik yaitu berwarna putih, sedikit terpecah-pecah selama proses pemasakan dan permukaan lembut. Mi yang difortifikasi dengan tepung rumput laut jenis *E. cottonii* tidak hanya halal, tetapi juga thoyib karena mengandung serat tinggi dan kaya yodium. Rumput laut jenis *E. cottonii* pada pembuatan mi basah dengan konsentrasi masing-masing 0%, 10%, 20% dan 30% menghasilkan mi dengan kandungan yodium dan serat kasar yang tinggi (Jaziri *et al.*, 2019).

2.3.2 Bahan Pembuatan 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. Penjelasan mengenai bahan penyusun mi dijelaskan sebagai berikut.

- **Tepung Terigu**

Tepung terigu yang terbuat dari biji gandum memiliki keistimewaan karena adanya kandungan gluten dalam bahan. Tepung terigu mengandung protein sebesar 7-22% yang terdiri dari jenis protein albumin, globulin, gliadin, glutenin, dan gluten. Gluten terbentuk apabila glutenin dan gliadin tercampur air. Gluten merupakan senyawa yang dapat membentuk sifat kohesif dan viskoelastis sehingga dapat membentuk tekstur elastis pada mi (Asthami *et al.*, 2016).

Tepung terigu adalah tepung atau bubuk halus yang berasal dari bulir gandum, dan digunakan sebagai bahan dasar pembuat kue, mi dan roti. Kata tepung terigu dalam bahasa Indonesia diserap dari bahasa Portugis, trigo, yang berarti "gandum". Tepung terigu mengandung banyak zat pati, yaitu karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air. Tepung terigu juga mengandung protein dalam bentuk gluten yang berperan dalam menentukan kekenyalan makanan yang terbuat dari bahan tepung terigu (Minah *et al.*, 2015).

Tepung terigu memiliki karakteristik khas yang tidak dimiliki tepung lain (tepung beras, maizena, sorgum) yaitu mengandung gluten. Gluten adalah protein yang secara alami terdapat dalam tepung terigu. Fungsi tepung terigu dalam pembuatan adonan sangat penting karena kemampuannya dapat menyerap air dalam jumlah besar, dapat mencapai konsistensi adonan yang tepat, memiliki elastisitas yang baik untuk menghasilkan makanan dengan tekstur lembut dan volume besar dan mengandung 12-13% protein (Rahmah *et al.*, 2017).

- **Garam**

Garam berperan dalam pemberi rasa, memperkuat tekstur mi, meningkatkan elastisitas, dan mengikat air. Selain itu garam dapat menghambat

aktivitas enzim protease dan amilase sehingga mengurangi sifat lengket dan pengembangan secara berlebihan (Asthami *et al.*, 2016).

Garam atau NaCl merupakan bahan tambahan makanan yang sudah umum dimasyarakat. Garam dapur ini biasa digunakan sebagai penyedap dan pengawet alami pada makanan. Garam dapur mampu mengawetkan makanan dikarenakan sifat garam yang mampu menghambat tumbuhnya mikroorganisme pada makanan. Kemampuan tersebut dikarenakan adanya ion khlor pada garam yang dapat menjadi racun pada mikroorganisme dan dapat mengganggu kerja enzim proteolitik dikarenakan bisa menyebabkan denaturasi protein (Widiyanti *et al.*, 2015).

- **Telur**

Telur memiliki dua bagian yaitu putih telur dan kuning telur. Putih telur membantu menghasilkan lapisan tipis pada permukaan mi yang dapat mencegah penyerapan minyak yang berlebih. Kuning telur berperan sebagai pengemulsi yang baik dan dapat mempercepat hidrasi air untuk mengembangkan adonan (Asthami *et al.*, 2016).

Telur menurut Paran (2009), adalah bahan yang sangat penting dalam pembuatan adonan. Komposisi rata-rata telur ayam sebagai berikut.

Tabel 2. Komposisi Rata-rata Telur Ayam

Telur	Telur utuh (%)	Kuning Telur (%)	Putih Telur (%)
Protein	14,0	17,0	12,0
Fat	12,0	31,0	0,2
Gula (sebagai <i>glucose</i>)	0,3	0,2	0,4
Abu	1,0	1,5	1,0

Kuning telur adalah bagian yang lebih padat daripada putih telur, dan hampir semua lemak dari telur berada dibagian ini. Kuning telur mengandung lechitin yang berfungsi sebagai pengembang. Meskipun bentuknya padat, kuning telur mengandung kadar air sebanyak 50%. Sedangkan putih telur mengandung

86% air didalamnya. Fungsi telur adalah untuk menambah nilai gizi, memperkaya rasa, pengembangan adonan, membuat adonan lebih enak dan empuk.

- **Air**

Salah satu faktor penentu mutu adonan adalah volume air yang digunakan dalam pembuatan adonan. Air berperan penting dalam pembentukan sifat viskoelastisitas adonan, melalui pembentukan ikatan-ikatan disulfida dan ionik antar komponen protein. Jika jumlah air yang digunakan sedikit atau kurang dalam proses pembentukan adonan, maka interaksi antar komponen akan terhambat. Namun jika air yang digunakan berlebih, dapat menyebabkan rusaknya interaksi antar komponen. Penambahan air dalam jumlah yang tepat, dapat membentuk adonan dengan sifat viskoelastisitas yang optimal (Rauf dan Sarbini, 2015). Menurut SNI 01-2974-1996 tentang syarat mutu mi kering, kadar air mutu II maksimal sebanyak 10% (wb).

- **Tepung rumput laut *E. spinosum***

Penambahan tepung rumput laut dalam pembuatan mi kering juga masih jarang dilakukan dan potensi rumput laut sebagai bahan baku tepung sangat melimpah. Penambahan tepung rumput laut *E. spinosum* pada mi kering dapat meningkatkan kekenyalan karena mampu berinteraksi dengan makromolekul sehingga mampu membentuk gel (Widyaningtyas, 2015).

2.3.3 Standar Mutu Mi kering

Mi kering menurut SNI 8217 (2015) adalah produk makanan kering yang terbuat dari tepung terigu, dengan penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan, berbentuk khas mi. Syarat mutu mi kering dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Mi Kering Menurut SNI 8217 (2015)

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
5.	Arsen (As)	Mg/kg	Maks. 0,5	Maks0,5

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2015)

2.3.4 Hasil Penelitian Terdahulu

Studi sebelumnya dan data terbaru pada pembuatan mi kering (penelitian pendahuluan) menunjukkan bahwa beberapa bahan ditambahkan dalam produk untuk meningkatkan kandungan nilai gizi diantaranya tepung ikan, *S. platensis*. dan tepung rumput laut. Hasil penelitian terdahulu dengan topik yang sama dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Penelitian Terdahulu dengan Topik yang Sama.

Nama Peneliti	Hasil Penelitian
Zuhri et al., 2014; Pengkayaan kualitas mi kering dengan penambahan tepung daging ikan lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) sebagai sumber protein	Produk mi kering yang ditambahkan tepung daging ikan lele bertujuan untuk meningkatkan kandungan protein pada mi. Perlakuan penambahan tepung ikan lele konsentrasi 5% paling baik diterapkan dan paling disukai oleh panelis dengan asam amino lisin (17,85 mg/g), tensile strength (0,103 N/mm ²), kadar protein (10,95%), air (10,42%), abu (1,6%), lemak (1,78%) dan karbohidrat (76,15%).
Fitriani, 2018; Pengaruh penambahan tiga jenis ikan terhadap tingkat kesukaan dan kadar protein mi kering	Mi kering diperoleh dengan cara mengeringkan mi basah dengan metode penjemuran atau juga dikeringkan dalam oven pada suhu ± 60°C hingga kadar airnya mencapai 8 -10% sehingga mempunyai daya simpan yang lebih lama tergantung dari kadar air dan cara penyimpanannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mi kering ikan patin menghasilkan rasa yang

Gusriadi et al., 2014;
Peningkatan gizi mi instan dengan penambahan tepung ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*)

paling disukai dan kadar protein tertinggi yakni sebesar 23,0007%

Mi dibuat dari campuran tepung terigu (50%), tepung ubi jalar ungu (10%), telur (15%), garam (0,7%), air (23%), minyak goreng (0,3%), CMC (1%) dan selanjutnya ditambahkan tepung ikan patin masing-masing 0%, 5%, 10%, dan 15 %. Hasil penelitian menunjukkan penambahan tepung ikan patin 15%, menghasilkan mi instan yang terbaik secara sensoris maupun proksimat. Kadar air, protein, karbohidrat, dan lemak berturut-turut adalah 3,88%, 36,67%, 21,00%, dan 9,03%.

Kumoro et al, 2016;
Incorporation of microalgae and seaweed in instant fried wheat noodles manufacturing: nutrition and culinary properties study

Peningkatan kandungan protein pada mi kering dilakukan dengan penambahan tepung rumput laut dan *Spirulina* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi terbaik dalam pembuatan mi adalah 90 g tepung terigu, 5 g *Spirulina platensis*, dan 5 g Tepung *Eucheuma cottonii*. Mi yang dihasilkan tinggi akan kandungan protein, kadar lemak rendah serta berdasarkan uji organoleptik mi tersebut paling disukai panelis.

2.3.5 Pembuatan Mi kering

Proses produksi mi kering menurut Kencana *et al.* (2018), terdiri dari serangkaian kegiatan yang saling berhubungan satu sama lain. Untuk menghasilkan kualitas mi kering yang baik dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- **Persiapan Sampel**

Ikan segar disiangi dan dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Kemudian dagingnya di *fillet* lalu digiling hingga halus dan lumat dengan menggunakan *blender*. Masing-masing lumatan daging ikan dicampur dengan tepung terigu, tepung mocaf, serta kuning telur dan sedikit garam. Adonan diuli dan diberi air hingga kalis. Setelah itu, adonan didiamkan selama 2-3 menit. Hal ini dilakukan untuk memberi ruang penyebaran air dan pembentukan gluten.

- Pencetakan

Adonan yang telah mengembang dipress hingga membentuk lembaran. Proses selanjutnya adalah pembentukan benang-benang mi dengan mesin pencetak mi atau *roller press*. Adonan ditekan menjadi bentuk lembaran sampai ketebalan ± 1.5 mm kemudian dipotong menggunakan alat pencetak mi hingga menjadi benang-benang mi.

- Pengukusan

Benang-benang mi yang sudah terbentuk selanjutnya dikukus dalam panci selama 5 menit. Kemudian ditiriskan hingga tidak ada air yang menetes.

- Pengeringan

Mi yang sudah dikukus kemudian diletakkan pada wadah, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam.

Proses Pembuatan mi kering menurut Widatmoko dan Estiasih (2015), adalah sebagai berikut:

- a. Tepung ubi jalar ungu dicampur dengan gluten sesuai dengan proporsi yang telah ditentukan.
- b. Formulasi mi kering yang digunakan berdasarkan literatur, beberapa penelitian terdahulu yaitu dari tepung utama (ubi jalar ungu dan gluten) 100 gram ditambahkan bahan pembantu garam dapur sebanyak 1,5%, air secukupnya dan telur 0,5%.
- c. Bahan-bahan tersebut dicampurkan dan diaduk selama 5 menit lalu dimasukkan ke dalam *roll pressing* hingga membentuk lempengan kemudian dicetak dengan *noodle maker* hingga terbentuk pilinan mi.
- d. Mi dibentuk pada cetakan dan dikukus dengan suhu $100^{\circ}\text{C} \pm$ selama 10 menit kemudian didinginkan hingga suhu kamar antara $35\text{-}37^{\circ}\text{C}$.

- e. Mi hasil pengukusan kemudian dikeringkan dengan pengering kabinet suhu 60°C selama 8 jam sehingga dihasilkan mi kering, selanjutnya mi dianalisis baik dalam keadaan kering maupun setelah pemasakan.

2.4 Mikroenkapsulasi

Pembahasan tentang mikroenkapsulasi akan dibahas lebih lanjut mengenai definisi, bahan penyalut dan alat yang digunakan dalam teknik mikroenkapsulasi.

2.4.1 Pengertian Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi merupakan suatu proses yang mengubah bahan padat maupun cair menjadi bentuk kapsul dalam ukuran mikro (0,2 – 5000 μm). Proses ini bertujuan untuk melindungi dan mempertahankan komponen aktif dari pengaruh lingkungan. Metode mikroenkapsulasi yang sering digunakan yaitu dengan *spray drying* karena biayanya lebih rendah dan peralatannya yang mudah dijumpai. Pembentukan kapsul dalam ukuran mikro dibutuhkan material lain sebagai material pelapis atau yang sering disebut dengan bahan penyalut (Purnamayati dan Dewi, 2016).

Mikroenkapsulasi merupakan teknologi penyalutan padatan, cairan dan gas oleh kapsul dalam bentuk mikro dimana kapsul tersebut dapat melepaskan isinya dibawah kondisi spesifik. *Spray drying* adalah metode tertua dan merupakan teknik enkapsulasi yang paling banyak digunakan di sektor industri makanan (Khasanah *et al.*, 2015).

2.4.2 Bahan Penyalut pada Mikroenkapsulasi

Bahan penyalut yang digunakan dalam mikroenkapsulasi harus bersifat emulsifier, dapat membentuk lapisan film, dan dapat membuat bahan aktif menjadi *a free flowing powder*, sehingga mudah ditambahkan dalam bahan pangan. Komposisi material pelapis yang digunakan akan menentukan

karakteristik fisik mikrokapsul seperti zat padat terlarut dan waktu *release* (Purnamayati dan Dewi, 2016).

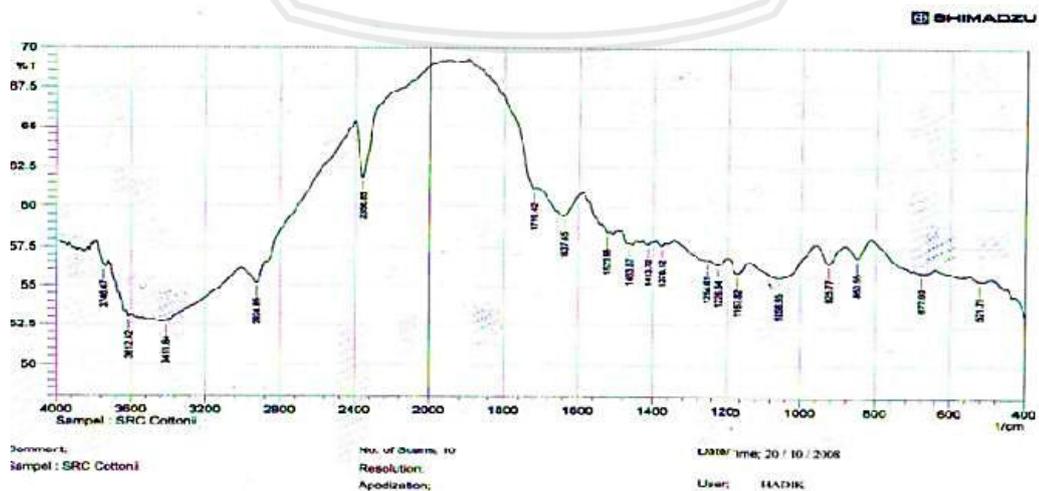
Jenis bahan penyalut yang sering digunakan pada teknik mikroenkapsulasi adalah golongan *gum*, karbohidrat dan protein (Khasanah *et al.*, 2016). Bahan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk melapisi inti. Bahan penyalut bermanfaat untuk menutupi rasa dan bau yang tidak enak, perlindungan terhadap lingkungan, meningkatkan stabilitas, dan mencegah penguapan. Bahan penyalut harus mampu memberikan suatu lapisan tipis yang kohesif dengan bahan inti, dapat bercampur secara kimia, tidak bereaksi dengan inti (bersifat *inert*). Bahan penyalut yang dipakai bisa berupa polimer alam, semi sintetik, maupun sintetik dengan ketebalan dinding penyalut 0,1-60 mikrometer (Firdaus *et al.*, 2014).

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

Kappa karaginan ditandai dengan adanya gugus D-galaktosa-4-sulfat dengan ikatan β -1,3 dan 3,6-anhidro-D-galaktosa dengan ikatan α -1,4. Analisa dengan spektrofotometer infra merah, gugus fungsi D-galaktosa-4-sulfat akan muncul pada panjang gelombang 840-850 cm^{-1} , gugus 3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat akan muncul pada panjang gelombang 928-933 cm^{-1} , gugus 3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat akan muncul pada panjang gelombang 800-805 cm^{-1} serta gugus fungsi ester sulfat akan muncul pada panjang gelombang 1220-1260

cm⁻¹. Kappa karaginan dapat dijadikan sebagai bahan penyalut karena kemampuannya dalam membentuk gel. Spesies *E. cottoni* mempunyai sifat gel yang kokoh dan kuat (Firdaus *et al.*, 2014).

SRC jenis *E. cottoni* adalah bahan penyalut yang memiliki sifat-sifat seperti gugus hidroksil dan sulfat pada SRC bersifat hidrofilik, maka dari itu polimer dikelilingi oleh molekul-molekul air yang terimobilisasi, sehingga larutan SRC menjadi kental. k-karaginan dapat digunakan sebagai media imobilisasi sel. (Setijawati *et al.*, 2011) melaporkan bahwa kappa karaginan dapat digunakan sebagai bahan pengkapsulat karena kappa karaginan memiliki kekuatan gel yang bagus karena adanya gugus fungsi anhidro galaktosa (AG). Adanya gugus fungsi AG ini akan menghasilkan pembentukan gel dengan nilai kekuatan gel yang tinggi seperti yang terjadi pada agar. Kualitas fisikokimia SRC jenis *Eucheuma cottonii* air sebesar 11,6% , kadar abu 18,5%, kadar sulfat 28%, kekuatan gel 1060 dyne/cm gelling point 23,8 point 80,4 cPas. Bahan ekstraksi yang menggunakan ion Kalium pada kappa-karaginan yang dihasilkan dari proses SRC jenis *E. cottonii* akan memberikan ikatan pada jembatan *double junction*, sehingga akan memberikan tipe gel yang kokoh dan rigid (Setijawati *et al.* 2011).



Gambar 3. FTIR SRC Jenis *Eucheuma cottonii* (Kappa Karaginan)

Karakteristik gugus fungsi menggunakan FTIR SRC jenis *Eucheuma cottonii* menurut Setijawati *et al.* (2011) pada Gambar 3 ditandai dengan sifat polisakarida yang larut dalam air, dimana dapat diketahui dengan adanya gugus hidroksil pada panjang gelombang 3371.34 cm^{-1} . Sedangkan pada panjang gelombang $1167,82\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan total sulfat, panjang gelombang 931.55 cm^{-1} menunjukkan anhidro galaktosa, panjang gelombang 850.55 cm^{-1} menunjukkan ester sulfat posisi 4, dan panjang gelombang 806.19 cm^{-1} menunjukkan ester sulfat posisi 2.

2.4.3 Alat yang Digunakan dalam Teknik Mikroenkapsulasi

Alat yang digunakan dalam proses enkapsulasi adalah *spray dryer*. *Spray dryer* biasa digunakan untuk mengeringkan suatu larutan, campuran atau produk cair lainnya menjadi bentuk *powder* pada kadar air mendekati kesetimbangan dengan kondisi udara pada tempat produk keluar. Proses pengecilan partikel hingga berukuran mikro bahkan nano dapat dilakukan dengan metode ini. Proses pengeringan semprot banyak digunakan dalam industri makanan maupun farmasi sebagai proses untuk pembuatan *powder*. Dalam proses pengeringan semprot, cairan disemprotkan dan dikontakkan dengan udara panas untuk menguapkan pelarut yang berada dalam suatu larutan. Produk yang dihasilkan berbentuk partikel. Kontak antara udara panas dan cairan dapat terjadi melalui *co-current* maupun *counter-current*. Keuntungan penggunaan *spray dryer* yaitu akan memperkecil kerusakan bahan aktif *Spirulina* (fikosianin) yang sensitif terhadap panas. Waktu kontak antara droplet bahan dengan udara panas dalam ruangan pengering berlangsung singkat, hanya beberapa detik sehingga sedikit sekali kemungkinan nutrisi terdegradasi karena panas. Kelebihan dari *spray dryer* yaitu : (1) produk akan menjadi kering tanpa bersentuhan langsung dengan permukaan logam panas, (2) suhu produk rendah meskipun suhu udara

pengering yang digunakan cukup tinggi, (3) penguapan air terjadi pada permukaan yang sangat luas sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan hanya beberapa detik saja, dan (4) produk akhir yang dihasilkan berbentuk bubuk yang stabil sehingga memudahkan dalam penanganan dan transportasi (Prihapsara *et al.*, 2018).

2.3 Serat Pangan

Pembahasan serat pangan akan dibahas lebih lanjut mengenai pengertian serat pangan dan manfaat serat pangan.

2.5.1 Pengertian Serat Pangan

Serat pangan (*dietary fiber, DF*) merupakan bagian dari tumbuhan yang dapat dikonsumsi dan tersusun dari karbohidrat yang memiliki sifat resistan terhadap proses pencernaan dan penyerapan di usus halus manusia serta mengalami fermentasi sebagian atau keseluruhan di usus besar. Secara umum, serat pangan terbagi menjadi dua berdasarkan kelarutannya dalam air, yaitu serat terlarut (*soluble fiber*) dan serat tidak terlarut (*insoluble fiber*). *Soluble fiber* adalah jenis serat yang dapat larut dalam air, sehingga dapat melewati usus halus dengan mudah dan difermentasi di mikroflora usus besar. Yang termasuk dalam *soluble fiber* adalah pectin, gum dan beberapa jenis hemiselulosa. Sedangkan, *insoluble fiber* adalah jenis serat yang tidak dapat larut dalam air. Jenis serat ini tidak dapat membentuk gel ketika melewati usus halus dan sangat sulit difermentasi oleh mikroflora usus besar manusia, contoh dari serat *insoluble* adalah lignin, selulosa dan hemiselulosa (Fairudz dan Nisa, 2015).

2.5.2 Manfaat Serat Pangan

Asupan serat makanan (DF) memberikan banyak manfaat kesehatan, seperti berkurangnya risiko keracunan, penyakit jantung koroner, hipertensi,

obesitas, diabetes dan asma. Total serat makanan (TDF) berdasarkan kelarutannya umumnya diklasifikasikan menjadi dua macam yakni serat pangan tidak larut (IDF) dan terlarut (SDF). Sifat fungsional DF sangat bervariasi tergantung pada sumbernya serat karena itu direkomendasikan untuk mengeksplorasi sumber serat baru untuk ditambahkan ke dalam pangan (Chen *et al.*, 2015).

Konsumsi serat makanan (DF) memiliki beberapa manfaat kesehatan termasuk kontrol berat badan (diet), serum lipid dan reduksi kolesterol, respons glukosa postprandial terkontrol, dan pencegahan kanker usus besar yang dikaitkan dengan sifat fisikokimia dan fungsional DF. Selain itu serat makanan tidak larut (IDF) dengan kapasitas retensi air yang tinggi (WRC) dan kapasitas pengembangan air (WSC) dapat meningkatkan rasa kenyang, meningkatkan volume tinja, dan mempersingkat waktu buang air besar, sehingga mengurangi risiko obesitas, sembelit, dan kanker usus besar. Serat makanan larut (SDF) dengan viskositas tinggi berkaitan dengan sifat fisikokimia, fungsional, dan metabolisme DF. SDF memiliki efek fisiologis, seperti meningkatkan rasa kenyang, mengatur dan meningkatkan mikroflora usus, mengurangi penyerapan kembali asam empedu dan penyerapan karbohidrat oleh usus, dan mencegah diabetes dan penyakit kardiovaskular lainnya (Ma dan Mu, 2016).

2.6 Parameter Fisika

Parameter fisika mi kering ikan patin meliputi *cooking loss*, kuat tarik dan elongasi.

2.6.1 *Cooking loss*

Susut masak atau *cooking loss* merupakan banyaknya padatan yang keluar atau hilang terlarut ke dalam air selama proses pemasakan. *Cooking loss*

merupakan parameter kualitas yang penting untuk produk mi. Semakin rendah nilai *cooking loss* menunjukkan bahwa mi yang diuji memiliki tekstur yang kokoh dan homogen (Taqi *et al.*, 2018). Faktor penting yang mempengaruhi kualitas mi masak adalah kehilangan padatan akibat pemasakan, semakin tingginya kelarutan pati akan menghasilkan air masak yang keruh (Jaziri *et al.*, 2019).

Cooking loss menyebabkan penurunan kekerasan karena adanya daya tahan bahan untuk pecah akibat gaya tekan yang diberikan. Semakin besar gaya yang dibutuhkan maka menandakan kekerasan semakin tinggi. Semakin besar nilai *cooking loss* maka akan menyebabkan kekerasan semakin menurun. Fenomena ini dimungkinkan karena banyaknya padatan yang telah hilang. *Cooking loss* menunjukkan banyaknya padatan yang terdapat didalam mi yang keluar serta terlarut ke dalam air selama pemasakan. Semakin lemahnya ikatan amilosa-protein, maka struktur keseluruhan mi akan melemah dan memudahkan padatan untuk larut selama pemasakan berlangsung (Yuliani *et al.*, 2015).

2.6.2 Kuat Tarik

Tensile strength (kekuatan tarik) 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 *tensile strength* 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.

Sampel mi yang akan diuji adalah mi yang telah mengalami proses pemasakan dari mi kering (Kurniasari *et al.*, 2015). Semakin banyak

penambahan rumput laut pada adonan mi membuat kadar air dan warnanya semakin meningkat dan mengakibatkan sifat fisik mi seperti daya serap air, daya pengembangan mi dan daya putus mi semakin menurun. Dengan adanya rumput laut pada campuran adonan mi basah diharapkan dapat menambah kadar serat pada mi basah. Serat kasar yang ada pada rumput laut dalam pencampuran mi sangat berpengaruh pada tekstur mi. Berkurangnya kandungan gluten akan mempengaruhi mi menjadi mudah putus (Billina *et al.*, 2014). Hal ini didukung oleh penelitian (Subarna, Muhandri, Nurtama, & Firlieyanti, 2012). 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. 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.

2.6.3 Elongasi

Elongasi menurut Indrianti *et al.* (2014), merupakan persen pertambahan jumlah panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum putus. Ditambahkan oleh (Fitriani, 2018), nilai elongasi dipengaruhi oleh kandungan gluten pada bahan, proporsi amilosa dan amilopektin maupun proses adonan. Selain faktor tersebut, elongasi juga dipengaruhi oleh komposisi adonan. Tingginya kandungan amilosa menyebabkan mi yang terbentuk menjadi lebih kenyal sehingga tidak mudah putus.

2.7 Parameter Kimia

Parameter kimia mi kering ikan patin meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat dan kadar serat pangan.

2.7.1 Kadar Air

Air merupakan komponen dalam bahan pangan yang dapat mempengaruhi tekstur dan daya tahan suatu bahan pangan. Sebagai pelaut universal (garam, vitamin, gula, pigmen), air dapat berionisasi (H_3O^+ , OH^-), mempengaruhi aktivitas enzim, dan berperan dalam berbagai reaksi kimia seperti hidrolisis protein. Air juga dapat menentukan keamanan dan stabilitas pangan karena air merupakan medium pertumbuhan mikroorganisme. Pada pengolahan bahan pangan, kadar air dapat mengalami perubahan terutama disebabkan oleh proses pemanasan. Hal ini dikarenakan panas dapat menyebabkan air menguap dan berkurang (Widarta *et al.*, 2015). 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).

Kadar air mi kering berkisar 8-10% setelah mengalami pengukusan dan pengeringan. Selain itu, diduga kadar air mi kering yang semakin rendah karena proses pengovenan. Proses pengeringan didasarkan pada terjadinya penguapan air (penghisapan air oleh udara) sebagai akibat perbedaan kandungan uap air antara udara dan produk yang dikeringkan. Menurut SNI 8217, 2015 kadar air mi kering berdasarkan mutu I adalah 8%. Kadar air berbanding terbalik dengan daya serap air. Semakin rendah kadar air, maka daya serap air semakin meningkat (Irsalina *et al.*, 2016).

2.7.2 Kadar Protein

Produk hasil perikanan banyak mengandung senyawa - senyawa yang sangat berguna bagi manusia, yaitu protein, kalsium, lemak, karbohidrat, vitamin, dan garam-garam mineral. Protein seringkali bergabung dengan senyawa

golongan lain seperti karbohidrat yang disebut glikoprotein. Tinggi atau rendahnya protein yang terukur dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang hilang dari bahan, nilai protein yang terukur akan semakin besar jika jumlah air yang hilang semakin besar. Menurut SNI 8217, 2015 kadar protein mi kering berdasarkan mutu I adalah 11%. Kandungan protein berpengaruh terhadap tekstur karena pada proses pengolahan mi kering dengan pengaruh panas dapat menyebabkan protein terdenaturasi dan membuatnya menjadi kaku sehingga tekstur mi kering semakin keras (Irsalina *et al.*, 2016).

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).

2.7.3 Kadar 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).

Terperangkapnya lemak dalam matriks gel menyebabkan lemak tidak berbeda nyata (Widyaningtyas, 2015). Kadar lemak yang tinggi pada suatu makanan akan menyebabkan makanan tersebut tidak stabil dan mudah rusak, tengik. Salah satu penyebab ketengikan adalah oksidasi lemak. Suhu pengeringan yang terlalu tinggi akan menyebabkan oksidasi lemak dalam bahan pangan menjadi lebih besar dibandingkan dengan suhu pengeringan yang rendah (Aliya *et al.*, 2016).

2.7.4 Kadar Abu

Abu merupakan zat anorganik sisa dari proses pembakaran bahan organik yang kandungan dan komposisinya tergantung bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu merupakan salah satu komponen gizi penting yang dapat menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan. Kadar abu menunjukkan total mineral yang terkandung dalam sebuah bahan pangan tertentu. Analisis kadar abu total merupakan salah satu parameter dari analisis proksimat yang digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu bahan/produk pangan (Widarta *et al.*, 2015).

2.7.5 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan komponen penting yang berperan sebagai sumber energi yang efektif. Karbohidrat terbagi menjadi dua kelompok yakni karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan karbohidrat yang dapat dicerna oleh enzim α -amilase yang terdapat pada sistem pencernaan manusia diantaranya monosakarida (fruktosa dan glukosa), disakarida (laktosa, sukrosa, dan maltosa), dan polisakarida (dekstrin dan pati). Karbohidrat akan diserap oleh tubuh dalam

bentuk monosakarida dan menghasilkan energi untuk proses metabolisme tubuh. Analisis karbohidrat dilakukan secara kuantitatif untuk menentukan sifat fisis, kimia dan komposisi suatu bahan pangan yang berkaitan dengan pembentukan stabilitas larutan, kekentalan, dan tekstur produk olahan (Widarta et al., 2015).

2.7.6 Kadar 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. *Dietary fiber* pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida. Berbagai jenis makanan pada umumnya mengandung *dietary fiber* (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*) dan serat pangan larut (*soluble dietary fiber*). 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.

Spirulina platensis mengandung serat pangan total sebesar 24,81% (Ekantari et al., 2017). Jumlah serat yang terdapat pada mi kering sebesar 0,4 g (Kusharto, 2006). Sedangkan kecukupan asupan serat pangan menurut Fairudz

dan Nisa (2015) adalah sebesar 16-28 g/hari. Namun dianjurkan untuk mengonsumsi makanan yang mengandung serat dan pati dalam jumlah yang tepat yaitu 20-35 g/hari. Serat pangan memiliki berbagai macam manfaat untuk kesehatan, meliputi melancarkan pencernaan dan mencegah kanker kolon, menurunkan kadar glukosa darah, berfungsi sebagai prebiotik, mengontrol kegemukan dan obesitas serta mengurangi kadar kolesterol dalam darah.

2.8 Parameter Organoleptik

Kriteria bahan pangan yang dapat diuji secara organoleptik yakni kenampakan, aroma, warna, tekstur, dan rasa yang dapat ditentukan melalui indera penglihatan, pencicipan, penciuman, perabaan. Kelima kriteria tersebut dapat diuji dengan metode kesukaan dengan pemberian bobot pada masing-masing parameter. Uji hedonik atau uji kesukaan merupakan uji dimana panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang disajikan berdasarkan kesukaan atau ketidaksukaan secara pribadi. Skala hedonik dapat dimulai dari amat sangat suka, sangat suka, suka, agak suka, netral, dan tidak suka. Panel yang dapat melakukan pengujian yakni 15 panelis semi terlatih (Wahyuningtias *et al.*, 2014).

2.8.1 Penampakan

Kenampakan merupakan karakteristik yang dipengaruhi oleh bentuk produk yakni keseragaman ukuran, keutuhan produk, dan perpaduan warna yang baik. Parameter ini sangat menentukan ketertarikan konsumen terhadap produk olahan yang dihasilkan, karena kenampakan menjadi parameter pertama yang akan dinilai. Seorang konsumen cenderung memilih sebuah produk yang rapi, utuh, dan bagus daripada produk yang tidak utuh dan kurang rapi (Wibowo *et al.*, 2014).

Kenampakan memiliki karakteristik umum diantaranya ukuran, bentuk, warna, tekstur permukaan, karbonasi produk, dan tingkat kemurniannya. Warna memiliki peranan penting dalam menarik perhatian konsumen, terutama pada bidang komoditi pangan. Warna memiliki daya tarik, tanda pengenal atau pembeda dengan produk lain, dan atribut yang dapat menentukan mutu pada suatu produk olahan, sehingga parameter ini dapat memberikan kesan kepada konsumen untuk menyukai produk yang dihasilkan atau tidak (Tarwendah, 2017).

2.8.2 Tekstur

Tekstur merupakan sebuah respon tactile sense yang terjadi ketika terjadi kontak antara makanan dengan bagian dalam rongga mulut. Sebagai perpaduan dari berbagai sifat fisik diantaranya ukuran, jumlah, entuk, dan unsurunsur lain yang dapat dirasakan oleh indera peraba, tekstur dapat menentukan kualitas dari produk olahan yang dihasilkan. Dalam bidang pangan, penilaian tekstur meliputi viskositas atau kekentalan, produk semi solid, dan produk padatan (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Tekstur dapat dinilai secara sensoris menggunakan ujung jar tangan. Perubahan tekstur pada produk berhubungan erat dengan aroma dan rasa pada produk tersebut. Hal ini dikarenakan tekstur produk mempengaruhi kecepatan rangsangan pada kelenjar liur dan sel olfaktori (Wibowo *et al.*, 2014).

2.8.3 Aroma

Aroma merupakan sebuah respon yang dihasilkan ketika suatu senyawa volatil pada makanan masuk kedalam rongga hidung dan dirasakan oleh sistem olfaktori. Senyawa ini memberikan pengaruh besar dalam produksi penyedap rasa, meningkatkan rasa dan meningkatkann daya tarik produk. Senyawa aroma

dapat masuk kedalam tubuh melalui hidung ketika manusia bernafas dan melalui belakang tenggorokan ketika manusia makan (Tarwendah, 2017).

Rangsangan kimia yang mengenai saraf olfaktori dalam hidung mampu menghasilkan aroma yang dapat menentukan mutu pada suatu produk. Aroma pada makanan menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas produk olahan yang dihasilkan. Secara umum, konsumen lebih menyukai dan tertarik terhadap bahan pangan yang memiliki aroma enak dan khas dibandingkan dengan aroma yang menyimpang dari aroma normal (Wibowo *et al.*, 2014).

2.8.4 Rasa

Rasa merupakan salah satu parameter penting yang dapat mempengaruhi konsumen dalam memilih sebuah produk. Umumnya, seorang konsumen bersedia membayar makanan dengan harga tinggi apabila memiliki rasa yang enak dan sesuai selera, tanpa mempertimbangan komposisi gizi pada makanan tersebut. Penerimaan suatu produk ditentukan oleh rasa yang mampu menarik perhatian konsumen. Selain itu, perubahan rasa juga dapat menentukan mutu dan kualitas produk (Wibowo *et al.*, 2014).

Kualitas pada makanan ditentukan oleh senyawa cita rasa. Senyawa ini mampu menghasilkan sensasi rasa (manis, asam, pahit, dan asin), trigeminal (dingin, panas, dan astringent), serta aroma yang dihasilkan setelah mengkonsumsi senyawa tersebut. Secara biologis, cita rasa merupakan sebuah sensasi yang dihasilkan dari bahan pangan yang masuk kedalam sistem pencernaan. Citarasa pertama dirasakan oleh reseptor aroma kemudian reseptor rasa. Lidah sebagai indera pengecap, mampu merasakan empat jenis rasa yakni manis, pahit, asin, dan asam (Midayanto dan Yuwono, 2014). 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.

2.8.5 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.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian terdiri dari bahan penelitian dan alat penelitian yang akan dijelaskan pada sub bab berikut.

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian utama yang digunakan dalam pembuatan mi kering adalah tepung *E. cottonii*, tepung ikan patin, tepung *E. spinosum*, *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan, Tepung terigu segitiga biru, telur, garam dan air. Bahan yang digunakan untuk membuat tepung ikan patin adalah ikan patin (*Pangasius pangasius*) yang berasal dari Pasar Mergan, air es, dan kain blacu. Bahan yang digunakan untuk membuat tepung spinosum adalah rumput laut jenis *E. spinosum* basah yang didapatkan dari Pasar Besar dan air. Bahan yang digunakan dalam pembuatan kappa karaginan adalah rumput laut jenis *E. cottonii* basah yang didapatkan dari Madura, aquadest, KOH, KCl, dan air. Bahan pembuatan enkapsulasi adalah bubuk *Spirulina platensis* yang diperoleh dari Green Gold Surabaya, Sol Refined Carageenan (RC) jenis kappa karaginan, air, KOH dan KCl. Bahan yang digunakan analisis kimia adalah tablet kjehdal, H₂SO₄, H₂O, NaOH, Aquades, metyl orange, PD (petroleum eter), kertas saring dan alumunium foil, sedangkan bahan yang digunakan analisis fisika adalah bahan uji *cooking loss*, elongasi dan kuat tarik untuk parameter tekstur.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan untuk pembuatan mi kering adalah baskom, gelas ukur, gilingan mi, timbangan digital, panci dan oven. Alat yang digunakan untuk membuat tepung ikan patin adalah oven merek kirin, *blender* Miyako dan ayakan. Alat yang digunakan untuk membuat tepung *E. spinosum* adalah oven

merek kirin, *disk mill* (di UPT Materia Medica Batu) dan ayakan. Alat yang digunakan dalam pembuatan karaginan adalah beaker glass, panci, baskom, oven, *disk mill* (di UPT Materia Medica Batu) dan ayakan. Alat yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi adalah beaker glass, panci, *magnetic stirrer*, *spray dryer* merek IKA Buchin mini *spray dryer* B-290. Alat yang digunakan dalam pengujian fisik dan kimia adalah cawan petri, cawan porselen, panci, kompor, oven, timbangan, saringan, penggaris, *Texture Profil Analyzer* merek Imada tipe ZP-200 N, oven, desikator, cawan, labu Kjedaahl, statif buret, Soxhlet, tanur dan FTIR.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen menurut Yusuf (2014), merupakan satu-satunya tipe penelitian yang lebih akurat atau teliti dibandingkan dengan tipe penelitian yang lain dalam menentukan relasi hubungan sebab akibat. Penelitian eksperimental merupakan suatu bentuk penelitian dimana variabel dimanipulasi sehingga dapat dipastikan pengaruh dan efek variabel tersebut terhadap variabel lain yang diselidiki atau diobservasi.

3.2.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian menurut Siyoto dan Sodik (2015), merupakan sesuatu yang menjadi objek pengamatan penelitian, sering juga disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan diteliti. Variabel-variabel dimaksud antara lain: variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi, menjelaskan, atau menerangkan variabel yang lain. Variabel bebas ini mampu mempengaruhi variabel terikat (Yusuf, 2014). Ditambahkan Siyoto dan Sodik (2015), variabel bebas sering disebut independent, variabel stimulus, prediktor, antecedent.

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat.

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau diterangkan oleh variabel lain tetapi tidak dapat mempengaruhi variabel yang lain (Yusuf, 2014). Variabel terikat menurut Siyoto dan Sodik (2015), Variabel terikat atau dependen atau disebut variabel output, kriteria, konsekuen, adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat tidak dimanipulasi, melainkan diamati variasinya sebagai hasil yang dipradugakan berasal dari variabel bebas. Biasanya variabel terikat adalah kondisi yang hendak kita jelaskan.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu penambahan *Spirulina platensis* 4% dan penambahan *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan sebesar 4%, 4,5%, 5% pada mi kering. Sedangkan variabel terikat yaitu analisis fisika yang meliputi *cooking loss*, elongasi, tekstur (kuat tarik); analisis kimia yang meliputi kandungan proksimat dan serat pangan; serta organoleptik yang meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa.

3.2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 Sublevel dan 5 kali ulangan. Model matematik Rancangan Acak Sederhana (RAL) sederhana adalah:

$$t(n-1) \geq 15$$

Dimana: t = jumlah perlakuan
 n = jumlah ulangan

Sehingga banyaknya ulangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (t)(n-1) &\geq 15 \\ 4n - 4 &\geq 15 \\ 4n &\geq 15 + 4 \\ 4n &\geq 19 \\ n &\geq 4,75 \text{ (5 ulangan)} \end{aligned}$$

Adapun model rancangan percobaan pada penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan Penelitian (RAL)

Sublevel	Ulangan				
	1	2	3	4	5
A	A1	A2	A3	A4	A5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5

Keterangan:

- A : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* 4%= 4 g
 B : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan 4%= 4 g
 C : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan 4,5%= 4,5 g
 D : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan 5%= 5 g

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan aplikasi SPSS versi 22. Parameter fisika, kimia dan serat pangan dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Kriteria penerimaan atau penolakan hipotesis statistik dapat dilihat dari nilai signifikansi atau p (probabilitas). Jika nilai $P < 0,05$ maka perlakuan yang dilakukan berpengaruh nyata namun jika $P > 0,05$ maka perlakuan yang dilakukan tidak berpengaruh secara nyata, dimana tingkat kepercayaannya 95% dan tingkat kesalahannya 5%. Jika didapatkan hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Parameter organoleptik dianalisis dengan Kruskal-Wallis. Kemudian penentuan perlakuan terbaik dari seluruh parameter yaitu menggunakan metode De Garmo.

3.3 Tahap Penelitian

Tahap penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.3.1 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 *Eucheuma spinosum* dan membuat mi kering dengan dan tanpa penambahan *Spirulina platensis* 5% serta membandingkan dengan mi komersial. Landasan yang akan digunakan untuk penelitian utama adalah hasil dari uji fisika dan uji organoleptik dari mi kering. Karakteristik fisik yang diamati meliputi *cooking loss*, elongasi, dan daya patah. Sementara itu sifat organoleptik pada mi kering patin yang diamati meliputi penampakan, aroma, rasa, dan tekstur.

- **Pembuatan Tepung Ikan Patin**

Ikan patin didapatkan dari pasar Mergan, Malang. Pembuatan tepung ikan patin mengacu pada penelitian oleh Patin DeOloviera *et al.* (2015) dengan modifikasi.

- a. Ikan patin difillet dan diambil dagingnya;
- b. Daging ikan patin dicuci secara manual sebanyak tiga kali dalam air es (7°C) selama 5 menit;
- c. Daging ikan diperbesar luas permukaannya dengan dihaluskan menggunakan *blender* kecepatan 2 selama 1 menit;
- d. Daging halus dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga kering;
- e. Daging ikan yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan *blender* selama 3 x 30 detik;
- f. Daging ikan yang telah hancur kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh sehingga didapatkan tepung ikan patin
- g. Didapatkan tepung ikan patin, dikemas dalam polietilen lalu diseal.

- **Pembuatan Tepung *Eucheuma spinosum***

Pembuatan tepung rumput laut menurut Agusman *et al.*, (2014), yang telah dimodifikasi adalah Rumput laut *E. spinosum* dicuci hingga bersih untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran kemudian dicacah kecil-kecil. Rumput laut yang telah dicacah dikeringkan pada suhu 65°C selama 12 jam hingga kering dengan alat pengering oven. Rumput laut yang telah kering digiling menjadi tepung dan diayak menggunakan saringan 100 *mesh*.

- **Pembuatan Mi Kering Patin**

Pembuatan mi kering menggunakan metode Vatsala dan Sudesh (2017) dengan modifikasi.

- a. Mencampurkan 50% tepung terigu dengan 5% tepung ikan patin (*Pangasius pangasius*), tepung 5% *Eucheuma spinosum* dan *Spirulina platensis* kering dengan konsentrasi 0% dan 5%.
- b. Ditambahkan 30% air hangat (45°C), 8% telur yang sudah dikocok sebelumnya, 2% garam kemudian diaduk hingga membentuk adonan yang kalis;
- c. Adonan kemudian didiamkan selama 30 menit;
- d. Adonan dibentuk menjadi lembaran dengan cara dimasukkan ke alat giling dengan ketebalan 3 mm dengan dua kali pengulangan;
- e. Setelah dibentuk, mi dilipat menjadi dua lipatan dan dikukus selama 2 menit;
- f. Mi dimasukkan oven selama 2-3 jam pada suhu 70°C hingga didapatkan mi kering;
- g. Mi kering disimpan pada plastik *polyetilen* dan disimpan pada suhu ruang sebelum dilakukan analisis lanjut.

Formulasi penelitian pendahuluan pembuatan mi kering dengan fortifikasi

Spirulina pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Formulasi penelitian pendahuluan mi kering patin

Bahan	Formula X	Formula Y	Formula Z
Tepung terigu		50	50
Tepung ikan patin		5	5
Tepung spinosum	Mi Komersial	5	5
Telur		8	8
Garam		2	2
Air		30	30
Bubuk <i>Spirulina</i>		0	5

Sumber: Modifikasi Vatsala dan Sudesh, 2017.

Keterangan:

X= Mi Komersial

Y= Total adonan mi kering (100 g)

Z= Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* 5%= 5 g

3.3.2 Penelitian Utama

Penelitian utama terdiri dari pembuatan kappa karaginan, enkapsulasi *Spirulina platensis*, dan penambahan konsentrasi *S. platensis* terenkapsulasi pada mi kering. Dilanjutkan dengan pengujian sifat fisika, kimia, serat pangan dan organoleptik pada mi kering. Penetapan konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan yang digunakan pada penelitian utama mengacu pada hasil penelitian pendahuluan.

3.3.2.1 Pembuatan Kappa Karaginan

Pembuatan *Semi Refined Carageenan* (SRC) *E. cottoni* dengan Metode PNG menurut (Setijawati *et al.*, 2011) adalah Rumput laut jenis *E. cottoni* kering yang digunakan berasal dari Madura. Rumput laut jenis *E. cottoni* kering ditimbang (5% dari larutan), dibersihkan dan dicuci. Kemudian rumput laut direbus. *E. cottoni* direbus dalam larutan KOH dengan konsentrasi 6% (w/v) dan ditambah dengan 0,75% KCl selama 2 jam. Lalu direbus dengan suhu 70-74°C. Setelah direbus kemudian rumput laut diambil dan dicuci dengan air bersih

sampai netral (pH 7). Setelah itu rumput laut dikeringkan dan digiling menggunakan *disk mill*.

- **Mikroenkapsulasi *Spirulina platensis***

Pembuatan mikroenkapsulasi *Spirulina* menggunakan *spray dryer* menurut (Dewi *et al.*, 2016) yang telah dimodifikasi adalah kappa karaginan ditambahkan ke dalam bubuk *Spirulina* sp. 1:1 (50 g *Spirulina* sp. dan 50 g kappa karaginan) lalu ditambahkan air 1000mL yang diletakkan di *beaker glass* kemudian dipanaskan di atas *hot plate* hingga mencapai suhu 80°C, setelah itu diangkat dari *hot plate* dan suhunya diturunkan hingga 40°C sambil terus diaduk agar tidak cepat membentuk gel. Kemudian sampel dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm selama 30 menit agar homogen. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam *spray dryer* untuk pengeringan dengan sistem atomisasi nozzle berdiameter 0,7mm. Selanjutnya sampel dikeringkan dengan menggunakan *spray dryer* suhu *inlet* 80°C, dan suhu *outlet* sebesar 56°C. Laju aliran umpan tadinya ditetapkan pada 5,1 mL/menit. Kemudian hasil mikroenkapsulasi diamati ukurannya menggunakan mikroskop.

- **Penambahan Konsentrasi *Spirulina* sp. pada Mi Kering**

Pada prinsipnya pembuatan mi kering adalah pembentukan, pengukusan dan pengeringan. Dilanjutkan dengan penambahan *Spirulina platensis* terenkapsulasi pada mi kering ikan patin. Adapun formulasi bahan dalam pembuatan mi kering dapat dilihat pada pada tabel 7.

Tabel 7. Formulasi Bahan Pembuatan Mi Kering Ikan Patin

No	Bahan	Formula A		Formula B		Formula C		Formula D	
		(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
1	Tepung terigu	100	50	100	50	100	50	100	50
2	Tepung ikan patin	10	5	10	5	10	5	10	5
3	Tepung <i>E. spinosum</i>	10	5	10	5	10	5	10	5
4	Telur	16	8	16	8	16	8	16	8
5	Garam	4	2	4	2	4	2	4	2
6	Air	60	30	60	30	60	30	60	30
7	<i>S. platensis</i>	8	4	-	-	-	-	-	-
8	<i>S. platensis</i> terenkapsulasi kappa karaginan	-	-	8	4	9	4,5	10	5

Sumber: Modifikasi (Vatsala dan Sudesh., 2017)

Keterangan

A : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* 4% = 4 g

B : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan 4% = 4 g

C : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan 4,5% = 4,5 g

D : Total adonan mi kering (100 g) x *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan 5% = 5 g

3.4 Analisis Pengujian

Pada pengujian fisik terdiri dari uji *cooking loss*, elongasi, dan tekstur (kuat tarik). Pada pengujian kimia terdiri dari kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat dan serat pangan, serta dilakukan pengujian organoleptik, dilakukan pengujian pada mi kering setelah proses pengovenan dan dalam keadaan kering.

3.4.1 Analisis Fisik

Analisis fisika terdiri dari pengujian *cooking loss*, kuat tarik dan elongasi.

Berikut uraian parameter fisika mi kering.

- **Cooking loss**

Cooking loss adalah kehilangan padatan akibat pemasakan yang terjadi karena lepasnya sebagian kecil pati dari untaian mi saat pemasakan. Pati yang terlepas tersuspensi dalam air rebusan dan menyebabkan kekeruhan. Fraksi pati

yang keluar selain menyebabkan kuah mi menjadi keruh, juga menjadikan kuah mi lebih kental. Tingginya *cooking loss* dapat menyebabkan tekstur mi menjadi lemah dan kurang licin. *Cooking loss* yang tinggi disebabkan oleh kurangnya optimumnya matriks pati tergelatinisasi dalam mengikat pati yang tidak tergelatinisasi (Ozyurt *et al.*, 2015). Sedangkan menurut Mulyadi *et al.* (2014) prinsip pengujian *cooking loss* yaitu proses hilangnya padatan akibat pemasakan yang terjadi karena lepasnya sebagian kecil pati dari untaian mi saat pemasakan. Metode pengujian *cooking loss* adalah sebagai berikut :

- a. Timbang sampel mi sebanyak 3 g
- b. Rebus mi selama kurang lebih 5 menit lalu tiriskan
- c. Masukkan sampel pada oven 105°C selama kurang lebih 4 jam
- d. Timbang mi yang sudah di oven lalu catat sebagai berat akhir sampel, % *cooking loss* dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\% \text{ Cooking Loss} = \frac{\text{berat awal sampel} - \text{berat akhir sampel}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

- **Elongasi**

Elongasi menunjukkan persen pemanjangan maksimum mi ketika menerima perlakuan mekanis berupa tarikan. Semakin banyak proporsi tepung koro pedang putih yang ditambahkan, elongasi pada mi makin menurun. Hal ini karena makin banyak tepung koro pedang putih yang ditambahkan, tekstur mi yang dihasilkan makin rigid/kaku sehingga elastisitas mi berkurang. Nilai elongasi berbanding terbalik dengan *tensile strength* (Murdiati *et al.*, 2015).

Elongasi diukur menggunakan *Texture Profile Analyzer* dengan prosedur pengujian sebagai berikut:

- a. Masak mi kering hingga matang;
- b. Pilih mi yang lurus dengan panjang ± 4 cm;

- c. Pasang pengait *tensile strength*, kemudian jepit mi pada pengait;
- d. Jalankan mesin melalui *computer* sehingga mi tertarik hingga putus;
- e. Baca nilai elongasi pada *computer*.

- **Kuat Tarik**

Karakteristik fisik mi yang meliputi kekerasan, kekenyalan dan kelengketan dianalisis menggunakan alat *Texture Analyzer* jenis TA. XT2i (*probe* SMSP/35; jarak *probe* 20 mm; kecepatan *probe* 1 mm/dt; *trigger auto* 5 g; dan *distance* 50 persen). Kekerasan didefinisikan sebagai peak tertinggi, yaitu gaya maksimal yang mengGambarkan gaya *probe* untuk menekan mi. Semakin tinggi puncak kurva (*peak*), nilai kekerasan mi jagung akan semakin tinggi pula. Kelengketan didefinisikan sebagai absolute (-) peak yang mengGambarkan besarnya usaha untuk menarik *probe* lepas dari sampel. Semakin besar luas area negatif yang ditunjukkan oleh kurva, maka nilai kelengketan mi semakin tinggi. Sedangkan kekenyalan (*cohesiveness*) merupakan kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula jika diberi gaya kemudian gaya tersebut dilepas kembali (Indrianti *et al.*, 2014).

Kuat Tarik dianalisis menggunakan alat *tensile strength* merek Imada tipe ZP-200 N. Prosedur analisis kuat tarik adalah sebagai berikut:

- a. Menghidupkan mesin *tensile strength* dan memasang aksesoris alat sesuai dengan sampel yang akan dianalisis daya Tarik
- b. Menghidupkan *computer* program *software* untuk mesin *tensile strength*
- c. Sampel diletakkan dibawah aksesoris penarik
- d. Di ON kan *computer* secara otomatis akan mencatat gaya tarikan terhadap sampel (N)
- e. Menekan tombol tarikan (*tension*) yang ada pada alat

- f. Tekan stop untuk berhenti dan menyimpan data setelah selesai matikan *computer* dan alat *tensile strength*

Profil tekstur (kuat tarik) menggunakan TA-HD Plus dimana probe yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 35 mm. Pengaturan TAXT-2 yang digunakan adalah sebagai berikut : *pre test speed* 2,0 mm/s, *test speed* 0,1 mm/s, *rupture test distance* 50%, mode TPA (*Texture Profile Analysis*). Sampel diletakkan di atas landasan lalu ditekan oleh *probe*. Sampel ditekan oleh *probe* sejauh 50% dari ukuran asal dengan kecepatan 0,1 mm/s, kemudian berhenti dengan jeda waktu 5 s, probe melakukan penekanan kedua sejauh 50% ukuran asal dengan kecepatan 0,1 mm/s. Gaya yang dibutuhkan untuk kompresi diukur. Berdasarkan kurva didapatkan nilai yang berupa kuat tarik. Nilai kuat tarik ditunjukkan dengan *absolute (+) peak* yaitu gaya maksimal, dengan satuan parameter ini adalah *gram force* (gf) (Engelen, 2018).

3.4.2 Analisis Kimia

Analisis kimia penelitian ini terdiri dari uji kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat dan serat pangan. Berikut uraian parameter kimia mi kering.

- **Kadar Air**

Air menurut Widatmoko (2015), merupakan komponen penting dalam makanan. Air dalam bahan makanan dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, cita rasa makanan dan dapat mempengaruhi daya tahan makanan dari serangan mikroorganisme. 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. Gluten bersifat hidrofobik, akan tetapi di dalam hasil penelitian menunjukkan kadar air cenderung naik akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap BNT 5%. Hal ini

diduga selama pemanasan gluten membentuk jaringan 3 dimensi yang menyebabkan air terperangkap dalam struktur tersebut.

Cara untuk menguji kadar air menurut AOAC (2005), meliputi cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit, lalu didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Sebanyak 4-5 g sampel ditimbang dalam cawan yang telah diketahui bobot kosongnya, lalu dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 105°C selama 6 jam. Cawan dengan isinya kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Pengeringan dilakukan kembali hingga diperoleh berat konstan. Kadar air dihitung berdasarkan kehilangan berat yaitu selisih berat awal sampel sebelum dikeringkan dengan berat akhir setelah dikeringkan.

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

- **Kadar Protein**

Protein merupakan salah satu senyawa makromolekul yang memiliki fungsi untuk pembentukan sel. Protein terdiri atas rantai panjang asam amino yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. 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 gram/kg (Rosaini *et al.*, 2015).

Kadar protein Menurut Widatmoko dan Estiasih (2015), memiliki pengaruh terhadap daya patah mi kering yang dihasilkan, semakin tinggi kadar protein, maka daya patah mi kering akan semakin tinggi. Protein dalam tepung menghasilkan struktur mi yang kuat dan dihasilkan dari adanya ikatan antara komponen pati dan protein, sehingga daya patahnya juga meningkat. Gluten

memiliki sifat elastis dan plastis yaitu sifat yang digunakan untuk menghasilkan mi yang tidak mudah putus. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan gluten mi kering ubi jalar ungu yang terbentuk bagus dan tidak mudah patah. Protein di dalam tepung terigu untuk pembuatan mi harus dalam jumlah yang tinggi supaya mi menjadi elastis dan bagus.

Langkah-langkah yang digunakan untuk menguji kadar protein menurut AOAC (2005), yaitu: Ditimbang sejumlah kecil sampel (0.2 g) dalam labu Kjeldahl 30 ml. Ditambahkan 1.9 + 0.1 g K_2SO_4 , dan 2.0 + 0.1 ml H_2SO_4 pekat. Sampel didestruksi selama 1-1.5 jam sampai cairan menjadi jernih. Cairan didinginkan, ditambah 8-10 ml $NaOH-Na_2S_2O_3$ dan dimasukkan ke dalam alat destilasi. Di bawah kondensor alat destilasi diletakkan erlenmeyer berisi 5 mL larutan H_3NO_3 dan beberapa tetes indicator metil merah. Ujung selang kondensor harus terendam larutan untuk menampung hasil destilasi sekitar 15 mL. Distilat dititrasi dengan HCl 0.0235 N sampai terjadi warna abu-abu. Prosedur yang sama juga dilakukan terhadap blanko (tanpa sampel). Jumlah titran sampel (a) dan titran blanko (b) dinyatakan dalam ml HCl 0.0235 N.

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{a - b \times N_{HCL} \times 14,007}{mg \text{ sampel}} \times 100\%$$

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

$$FP = \text{Faktor Konversi}$$

- **Kadar 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. Analisa kadar lemak menggunakan metode *Soxhlet* menurut SNI 01-2891-1992, langkah pertama yaitu labu lemak dioven menggunakan suhu 105°C

selama 30 menit, lalu dipindahkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kemudian ditimbang beratnya dan dicatat sebagai (w_1). Selanjutnya sampel disiapkan, dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2 g (w_2) lalu dibungkus dengan kertas saring dan diletakkan pada alat ekstraksi *soxhlet* 5 yang dipasang di atas kondensor serta labu lemak di bawahnya. Pelarut heksana dituangkan ke dalam labu lemak secukupnya sesuai dengan ukuran *soxhlet* yang digunakan, lalu diekstraksi selama kurang lebih 6 jam. Pelarut di dalam labu lemak didestilasi dan ditampung. 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)
 w_1 = Berat labu lemak sebelum diekstraksi (g)
 w_2 = Berat sampel (g)

- **Kadar Abu**

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 (Sudarmaji *et al.*, 2010).

Langkah kerja analisis kadar abu dengan metode oven adalah sebagai berikut: Cawan porselen dipanaskan dalam oven selama 15 menit, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sebanyak 3-5 g sampel dimasukkan dalam cawan porselen dan ditimbang, lalu dibakar sampai tidak berasap lagi dan diabukan dalam tanur bersuhu 550°C sampai berwarna putih (semua contoh

menjadi abu) dan beratnya konstan. Setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (AOAC, 2005).

- **Kadar Karbohidrat**

Perhitungan kadar karbohidrat dilakukan menggunakan metode *by difference* yaitu pengurangan 100% dengan jumlah dari hasil empat komponen yaitu kadar protein, kadar air, lemak dan abu. Menurut Winarno (2004), perhitungan *carbohydrate by difference* adalah penentuan karbohidrat dalam bahan makanan secara kasar dan hasilnya dicantumkan dalam daftar komposisi bahan makanan. Perhitungannya sebagai berikut:

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

- **Serat Pangan**

Analisis serat pangan dilakukan mengacu pada metode multi enzim (Asp *et al.*, 1983) sebagai berikut:

- a. Dihaluskan sampel kemudian dihomogenkan dan diliofilisasi;
- b. Sampel tanpa lemak dan air ditimbang sebanyak 1 g;
- c. Ditambahkan 25 ml buffer fosfat dan 0,1 ml enzim thermamil;
- d. Sampel dipanaskan pada suhu 80°C selama 15 menit;
- e. Sampel didinginkan dan dilakukan pengaturan pH menjadi 1,5 menggunakan HCl 4 N;
- f. Ditambahkan suspensi pankreatin dan diinkubasi dalam suhu 37°C selama 2 jam;
- g. Dilakukan pengaturan pH kembali dengan menggunakan HCl 4 N hingga diperoleh larutan sampel dengan pH 4,5.

Analisis serat pangan tak larut air (*Insoluble Dietary Fiber*) sebagai berikut:

- a. Larutan sampel pH 4,5 disaring dengan kertas saring saring Whatman 40 hingga diperoleh filtrat dan residu;
- b. Residu dibilas dengan akuades dan dicuci dengan 50 ml etanol 79%;
- c. Dilakukan pencucian kembali menggunakan aseton lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam
- d. Sampel didinginkan dan ditimbang kemudian diarangkan dan ditanur dalam suhu 550°C.
- e. Sampel 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:

- a. penambahan 400-500 ml etanol 95% pada filtrat yang diperoleh dari analisis serat pangan tak larut;
- b. Sampel dipanaskan hingga 60°C dalam *waterbath* kemudian didiamkan selama 1 jam;
- c. Sampel disaring dengan kertas saring Whatman 40 hingga diperoleh residu dan filtrat;
- d. Residu dibilas dengan akuades dan dicuci dengan 50 ml etanol 78% lalu dicuci kembali dengan aseton;
- e. Sampel dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam;
- f. Sampel didinginkan dan ditimbang kemudian diarangkan dan ditanur dalam suhu 550°C;

- g. 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.

3.4.3 Uji Organoleptik

Organoleptik merupakan pengujian terhadap bahan makanan berdasarkan kesukaan terhadap rasa makanan tersebut. Organoleptik atau uji indera merupakan cara pengujian dengan menggunakan yang dicoba. Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisiopsikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indera akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indera yang berasal dari benda tersebut. Penginderaan dapat juga berarti reaksi mental jika alat indera mendapat rangsangan/stimulasi. Respon yang timbul karena adanya rangsangan, yang dapat berupa sikap mendekati atau menjauhi, menyukai atau tidak menyukai akan benda penyebab ransangan. Kemampuan alat indera memberikan kesan atau tanggapan dapat dianalisis atau dibedakan berdasarkan jenis kesan, intensitas kesan, luas daerah kesan, lama kesan dan kesan hedonik (Taruh *et al.*, 2018).

Kriteria bahan pangan yang dapat diuji secara organoleptik yakni kenampakan, aroma, warna, tekstur, dan rasa yang dapat ditentukan melalui indera penglihatan, pencicipan, penciuman, perabaan. Kelima kriteria tersebut dapat diuji dengan metode kesukaan dengan pemberian bobot pada

masingmasing parameter. Uji hedonik atau uji kesukaan merupakan uji dimana panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk yang disajikan berdasarkan kesukaan atau ketidaksukaan secara pribadi. Skala hedonik dapat dimulai dari amat sangat suka, sangat suka, suka, agak suka, netral, dan tidak suka. Panel yang dapat melakukan pengujian yakni 15 panelis semi terlatih (Wahyuningtias et al., 2014).

3.5 Penentuan Sublevel Terbaik dengan Metode De Garmo

Untuk menentukan kombinasi sublevel terbaik menurut De Garmo *et al.* (1984), digunakan metode indeks efektifitas. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Parameter terdiri dari parameter fisika, kimia dan organoleptik.
2. Memberikan bobot 0-1 pada setiap parameter pada masing-masing kelompok. Bobot yang diberikan sesuai dengan tingkat tiap parameter dalam mempengaruhi kualitas produk.

$$\text{Pembobotan} = \frac{\text{Nilai total setiap parameter}}{\text{Nilai total parameter}}$$

3. Menghitung nilai efektifitas

$$NE = \frac{Np - Ntj}{Ntb - Ntj}$$

Keterangan : NE = Nilai efektifitas
NP = Nilai Sublevel

Ntj = Nilai terjelek
Ntb = Nilai terbaik

Untuk parameter dengan rerata semakin besar semakin naik, maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan nilai tertinggi sebagai nilai terbaik. Sebaliknya untuk parameter dengan rerata nilai semakin kecil semakin baik, maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek dan nilai terendah sebagai nilai terbaik.

4. Menghitung Nilai Hasil (NH)

Nilai hasil diperoleh dari perkalian NE dengan bobot nilai.

$$NH = NE \times \text{bobot nilai}$$

5. Menjumlahkan nilai hasil dari semua parameter pada masing-masing kelompok. Sublevel yang memiliki nilai hasil tertinggi adalah sublevel terbaik.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan mi kering dalam penelitian ini adalah tepung terigu segitiga biru, tepung *E. spinosum*, tepung ikan patin, *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Parameter yang dianalisis meliputi kandungan proksimat bahan. Analisis bahan baku bertujuan untuk mengetahui perbedaan kandungan proksimat masing-masing bahan. Perbandingan analisis bahan baku dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Analisis Bahan Baku

Sifat Kimia dan Fisika	Tepung Terigu*	Tepung <i>E. spinosum</i>	Tepung Patin	<i>Spirulina</i> terenkapsulasi kappa karaginan
Kadar Air	-	1,81	10,4	3,54
Kadar Protein	18	7,96	37,76	45,75
Kadar Lemak	1	0,74	19,2	5,95
Kadar Abu	-	7,57	3,3	7,85
Kadar Karbohidrat	75	81,92	29,34	36,91
Kadar Serat Pangan	-	10,21	7,84	29,79

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 9 (Sharoba *et al.*, 2014).

Tabel 9. Sifat Fisika Kimia *Spirulina*

Sifat Kimia	Nilai (%)	Sifat Fisika	Keterangan
Kadar Air	3,95±0,806	Penampakan	Baik
Kadar Protein	50,78±0,876	Warna	Hijau kebiruan
Kadar Lemak	6,25±0,866	Aroma	Seperti rumput laut
Kadar Abu	6,08±0,319	Konsistensi	Bubuk kering
Kadar Karbohidrat	32,94±0,901	Ukuran partikel	11,2 µm
Kadar Serat Pangan	24,12	pH	8,5

Partikel bahan baku berbasis tepung/bubuk dengan pengukuran menggunakan mikroskop cahaya binokuler dengan perbesaran 10 kali. Ukuran partikel dari tepung terigu, tepung ikan patin dan *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan masing-masing sebesar 8,97 µm; 12,50 µm; 22,70 µm. Perbedaan partikel tepung ini akan berpengaruh terhadap pencampuran adonan. Ukuran partikel dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Ukuran Partikel Tepung Terigu, Tepung Ikan Patin dan *Spirulina* Terenkapsulasi

Tepung Terigu (µm)	Tepung Ikan Patin (µm)	<i>Spirulina</i> Terenkapsulasi (µm)
8,97	12,50	22,70

Karakteristik fisik bahan penyalut *Spirulina* yaitu kappa karaginan antara lain kekuatan gel $170,82 \pm 9,87$ g cm; viskositas $162,60 \pm 11,77$ cPs; titik jendal $52,17 \pm 2,36$ °C; titik leleh $66,50 \pm 1,50$ °C; pH $8,65 \pm 0,03$; derajat putih $77,96 \pm 2,54\%$; dan rendemen $37,06 \pm 3,25\%$. Karakteristik kimia kappa karaginan antara lain (%): kadar air $9,09 \pm 0,93$; kadar abu $20,74 \pm 3,22$; protein $1,39 \pm 0,11$; lemak $0,54 \pm 0,03$; dan karbohidrat (by difference) $68,25 \pm 2,22$; kadar abu tidak larut asam $1,62 \pm 0,13$; dan kadar sulfat $20,97 \pm 0,33$, kadar serat pangan total sebesar 5,79% (Eveline *et al.*, 2011).

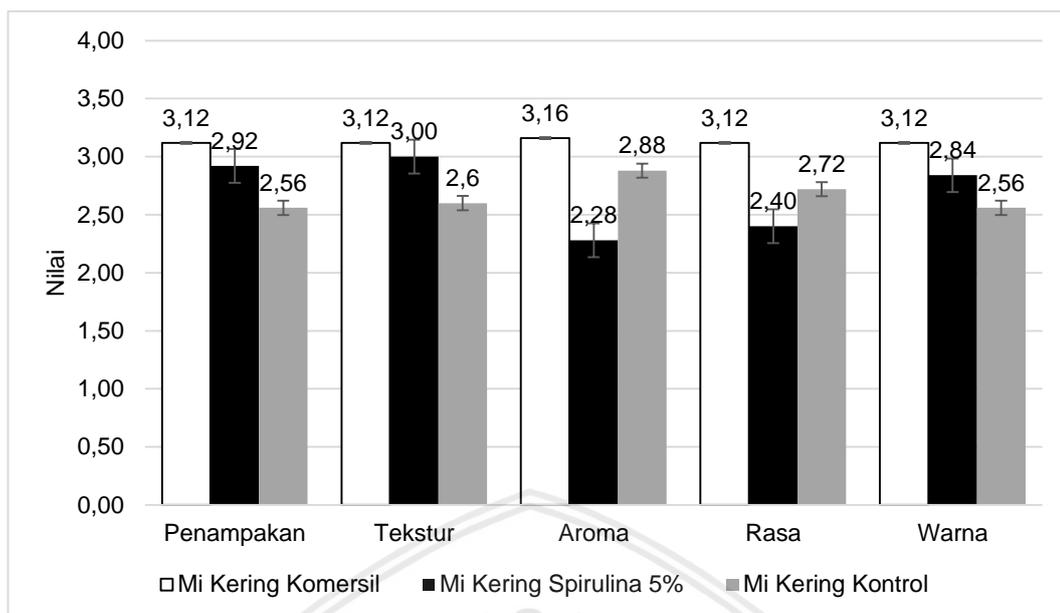
4.2 Penelitian Pendahuluan

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 ikan patin tanpa penambahan *Spirulina*, mi kering ikan patin yang ditambahkan 5% *Spirulina* dan mi kering komersial. 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 komersial dari segi organoleptik.

Mi kering pada penelitian pendahuluan diuji tekstur dan elongasinya. Hasil didapatkan nilai elongasi mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* adalah 26,33% sedangkan mi kering kontrol adalah 18,46%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *Spirulina* 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 ikan patin tanpa penambahan *Spirulina*, mi kering ikan patin yang ditambahkan 5% *Spirulina* dan mi kering komersial. Parameter yang digunakan adalah warna, rasa, aroma dan tekstur, penampakan. Terdapat 25 panelis tidak terlatih yang melakukan uji organoleptik. Kemudian, data yang didapatkan dari lembar kuesioner diolah menggunakan SPSS 19.0 dengan metode Kruskal-Wallis.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Sifat Organoleptik Mi Kering Komersial, Mi Kering *Spirulina* 5% dan Mi Kering Kontrol

Nilai penerimaan konsumen didapatkan hasil terbaik yaitu mi kering dengan penambahan 5% *Spirulina* dari penampakan, tekstur dan warna jika dibandingkan dengan mi kontrol. Sedangkan, mi komersial rata-rata lebih unggul di semua parameter daripada 2 sampel mi lainnya. Mi kontrol memiliki nilai terendah dari penampakan, tekstur dan warna. Dari penelitian pendahuluan dapat diamati bahwa mi dengan penambahan 5% *Spirulina* lebih unggul daripada mi kontrol meskipun belum bisa bersaing dengan mi komersial. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan gizi yang dapat dijadikan nilai tambah pada mi kering dengan penambahan 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 penambahan *Spirulina platensis* 4% dan penambahan *Spirulina platensis*

terenkapsulasi kappa karaginan sebesar 4%, 4,5%, 5% pada mi kering. Penelitian utama bertujuan untuk menganalisis serat pangan, sifat fisika dan organoleptik produk hingga didapatkan konsentrasi *Spirulina* yang ditambahkan untuk menghasilkan mi kering terbaik. Hasil mi kering patin pada setiap sublevel dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan (A): 0%, (B): 4%, (C): 4,5%, (D): 5%

4.4 Analisis Fisika

Hasil pengujian fisika dengan parameter *cooking loss*, kuat tarik dan elongasi yang telah dianalisis data dengan pembahasan sebagai berikut. Karakteristik fisika mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan dapat dilihat pada Tabel 11.

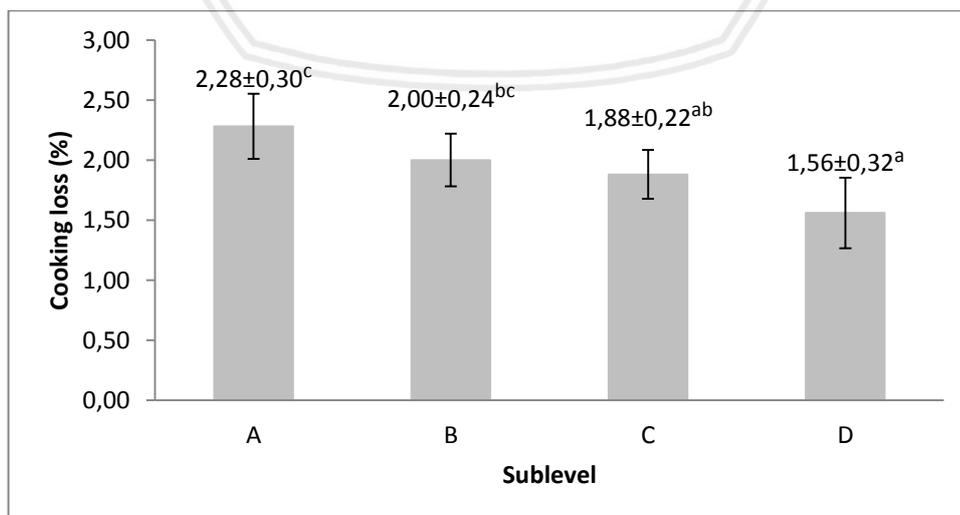
Tabel 11. Karakteristik fisika mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Sublevel	Cooking loss (%)*	Kuat Tarik (N)*	Elongasi (%)*
A	2,28±0,30 ^c	0,07±0,008 ^a	5,64±0,33 ^a
B	2,00±0,24 ^{bc}	0,08±0,005 ^{ab}	6,99±0,57 ^b
C	1,88±0,22 ^{ab}	0,09±0,011 ^b	7,56±0,97 ^b
D	1,56±0,32 ^a	0,11±0,005 ^c	9,80±0,46 ^c

**super script* menyatakan beda nyata antar sublevel

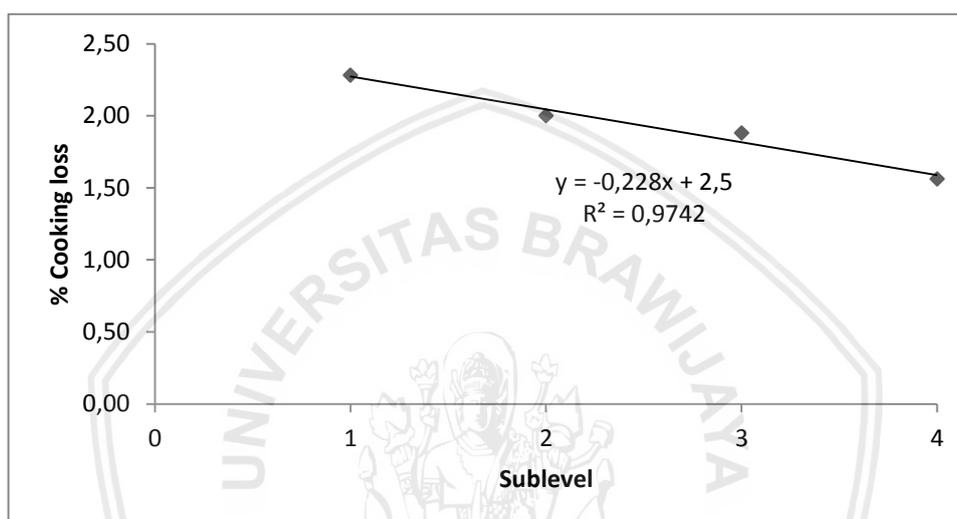
4.4.1 Cooking loss

Cooking loss yaitu hilangnya padatan akibat pemasakan yang terjadi karena lepasnya sebagian pati dari untaian mi saat pemasakan. Kehilangan padatan menggambarkan lolosnya bahan padatan ke dalam air rebusan sehingga mengurangi total padatan. *Cooking loss* merupakan salah satu parameter yang menentukan kualitas mi. Semakin rendah nilai *cooking loss* maka kualitas mi juga semakin baik. Data hasil analisis ANOVA uji duncan *cooking loss* mi kering dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap *cooking loss* mi kering (Sig.=0,008). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap *cooking loss* mi kering dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik *cooking loss* mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Gambar 6 menunjukkan *cooking loss* terendah yaitu 1,56% pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dan *cooking loss* tertinggi yaitu 2,28% pada mi kering yang difortifikasi 4% *Spirulina*. Grafik pada Gambar 6 juga menunjukkan penurunan *cooking loss* seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi *cooking loss* mi kering dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap *Cooking loss* Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 6 menunjukkan pengaruh negatif terhadap *cooking loss* mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap *cooking loss* adalah 97,42%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka *cooking loss* mi kering menurun sebesar 0,22%. Semakin rendah nilai *cooking loss* menunjukkan tingkat homogenitas yang baik dari struktur adonan (Swinkels, 1985). Penurunan nilai *cooking loss* seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering disebabkan karena interaksi antara protein dengan pati.

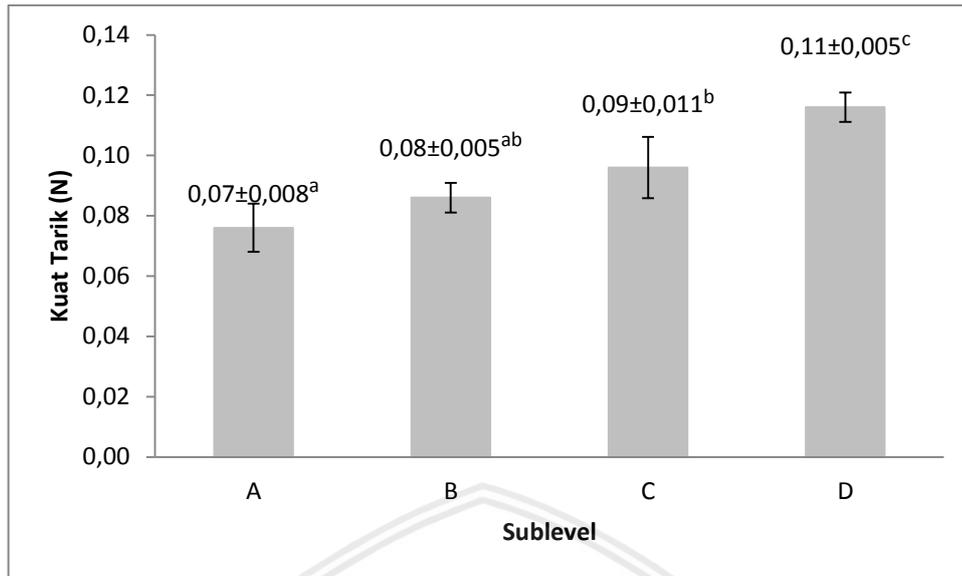
Hal ini disebabkan karena protein yang tinggi pada *Spirulina platensis* berinteraksi dengan pati. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Widatmoko dan Estiasih, 2015), bahwa semakin tinggi protein menyebabkan meningkatnya kemampuan untuk membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat menghambat keluarnya isi granula pati. Protein yang semakin tinggi menyebabkan air yang

masuk dalam granula pati menjadi sulit sehingga membutuhkan waktu gelatinisasi yang lama. Protein berfungsi sebagai bahan pengental dan membentuk tekstur kenyal pada mi kering. Adanya perubahan struktur pati pada mi kering menyebabkan air menjadi sulit masuk ke dalam mi kering. Li *et al.* (2018) juga menyebutkan bahwa nilai *cooking loss* berbanding terbalik dengan kadar protein dan gluten. Semakin tinggi kadar protein, semakin rendah *cooking loss*.

Pada penelitian ini, nilai *cooking loss* tergolong ke dalam kriteria standar. Mi yang kualitasnya bagus mempunyai waktu masak yang singkat dan kehilangan padatan yang kecil. Hasil *cooking loss* yang masih dapat diterima menurut Murdiati *et al.* (2015), jika hasilnya kurang dari 10%. Selain itu karaginan juga mempengaruhi *cooking loss* pada mi kering, didukung oleh pernyataan Trisnawati dan Nisa (2015), bahwa karaginan yang ditambahkan pada adonan mi akan menurunkan *cooking loss*, hal ini dikarenakan karaginan dapat mengikat makromolekul seperti protein sehingga dapat meningkatkan kekentalan adonan dan proses gelatinisasi menjadi lebih optimum serta akan menghasilkan mi dengan tekstur yang lebih kompak.

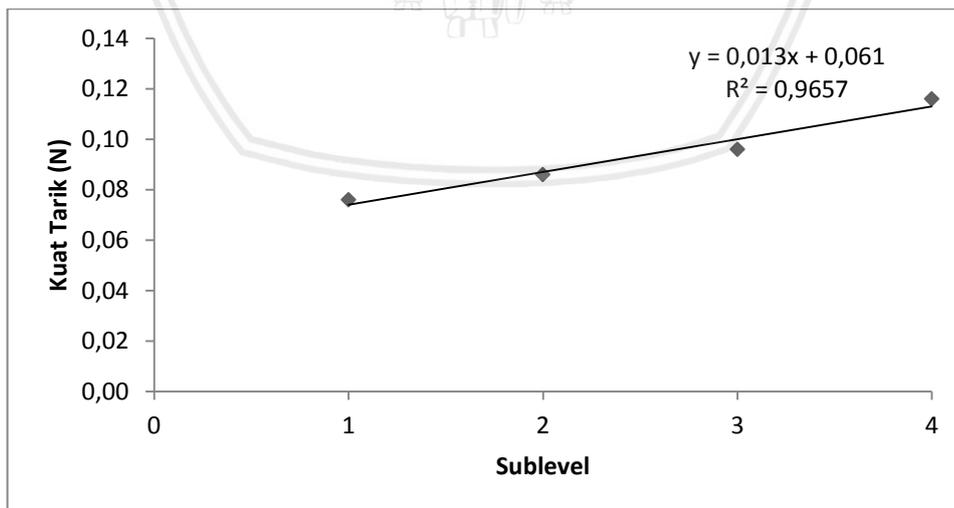
4.4.2 Kuat Tarik

Kuat tarik menunjukkan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan mi pada saat diberi perlakuan mekanis berupa tarikan. Data hasil analisis ANOVA uji duncan kuat tarik mi kering dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap kuat tarik mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kuat tarik mi kering dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik kuat tarik mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Gambar 8 menunjukkan kuat tarik terendah yaitu 0,07N pada mi kering yang difortifikasi dengan 4% *Spirulina* dan kuat tarik tertinggi yaitu 0,11N pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 8 juga menunjukkan peningkatan kuat tarik seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kuat tarik mi kering dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kuat Tarik Mi Kering

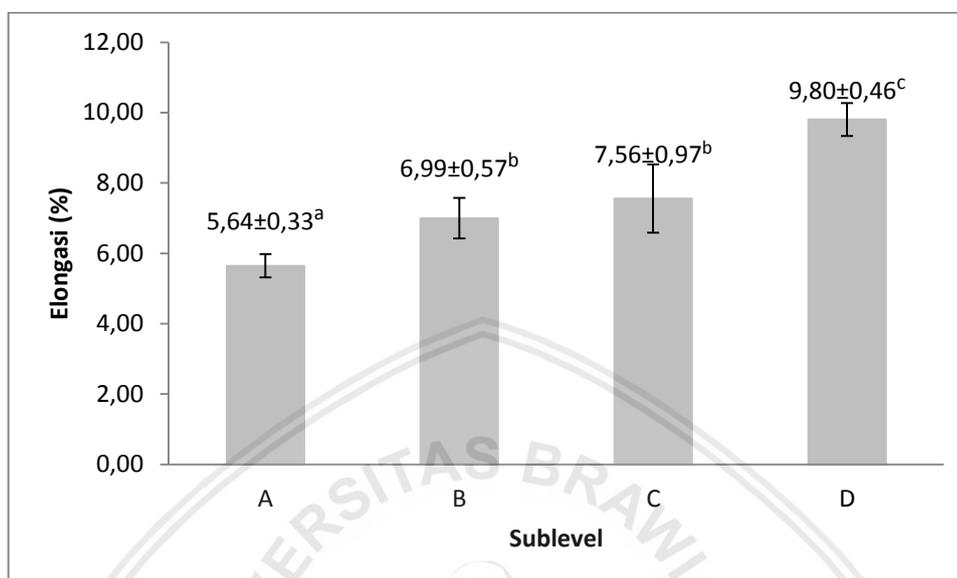
Kurva regresi pada Gambar 9 menunjukkan pengaruh positif terhadap kuat tarik mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kuat tarik adalah 96,57%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kuat tarik mi kering meningkat sebesar 0,013%. Kuat tarik pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. 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).

Penambahan *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan maka kuat tarik semakin meningkat. Hal ini dikarenakan penambahan spirulina terenkapsulasi kappa karaginan dapat meningkatkan kekuatan gel pada produk. Kekuatan gel kappa karaginan dipengaruhi oleh kandungan 3,6-anhidro-D-galaktosanya. Kandungan 3,6-anhidro-D-galaktosa dari kappa karaginan yang tinggi menyebabkan kekuatan gel yang tinggi pula (Eveline *et al.*, 2011). Ditambahkan oleh Setijawati (2017), kappa karaginan karena mempunyai kadar sulfat yang bermuatan negatif lebih rendah sehingga dapat menghasilkan sifat film yang lebih kuat.

4.4.3 Elongasi

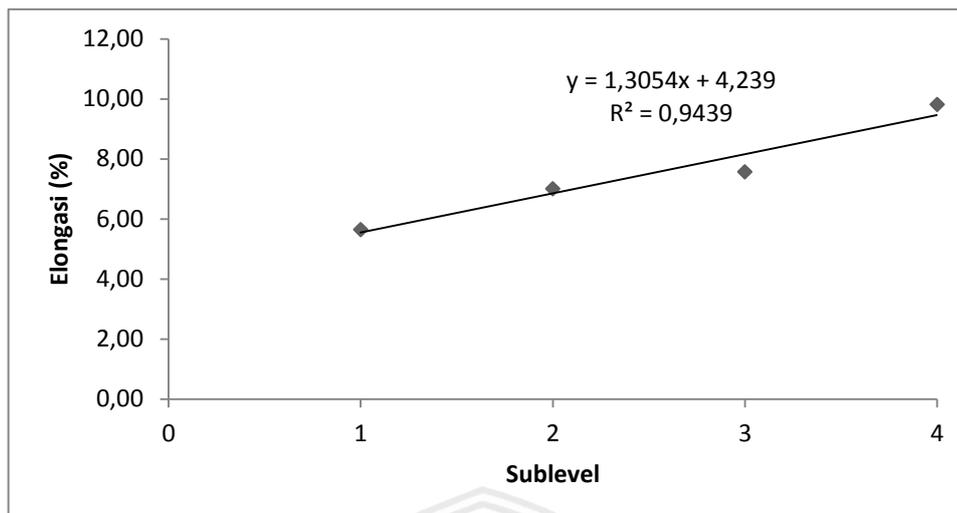
Elongasi menunjukkan persen pertambahan panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum putus. Data hasil analisis ANOVA uji duncan elongasi mi kering dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata

terhadap elongasi mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap elongasi mi kering dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Elongasi Mi Kering Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 10 menunjukkan elongasi terendah yaitu 5,64% pada mi kering yang difortifikasi 4% *Spirulina* dengan dan elongasi tertinggi yaitu 9,80% pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 10 juga menunjukkan peningkatan elongasi seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi elongasi mi kering dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Elongasi Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 11 menunjukkan pengaruh positif terhadap elongasi mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap elongasi adalah 94,39%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka elongasi mi kering meningkat sebesar 1,30%. Penambahan *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dapat meningkatkan nilai elongasi pada mi. Hal ini disebabkan karena adanya penggunaan bahan penyalut spirulina yakni kappa karaginan yang bersifat tidak sineresis, lembut dan elastis sehingga membuat mi kering menjadi tidak mudah putus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Darmawan *et al.* (2014), bahwa kappa karaginan bersifat elastis, bebas sineresis dan *reversible*. Ditambahkan oleh (Setijawati, 2017), Kappa karaginan dapat membentuk lapisan yang kuat sehingga meningkatkan nilai perpanjangan pada mi kering

Didukung dengan pernyataan Trisnawati dan Nisa (2015), bahwa penambahan karaginan akan meningkatkan nilai elastisitas mi. Hal ini dikarenakan sifat karaginan sebagai bahan pembentuk gel dan mengikat air yang kokoh. Karaginan akan membentuk matriks gel 3 dimensi dimana akan memerangkap air didalamnya sehingga tekstur mi akan lebih elastis. Selain itu meningkatnya elastisitas pada mi diduga karena karaginan yang mampu

berinteraksi dengan makromolekul seperti protein yang dapat mempengaruhi pembentukan gel.

4.5 Analisis Kimia

Karakteristik kimia mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan yaitu kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat, dan kadar serat pangan. Kandungan proksimat mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan dapat dilihat pada Tabel 12. Kandungan serat pangan mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kandungan proksimat mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Sublevel	Air (%) [*]	Protein (%) [*]	Lemak (%) [*]	Abu (%) [*]	Karbohidrat (%) [*]
A	8,12±0,16 ^a	14,77±0,91 ^a	5,90±0,89 ^a	1,53±0,18 ^a	69,76±1,35 ^d
B	8,84±0,51 ^b	15,97±0,87 ^b	6,30±0,57 ^a	1,86±0,18 ^b	67,18±1,22 ^c
C	9,36±0,41 ^{bc}	16,97±0,80 ^b	6,70±0,57 ^{ab}	2,26±0,14 ^c	64,91±1,53 ^b
D	9,76±0,40 ^c	18,16±0,71 ^c	7,30±0,27 ^b	2,60±0,36 ^d	62,29±1,43 ^a

^{*}super script notasi huruf menyatakan beda nyata antar sublevel

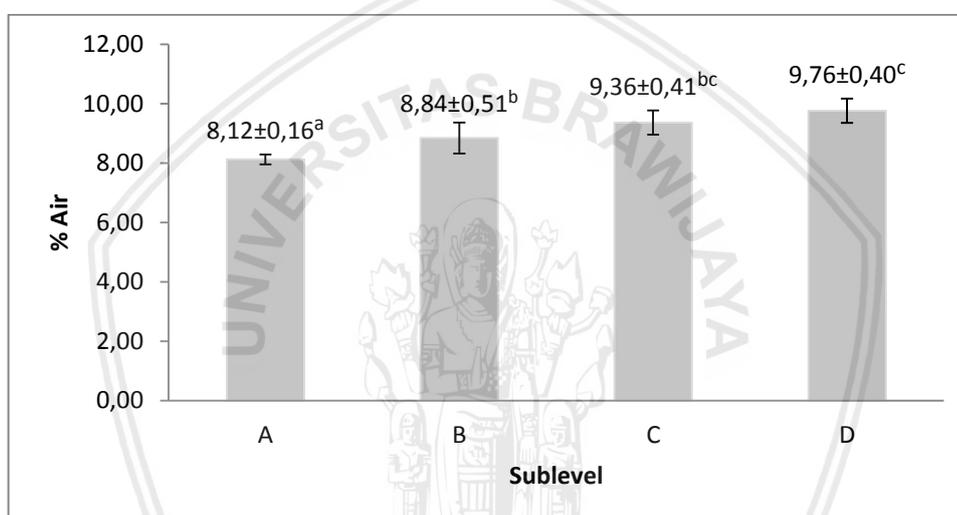
Tabel 13. Enkapsulasi kappa karaginan

Sublevel	Serat Pangan		
	Larut Air (%)	Tidak Larut Air (%)	Total (%)
A	1,57±0,10 ^a	2,25±0,04 ^a	3,83±0,10 ^a
B	1,78±0,02 ^b	2,48±0,03 ^b	4,26±0,04 ^b
C	2,03±0,09 ^c	2,70±0,03 ^c	4,74±0,09 ^c
D	2,36±0,09 ^d	2,92±0,03 ^d	5,28±0,08 ^d

4.5.1 Kadar Air

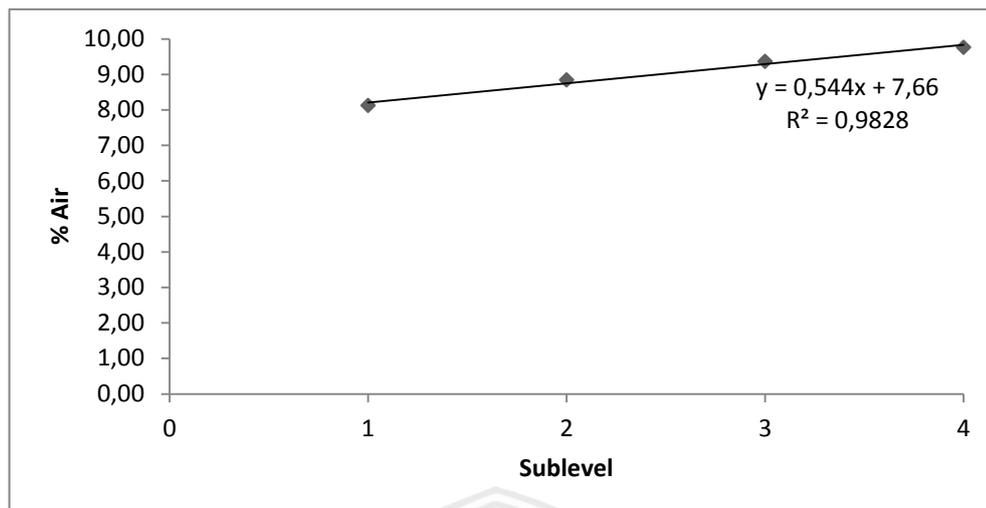
Kadar air merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air pada suatu bahan pangan, maka daya tahan produk akan semakin rendah. Selain mempengaruhi

kenampakan, tekstur, dan cita rasa pada makanan, air juga mampu mempengaruhi sifat fisiko kimia, sifat-sifat fisik (elastisitas dan kekerasan), perubahan kimia, dan kerusakan secara mikrobiologis (Susanty *et al.*, 2016). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar air mi kering dapat dilihat pada Lampiran 12. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata 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 Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 12 menunjukkan kadar air terendah yaitu 8,12% pada mi kering yang difortifikasi 4% *Spirulina* dan kadar air tertinggi yaitu 9,76 % pada mi kering yang difortifikasi dengan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 12 juga menunjukkan peningkatan kadar air seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar air mi kering dapat dilihat pada Gambar 13.



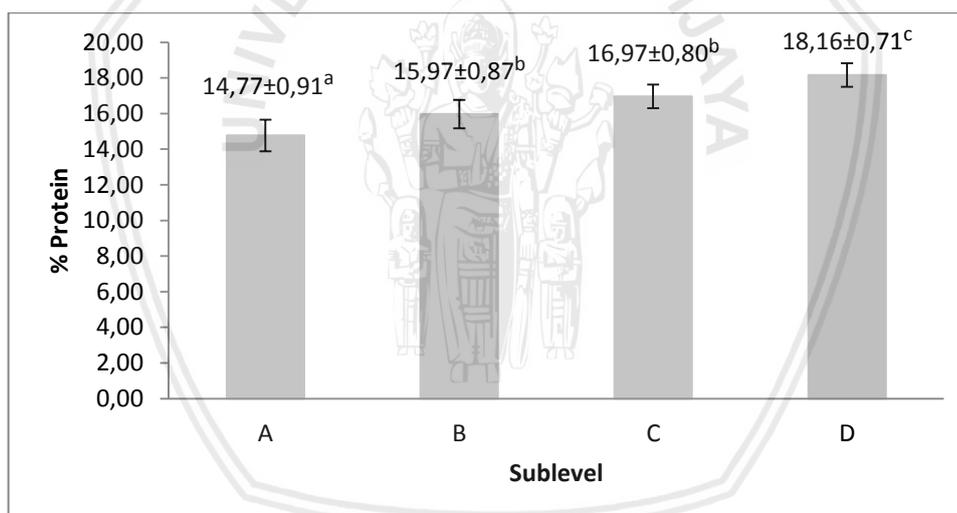
Gambar 13. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Air Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 13 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar air mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar air adalah 98,28%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar air mi kering meningkat sebesar 0,68%. Kadar air pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina platensis* yang cenderung bersifat higroskopis (menyerap air).

Bubuk *S.platensis* memiliki kandungan air rendah sebesar <10%, namun memiliki sifat higroskopis dan polar yang dapat bereaksi dengan air sehingga Penambahan *S.platensis* dapat meningkatkan kadar air mi kering (Agustini *et al.* 2017). 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. Kadar air pada penelitian ini telah memenuhi SNI 8217, 2015 yaitu maksimal 10%.

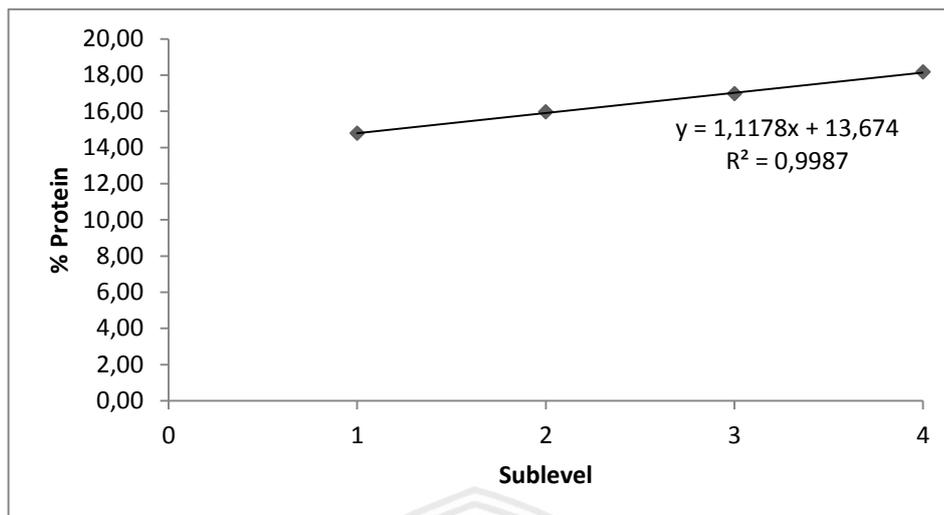
4.5.2 Kadar Protein

Protein merupakan rangkaian asam amino dengan ikatan peptida. Protein mengandung karbon (50-55%), oksigen (22-26%), nitrogen (12-19% dengan asumsi rata-rata 16%), hidrogen (6-8%) dan sulfur (0-2%) terkadang P, Fe dan Cu. Protein berfungsi untuk memperbaiki atau mempertahankan jaringan, pertumbuhan dan sebagai sumber energi (Suprayitno dan Sulistiyawati, 2017). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar protein mi kering dapat dilihat pada Lampiran 13. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap kadar protein mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar protein mi kering dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Kadar Protein Mi Kering Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 14 menunjukkan kadar protein terendah yaitu 14,77% pada mi kering yang difortifikasi 4% *Spirulina* dan kadar protein tertinggi yaitu 18,16% pada mi kering yang difortifikasi dengan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 14 juga menunjukkan peningkatan kadar protein seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar protein mi kering dapat dilihat pada Gambar 14.



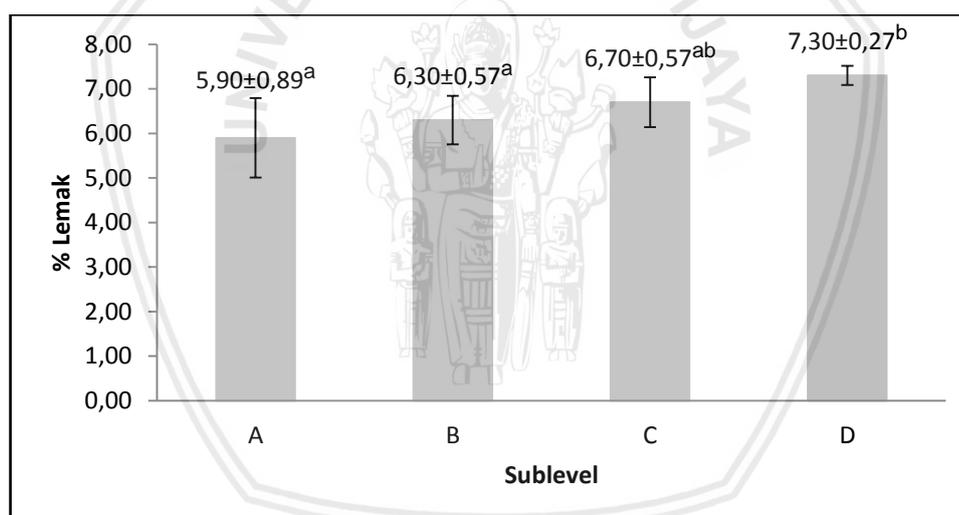
Gambar 15. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Protein Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 15 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar protein mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar protein adalah 99,87%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar protein mi kering meningkat sebesar 1,11%. Kadar protein pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. Hal ini karena pengaruh kadar protein *Spirulina* kering yang tinggi yaitu 55-75%.

Protein menurut Agustini *et al.* (2017), merupakan komponen penting yang mempengaruhi kualitas mi baik nutrisi dan elastisitas. *S.platensis* kering mengandung 55-75% protein. Oleh karena itu penambahan *S.platensis* pada pangan mampu meningkatkan kadar protein mi kering. Selain itu menurut Widatmoko dan Estiasih (2015), protein di dalam tepung terigu untuk pembuatan mi harus dalam jumlah yang tinggi supaya mi menjadi elastis dan bagus. Kadar protein pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 8217, 2015 mutu I dan mutu II yaitu minimal 11 dan 8.

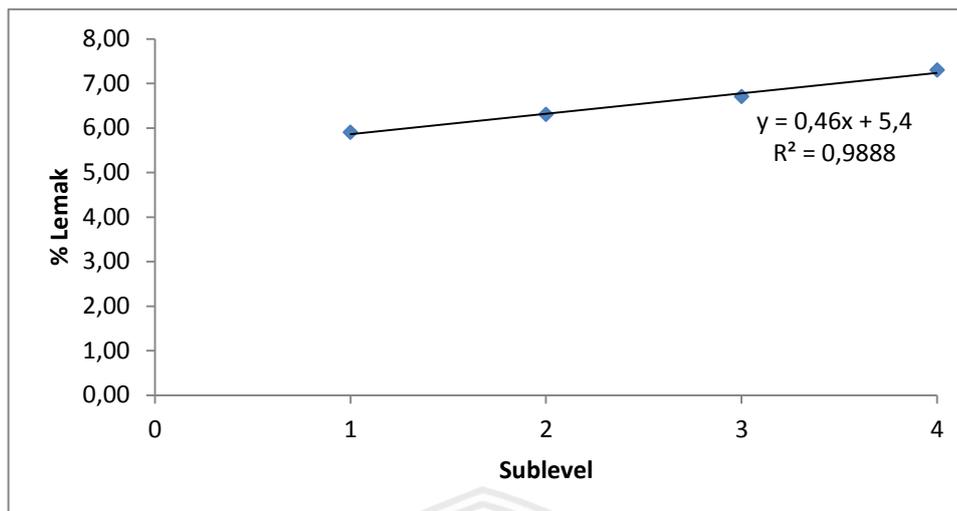
4.5.3 Kadar Lemak

Lemak merupakan kandungan gizi pada bahan pangan yang berfungsi sebagai sumber energi. Selain menyuplai sebagian besar energi dan penyedia asam lemak dalam tubuh, lemak juga memberikan cita rasa (*flavour*) dan perbaikan pada tekstur makanan maupun vitamin. Lemak dapat berfungsi sebagai bantalan bagi organ-organ dalam tubuh dan memperlambat waktu pengosongan lambung (Mufti *et al.*, 2013). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar lemak mi kering dapat dilihat pada Lampiran 14. Hasil analisis data menunjukkan bahwa perbedaan penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda sangat nyata 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 Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 16 menunjukkan kadar lemak terendah yaitu 5,90% pada mi kering yang difortifikasi 4% *Spirulina* dan kadar lemak tertinggi 7,30% pada mi kering yang difortifikasi dengan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 16 juga menunjukkan peningkatan kadar lemak seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar lemak mi kering dapat dilihat pada Gambar 17.



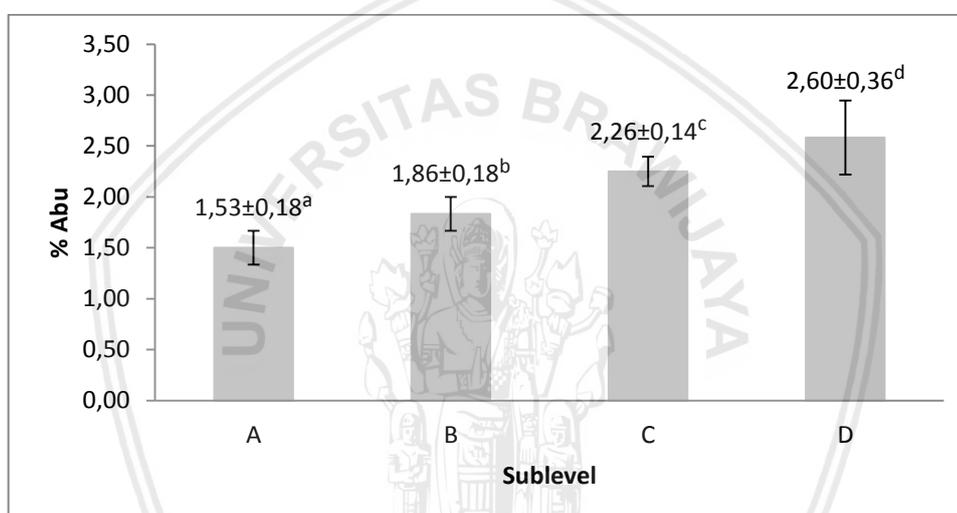
Gambar 17. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Lemak Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 17 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar lemak mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar lemak adalah 98,88%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar lemak mi kering meningkat sebesar 0,46%. Kadar lemak pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. Perubahan kandungan lemak pada mi kering *Spirulina* tidak terlalu besar. Hal ini terjadi karena kandungan lemak pada *Spirulina* kecil, yaitu sebesar 6,25%.

Didukung oleh penelitian Negara *et al* (2016), dalam tiap 10 gram *Spirulina platensis* mengandung 5% kandungan lemak. *Spirulina* mengandung berbagai asam lemak tidak jenuh yang baik untuk kesehatan. Menurut (Trilaksani *et al.*, 2015), *Spirulina* mengandung γ -linolenat acid (GLA) yang bermanfaat bagi penderita hiperkolesterolemia, alpha-linolenic acid (ALA), linolenic acid (LA), eicosapentaenoic (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), dan arachidonic acid (AA).

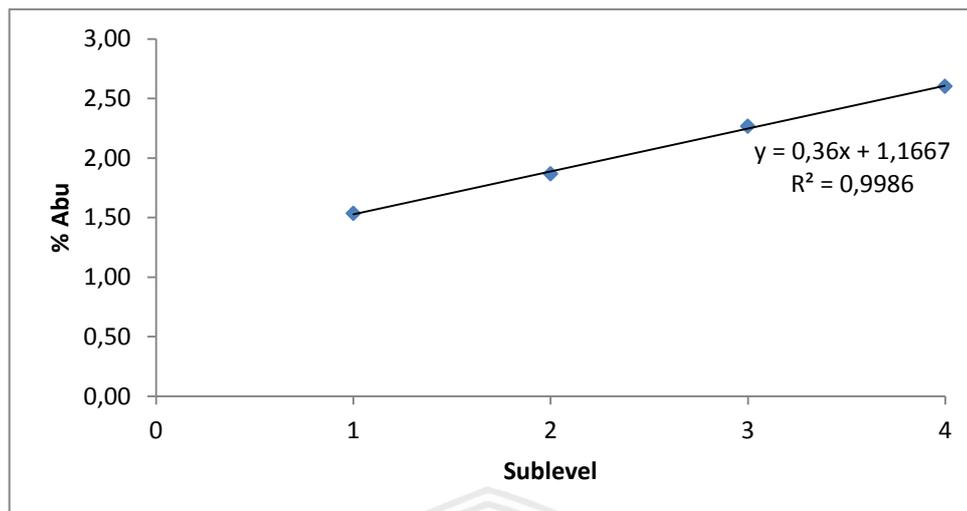
4.5.4 Kadar Abu

Kadar abu erat kaitannya dengan kandungan mineral yang terdapat pada bahan. Kadar abu bahan pangan berasal dari berbagai macam bahan yang digunakan dalam pengolahannya (Yolanda *et al.*, 2018). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar abu mi kering dapat dilihat pada Lampiran 15. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap kadar abu mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar abu mi kering dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Kadar Abu Mi Kering Patil dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 18 menunjukkan kadar abu terendah yaitu 1,53% pada mi kering yang difortifikasi 4% *Spirulina* dan kadar abu tertinggi 2,60% pada mi kering yang difortifikasi dengan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 18 juga menunjukkan peningkatan kadar abu seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar abu mi kering dapat dilihat pada Gambar 19.



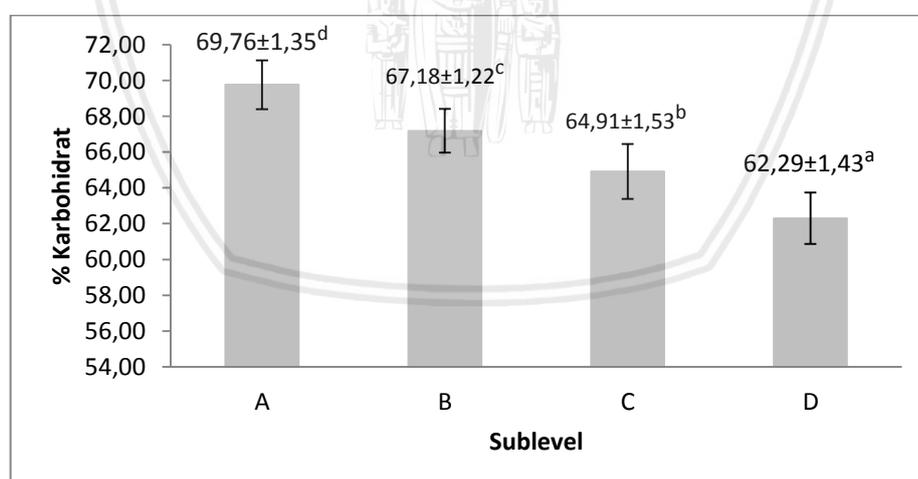
Gambar 19. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Abu Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 19 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar abu mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar abu adalah 98,86%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar abu mi kering meningkat sebesar 0,36%. Kadar abu pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena seiring penambahan *Spirulina* maka kadar abu semakin meningkat.

Kadar abu menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan. Hal ini sesuai dengan (Trilaksani et al., 2015), *Spirulina platensis* mengandung kadar mineral yang tinggi. Mineral yang terkandung dalam *Spirulina platensis* yakni Na, K, Ca, Mg, Fe, Cd, Cr dan Cu. Peningkatan penambahan *Spirulina* menurut (Kumoro et al., 2016) dapat meningkatkan kadar abu pada mi kering. Hal ini dikarenakan *Spirulina platensis* kaya akan kalium, kalsium dan magnesium. Selain itu bahan penyalut kappa karaginan juga mengandung mineral yang tinggi. Kandungan mineral pada *Kappaphycus alvarezii* menurut (Sidi et al., 2014), terdiri dari Mg dengan nilai 2,9 mg/g, Ca 2,8 mg/g, K 87,1 mg/g, Na 11,9 mg/g.

4.5.5 Kadar Karbohidrat

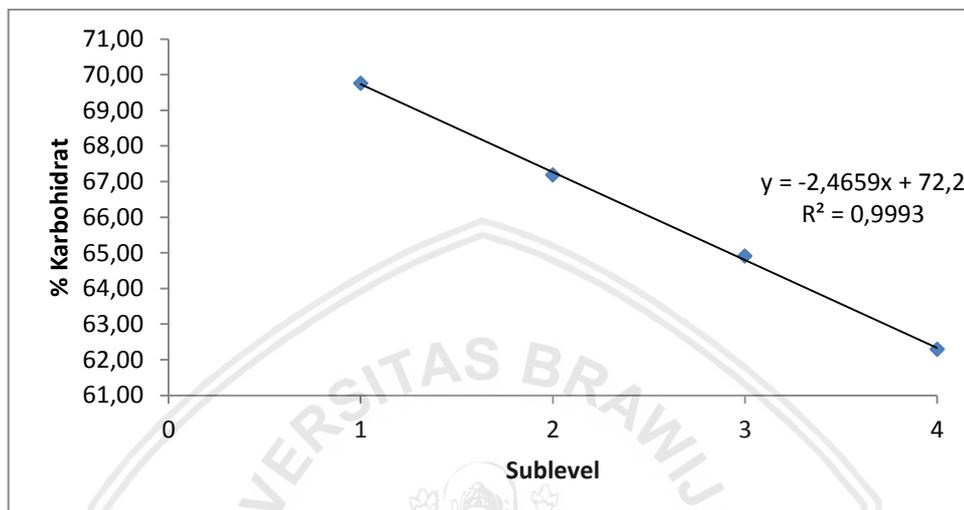
Karbohidrat merupakan sumber energi yang dibutuhkan oleh tubuh. Konsumsi 1 gram karbohidrat dapat menghasilkan energi sebesar 4 kkal dan energi yang dihasilkan selama proses oksidasi (pembakaran) karbohidrat digunakan untuk menjalankan fungsi tubuh seperti bernafas, kontraksi jantung dan otot. Unsur makanan ini berperan penting dalam menentukan karakteristik bahan pangan yang meliputi rasa, tekstur, warna, dan lain-lain. Jumlah karbohidrat pada makanan merupakan selisih 100% dengan kadar abu, kadar air, kadar lemak, dan kadar protein pada bahan tersebut (Iskandar *et al.*, 2016). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar karbohidrat mi kering dapat dilihat pada Lampiran 16. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap 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 Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 20 menunjukkan kadar karbohidrat terendah yaitu 62,29% pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dan kadar karbohidrat tertinggi 69,76% pada mi kering yang difortifikasi dengan 4%

Spirulina. Grafik pada Gambar 20 juga menunjukkan penurunan kadar karbohidrat seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar karbohidrat mi kering dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Karbohidrat Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 21 menunjukkan pengaruh negatif terhadap kadar karbohidrat mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar karbohidrat adalah 99,93%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar karbohidrat mi kering menurun sebesar 2,46%. Kadar karbohidrat pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Hal ini terjadi karena seiring penambahan *Spirulina* terjadi peningkatan nutrisi lain sehingga karbohidrat berkurang.

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

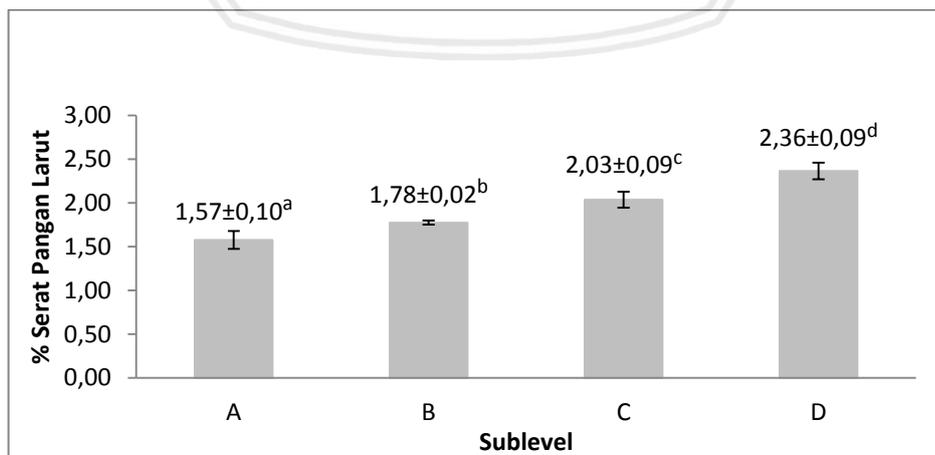
sumber kalori utama yang berperan dalam menentukan karakteristik bahan makanan seperti warna, rasa dan tekstur.

4.5.6 Kadar Serat Pangan

Serat pangan yang diujikan terdiri dari serat pangan larut air, serat pangan tak larut air dan serat pangan total.

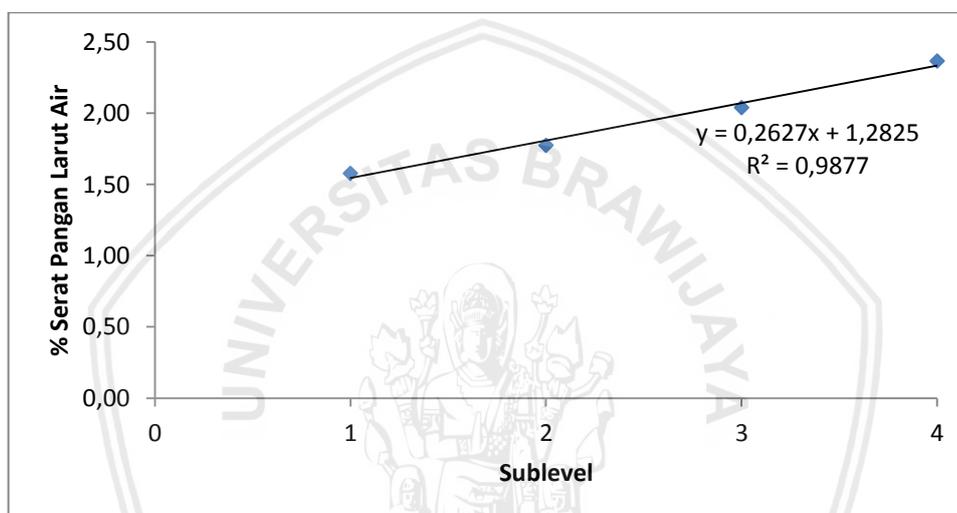
4.5.6.1 Serat Pangan Larut Air

Serat pangan larut air adalah jenis serat yang dapat larut dalam air, sehingga dapat melewati usus halus dengan mudah dan difermentasi di mikroflora usus besar. Fungsinya sebagai zat pembersih saluran cerna yang dapat membantu melancarkan buang air besar. Contoh serat larut adalah pektin, gum, musilase, glukon dan alga (Saputro dan Estiasih, 2015). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar serat pangan larut air mi kering dapat dilihat pada Lampiran 17. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap kadar serat pangan larut air mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar serat pangan larut air mi kering dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik Kadar Serat Pangan Larut Mi Kering Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 22 menunjukkan kadar serat pangan larut air terendah yaitu 1,57% pada mi kering yang difortifikasi dengan 4% *Spirulina* dan kadar serat pangan larut air tertinggi 2,36% pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 22 juga menunjukkan peningkatan kadar serat pangan larut air seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar serat pangan larut air mi kering dapat dilihat pada Gambar 23.



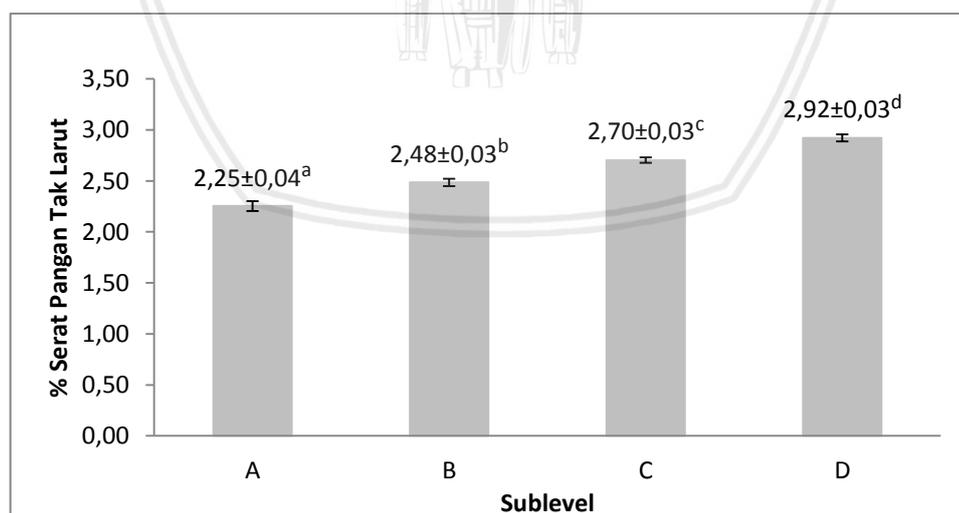
Gambar 23. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Serat Pangan Larut Air Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 23 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar serat pangan larut air mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar serat pangan larut air adalah 98,77%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar serat pangan larut air mi kering meningkat sebesar 0,26%. Kadar serat pangan larut air pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan serat tidak larut pada *Spirulina platensis* yaitu sebesar 24,18% dari serat pangan total yaitu sebesar 24,81% (Ekantari *et al.*, 2017). Selain itu penggunaan penyalut kappa karaginan

juga mampu meningkatkan kandungan serat pangan total pada mi kering. *Kappaphycus alvarezii* menurut (Sidi et al., 2014), mempunyai kandungan serat pangan total 69,3 gram dengan kandungan serat tak larut sebesar 58,6 gram dan kandungan serat larut sebesar 10,7 gram dalam basis kering

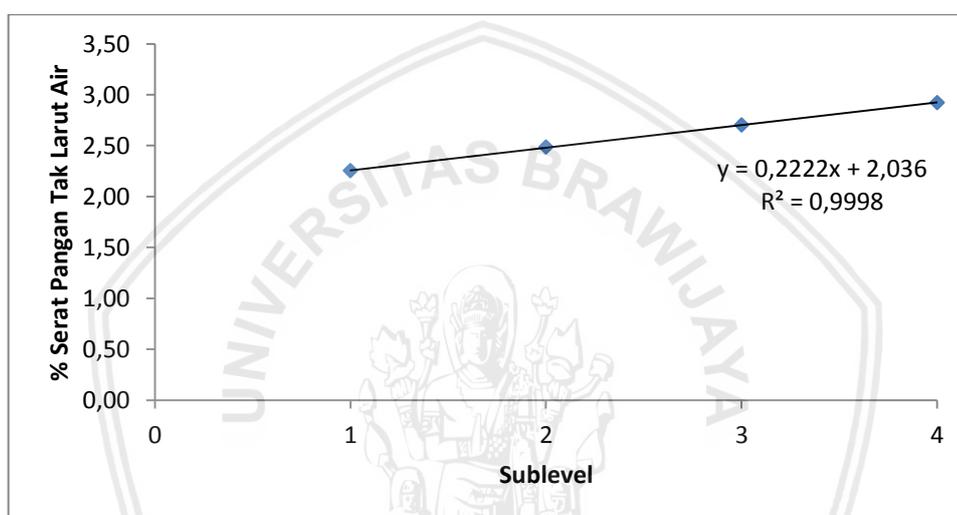
- **Serat Pangan Tak Larut Air**

Serat pangan tidak larut air adalah jenis serat yang tidak dapat larut dalam air. Serat tidak larut air akan terbawa melewati saluran cerna hingga ke usus besar dan sangat sulit difermentasi oleh mikroflora usus besar manusia, Contoh serat pangan yang tidak larut adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Saputro dan Estiasih, 2015). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar serat pangan tak larut air mi kering dapat dilihat pada Lampiran 18. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap kadar serat pangan tak larut air mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar serat pangan tak larut air mi kering dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Grafik Kadar Serat Pangan Tidak larut Mi Kering Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 24 menunjukkan kadar serat pangan tak larut air terendah yaitu 2,25% pada mi kering yang difortifikasi dengan 4% *Spirulina* dan kadar serat pangan tak larut air tertinggi 2,92% pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 24 juga menunjukkan peningkatan kadar serat pangan tak larut air seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar serat pangan tak larut air mi kering dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Serat Pangan Tak Larut Air Mi Kering

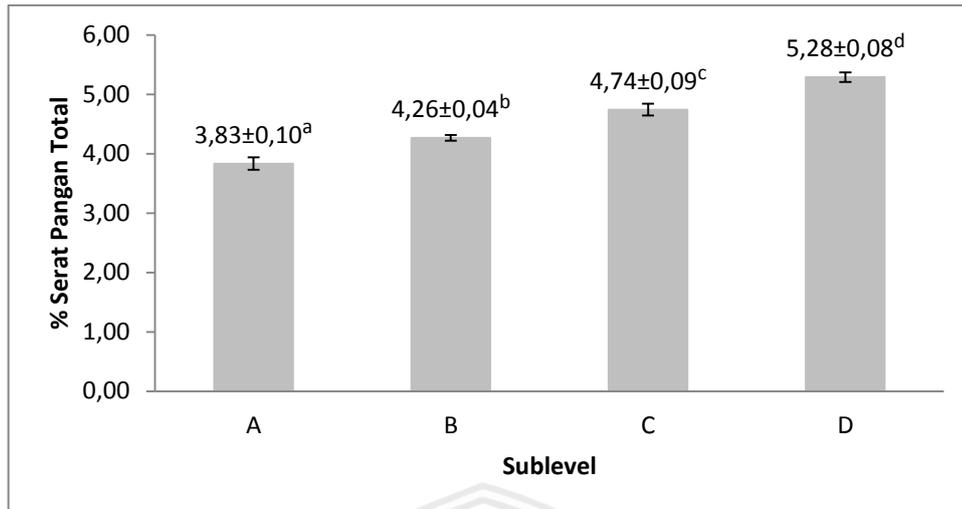
Kurva regresi pada Gambar 25 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar serat pangan tak larut air mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar serat pangan tak larut air adalah 99,98%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar serat pangan tak larut air mi kering meningkat sebesar 0,22%. Kadar serat pangan tak larut air pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan.

Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan serat tidak larut pada *Spirulina platensis* yaitu sebesar 24,18% dari serat pangan total yaitu sebesar 24,81%

(Ekantari *et al.*, 2017). Selain itu penggunaan penyalut kappa karaginan juga mampu meningkatkan kandungan serat pangan total pada mi kering. *Kappaphycus alvarezii* menurut (Sidi *et al.*, 2014), mempunyai kandungan serat pangan total 69,3 gram dengan kandungan serat tak larut sebesar 58,6 gram dan kandungan serat larut sebesar 10,7 gram dalam basis kering.

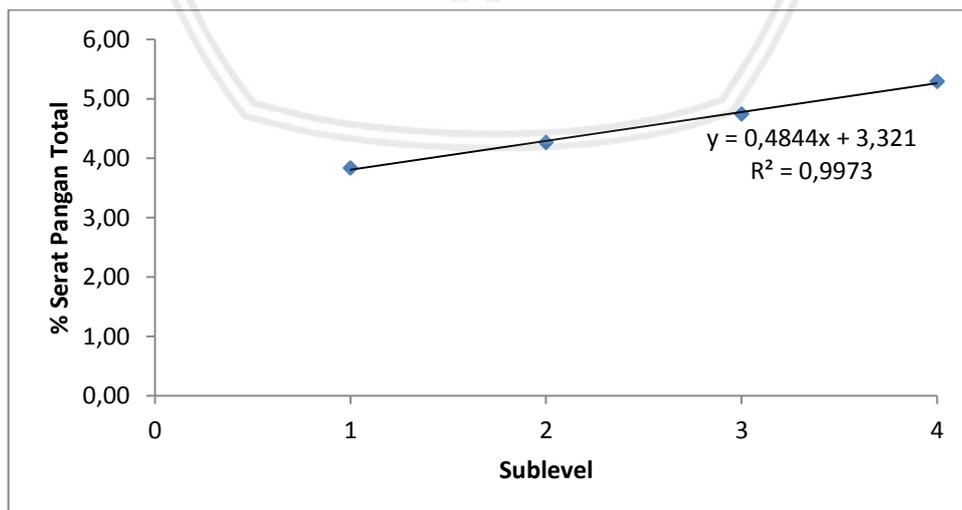
- **Serat Pangan Total**

Serat pangan total terdiri dari komponen serat pangan larut dan serat pangan tidak larut. *Soluble fiber* adalah jenis serat yang dapat larut dalam air, sehingga dapat melewati usus halus dengan mudah dan difermentasi di mikroflora usus besar. Yang termasuk dalam *soluble fiber* adalah pectin, gum dan beberapa jenis hemiselulosa. Sedangkan, *insoluble fiber* adalah jenis serat yang tidak dapat larut dalam air. Contoh dari serat *insoluble* adalah lignin, selulosa dan hemiselulosa (Fairudz dan Nisa, 2015). Data hasil analisis ANOVA uji duncan kadar serat pangan total mi kering dapat dilihat pada Lampiran 19. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi *Spirulina* berbeda nyata terhadap kadar serat pangan total mi kering (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap kadar serat pangan total mi kering dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Grafik Kadar Serat Pangan Total Mi Kering Patin dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan

Gambar 26 menunjukkan kadar serat pangan total terendah yaitu 3,83% pada mi kering yang difortifikasi dengan 4% *Spirulina* dan kadar serat pangan total tertinggi 5,28% pada mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Grafik pada Gambar 26 juga menunjukkan peningkatan kadar serat pangan total seiring dengan penambahan konsentrasi *Spirulina* pada mi kering. Sedangkan untuk kurva regresi kadar serat pangan total mi kering dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Kurva Regresi Pengaruh Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Kappa Karaginan Terhadap Kadar Serat Pangan Total Mi Kering

Kurva regresi pada Gambar 27 menunjukkan pengaruh positif terhadap kadar serat pangan total mi kering. Pengaruh *Spirulina platensis* terhadap kadar serat pangan total adalah 99,73%. Setiap penambahan 1% *Spirulina platensis* maka kadar serat pangan total mi kering meningkat sebesar 0,48%. Kadar serat pangan total pada mi kering setiap perbedaan sublevel konsentrasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan mengalami peningkatan. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan serat pangan total pada *Spirulina platensis* yaitu 24,81% (Ekantari *et al.*, 2017). Menurut (BPOM, 2016), produk pangan bisa dikatakan memiliki sumber serat pangan jika memiliki 3 gram per 100 gram dalam bentuk padat atau 1,5 gram per 100 kkal dalam bentuk cair. Bisa dikatakan tinggi atau kaya serat pangan jika mengandung 6 gram per 100 gram dalam bentuk padat atau 3 gram per 100 kkal dalam bentuk cair. Selain itu penggunaan penyalut kappa karaginan juga mampu meningkatkan kandungan serat pangan total pada mi kering. *Kappaphycus alvarezii* menurut (Sidi *et al.*, 2014), mempunyai kandungan serat pangan total 69,3 gram dengan kandungan serat tak larut sebesar 58,6 gram dan kandungan serat larut sebesar 10,7 gram dalam bentuk kering.

- **Analisis *mass ballance* serat pangan total**

Mass ballance digunakan untuk melacak aliran bahan masuk dan keluar dalam suatu proses dan menghasilkan kuantitas komponen atau proses secara keseluruhan. Penelitian ini berfokus pada kandungan serat pangan produk oleh karena itu perlu dianalisis serat pangan dari bahan baku yang mengalami beberapa proses hingga menjadi produk mi kering. Adapun serat pangan total *Spirulina*, *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dan Mi kering terbaik (sublevel D) dapat dilihat pada Tabel 14 sebagai berikut.

Tabel 14. Perbandingan kadar serat pangan total *Spirulina*, *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dan Mi kering terbalk (sublevel D)

<i>Spirulina</i>	<i>Spirulina</i> terenkapsulasi	Mi Kering (Sublevel D)
24,12%	28,89%	5,28%

Serat pangan pada bubuk *Spirulina* sebesar 24,12% kemudian memasuki proses enkapsulasi menggunakan *spray dryer* dengan penambahan penyalut kappa karaginan, yang mana kappa karaginan mengandung serat pangan sebesar 5,79%. Berdasarkan rumus kesetimbangan massa:

Serat pangan outflow = serat pangan inflow

Serat pangan *Spirulina* terenkapsulasi = spirulina+ kappa karaginan

$$= 24,12+5,79 = 29,91\%$$

Serat pangan Mi kering sublevel D = Serat pangan spirulina + Serat pangan tepung spinosum + serat pangan tepung ikan patin

$$= (10/100 \times 29,79)+(10/100 \times 10,21)+$$

$$(10/100 \times 7,84)$$

$$= 2,98+1,02+0,7=4,7\%$$

Serat pangan pada spirulina terenkapsulasi sebesar 28,89% sedangkan pada rumus kesetimbangan massa sebesar 29,91%. Serat pangan spirulina terenkapsulasi lebih rendah dibandingkan hukum *mass ballance* dikarenakan adanya proses *spray drying* yang mempengaruhi penurunan massa akibat pemanasan. Sedangkan pada produk mi kering sublevel D didapatkan serat pangan sesuai hukum kesetimbangan massa yakni 4,7%. Kadar tersebut lebih rendah daripada serat pangan yang terdapat pada mi kering sublevel D yakni sebesar 5,28%. Hal tersebut diduga karena adanya pengaruh bahan lain yang belum dianalisis kadar serat pangannya seperti tepung terigu.

4.6 Analisis Organoleptik

Pengujian karakteristik organoleptik bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan. Pengujian organoleptik merupakan salah satu metode untuk menilai suatu produk pangan dengan menggunakan organ atau alat indera manusia yaitu penglihatan dengan mata, penciuman dengan hidung, pencicipan dengan lidah. Pada penelitian ini dilakukan uji organoleptik dengan uji hedonik atau tingkat kesukaan dengan skor 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = sangat suka dan 4 = sangat tidak suka dan jumlah panelis yang digunakan yaitu sebanyak 30 orang. Jumlah minimal panelis tidak terlatih menurut (SNI, 2006), yaitu sebanyak 30 orang. Parameter yang dinilai yaitu penampakan, aroma, rasa, tekstur dan warna. Kemudian analisis data uji organoleptik menggunakan uji Kruskal-Wallis. Tidak semua data dapat diolah menggunakan analisis data parametrik, misalnya data hasil pengamatan organoleptik. Analisis non parametrik sering digunakan untuk data kualitatif yang dikuantitatifkan. Secara umum, data yang dianalisis dengan metode non parametrik berupa data kategori (data ordinal) yaitu data yang tidak menyebar normal, contohnya data hasil pengamatan organoleptik (uji hedonik). Salah satu metode analisis non parametrik yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis Kruskal-Wallis (Amiarsi *et al.*, 2015). Karakteristik organoleptik mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan dapat dilihat pada Tabel 15.

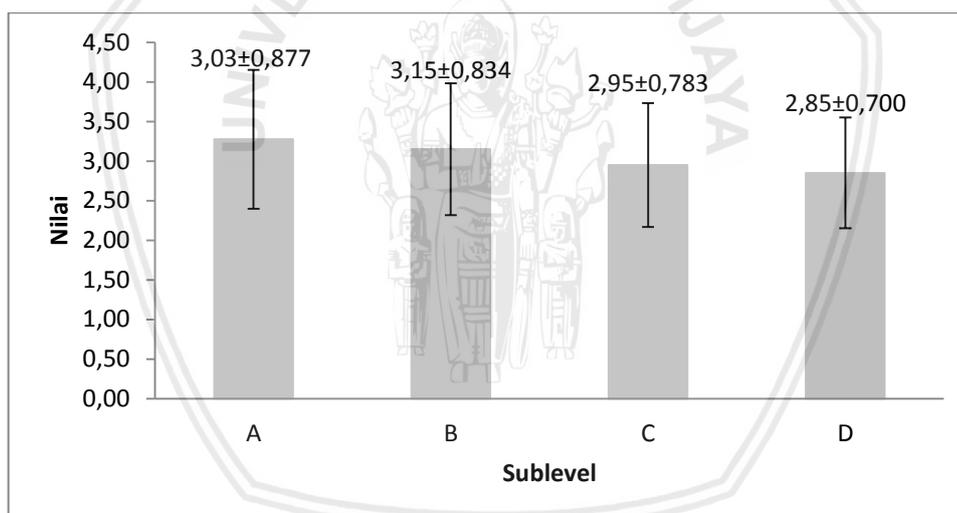
Tabel 15. Karakteristik organoleptik mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Sublevel	Penampakan	Tekstur	Aroma	Rasa	Warna
A	3,03±0,877	2,70±0,723	2,35±0,580	2,50±0,847	3,30±0,791
B	3,15±0,834	2,93±0,888	2,63±0,705	2,90±0,841	2,75±0,670
C	2,95±0,783	3,15±0,834	2,90±0,900	2,98±0,800	2,98±0,733
D	2,85±0,700	3,28±0,784	3,05±0,749	3,03±0,660	3,03±0,832

Skala: 1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3= suka, 4= sangat suka

4.6.1 Penampakan

Parameter penampakan ini cukup penting karena secara pengujian hedonik, secara umum panelis menilai kualitas produk pertama kali melalui penampakan dari produk tersebut. Sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan secara visual, faktor penampakan harus terlebih dahulu diutamakan dan kadang-kadang sangat menentukan (Kurniawan *et al.*, 2016). Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter penampakan mi kering dapat dilihat pada Lampiran 15. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai hedonik parameter penampakan mi kering antar sublevel tidak berbeda nyata (Sig.=0,064). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik penampakan mi kering dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Grafik hedonik penampakan mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Gambar 28 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang ditambahkan 4% *Spirulina* (3,03), sedangkan nilai terendah pada mi kering dengan penambahan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan yaitu (2,85). Penilaian panelis terhadap penampakan mi kering semakin menurun seiring penambahan konsentrasi *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan

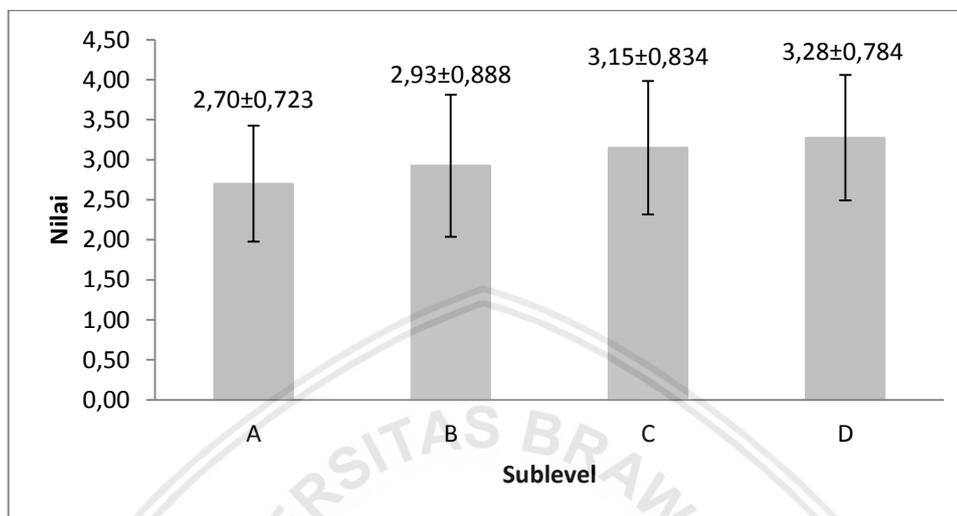
Penampakan yang disukai panelis yaitu perlakuan A (4% fortifikasi *Spirulina platensis*). Hal ini diduga karena panelis lebih menyukai penampakan yang rapi, utuh dan halus. Namun menurun pada sublevel B C D penampakan tidak rapih, kasar dan mudah putus. Hal ini dikarenakan seiring ditambahkan *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan maka permukaan semakin kasar disebabkan oleh perbedaan ukuran partikel antar tepung yang digunakan.

Keseragaman ukuran bahan merupakan faktor yang sangat penting dalam proses *mixing* agar menghasilkan adonan yang sempurna. Ukuran partikel diharapkan memiliki rentang perbedaan yang seminimal mungkin. Perbedaan ukuran partikel tepung enkapsulasi *Spirulina* dengan tepung terigu menyebabkan adonan yang terbentuk tidak bisa tercampur secara homogen. Ukuran partikel dari tepung terigu, tepung ikan patin dan *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan masing-masing sebesar 8,97 μm ; 12,50 μm ; 22,70 μm . Sehingga adanya perbedaan ukuran partikel tepung menyebabkan penampakan kasar dan tidak rapi (Faridah dan Widjanarko, 2014).

4.6.2 Tekstur

Tekstur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi konsumen dalam memilih suatu produk pangan. Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan unsur struktur ditata dan digabung menjadi mikro dan makrostruktur. Tekstur sangat mempengaruhi citra makanan dan terkadang lebih penting daripada bau, rasa dan warna (Sidi et al., 2014). Tekstur merupakan ciri suatu bahan sebagai akibat perpaduan dari beberapa sifat fisik yang meliputi ukuran, bentuk, jumlah dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa, termasuk indera mulut dan penglihatan. Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter tekstur mi kering dapat dilihat pada Lampiran 21. Hasil

analisis data menunjukkan bahwa nilai hedonik parameter tekstur mi kering antar sublevel berbeda nyata (Sig.=0,001). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik tekstur mi kering dapat dilihat pada Gambar 29.



Gambar 29. Grafik hedonik tekstur mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* teren kapsulasi kappa karaginan

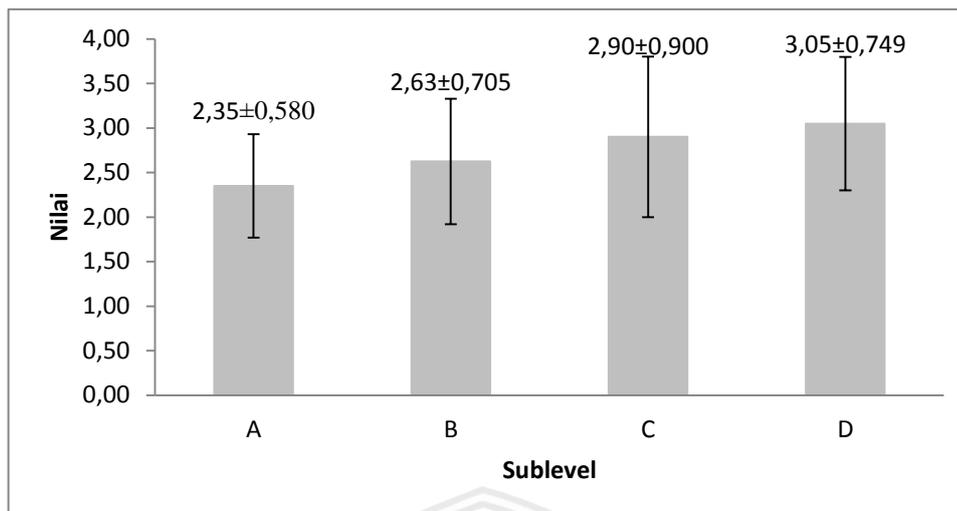
Gambar 29 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang ditambahkan 5% *Spirulina* teren kapsulasi kappa karaginan (3,28), sedangkan nilai terendah pada mi kering dengan penambahan 4% *Spirulina* (2,70). Penilaian panelis terhadap tekstur mi kering semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi *Spirulina*. Hal ini karena tekstur mi yang difortifikasi *Spirulina* teren kapsulasi kappa karaginan cenderung lebih kenyal dan kompak dibandingkan dengan yang difortifikasi 4% *Spirulina*.

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 Kusnadi *et al.* (2012), proses gelatinisasi melibatkan pengikatan air oleh jaringan yang dibentuk rantai molekul pati dan protein.

Penambahan konsentrasi karaginan berpengaruh nyata terhadap hedonik tekstur. Hal ini dikarenakan karaginan yang digunakan adalah jenis kappa karaginan. Semakin tinggi penambahan kappa karaginan, Semakin keras tekstur yang dihasilkan karena gel kappa karaginan bersifat kuat dan keras. Ikatan-ikatan silang membentuk bangunan tiga dimensi yang kontinyu, sehingga terbentuk struktur yang kaku dan tegar yang tahan terhadap gaya maupun tekanan tertentu (Marzelly et al., 2017).

4.6.3 Aroma

Aroma merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan karena pada umumnya konsumen mencium aroma makanan terlebih dahulu sebelum memakan produk tersebut. Aroma makanan banyak menentukan kelezatan suatu makanan. Aroma yang diterima hidung dan otak merupakan campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik dan hangus (Sidi et al., 2014). Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter aroma mi kering dapat dilihat pada Lampiran 22. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai hedonik parameter aroma mi kering berbeda nyata (Sig.=0,000). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik aroma mi kering dapat dilihat pada Gambar 30.



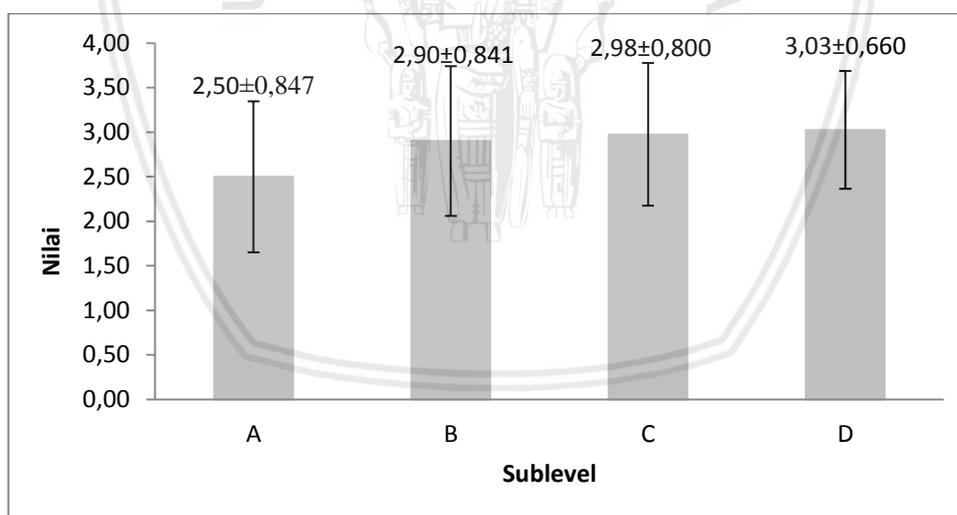
Gambar 30. Grafik hedonik aroma mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Gambar 30 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang tidak ditambahkan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan (3,05), sedangkan nilai terendah pada mi kering dengan penambahan 4% *Spirulina* (2,35). Penilaian panelis terhadap aroma mi kering semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi *Spirulina*. Hal ini diduga karena panelis lebih menyukai aroma mi yang tidak amis. Aroma yang timbul pada mi kering disebabkan karena adanya penambahan *Spirulina platensis*. *Spirulina* memiliki aroma yang khas karena kandungan proteinnya yang tinggi yaitu 24,327 %. Aroma khas pada *Spirulina* diduga berasal dari senyawa geosmin dan metyl isoborneol yang dihasilkan oleh blue-green algae (Saputra et al., 2014). Oleh karena itu perlu dilakukan untuk meminimalisir aroma amis yang terdapat pada *Spirulina platensis* dengan cara enkapsulasi. Enkapsulasi adalah suatu proses penyalutan partikel inti dapat berbentuk cair, padat atau gas dengan suatu bahan pengisi khusus sehingga partikel-partikel inti tersebut mempunyai sifat fisik dan kimia yang sesuai dengan yang dikehendaki. Enkapsulasi memiliki tujuan untuk melindungi bahan aktif yang sensitif terhadap kerusakan karena oksidasi,

kehilangan nutrisi, serta dapat menutupi rasa atau aroma yang tidak di inginkan dari bahan aktif (Dewi *et al.*, 2016).

4.6.4 Rasa

Rasa merupakan komponen sensori yang penting karena konsumen cenderung menyukai makanan dengan cita rasa yang enak, walaupun kandungan gizi baik tetapi rasanya tidak dapat diterima oleh konsumen maka target meningkatkan gizi masyarakat tidak dapat tercapai dan produk tidak laku (Mulyadi *et al.*, 2014). Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter rasami kering dapat dilihat pada Lampiran 23. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai hedonik parameter rasa mi kering berbeda nyata (Sig.=0,019). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik penampakan mi kering dapat dilihat pada Gambar 31.



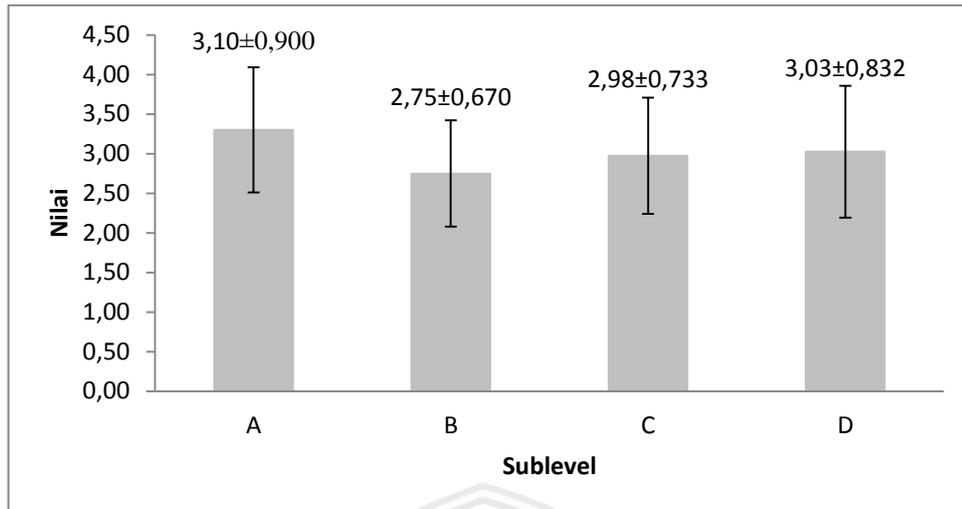
Gambar 31. Grafik hedonik rasa mi kering patin dengan fortifikasi *Spirulina platensis* terenkapsulasi kappa karaginan

Gambar 31 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang tidak ditambahkan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan (3,28/4), sedangkan nilai terendah pada mi kering tanpa penambahan 4% *Spirulina* (2,50). Penilaian panelis terhadap rasa mi kering semakin menurun

seiring penambahan konsentrasi *Spirulina* hingga 5%. *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan Rasa yang timbul pada mi kering disebabkan karena adanya penambahan *Spirulina platensis*. Hal ini sesuai menurut (Milovanovic et al., 2015), Bau dan rasa pada *Spirulina* dipengaruhi oleh adanya geosmin dan 2-methylisoborneol (MIB). Kedua senyawa tersebut menghasilkan rasa tidak enak seperti rasa tanah/lumpur dan bau pengap/apek. Oleh karena itu perlu dilakukan untuk meminimalisir aroma amis yang terdapat pada *Spirulina platensis* dengan cara enkapsulasi. Enkapsulasi adalah suatu proses penyalutan partikel inti dapat berbentuk cair, padat atau gas dengan suatu bahan pengisi khusus sehingga partikel-partikel inti tersebut mempunyai sifat fisik dan kimia yang sesuai dengan yang dikehendaki. Enkapsulasi memiliki tujuan untuk melindungi bahan aktif yang sensitif terhadap kerusakan karena oksidasi, kehilangan nutrisi, serta dapat menutupi rasa atau aroma yang tidak diinginkan dari bahan aktif (Dewi et al., 2016).

4.6.1 Warna

Warna digunakan sebagai indikator dalam menentukan mutu, kesegaran atau kematangan suatu produk. Selain itu, warna juga merupakan indikator dalam pencampuran atau cara pengolahan suatu produk yang manandakan merata atau tidaknya produk tersebut (Sidi et al., 2014). Diantara produk-produk pangan, warna merupakan faktor yang paling mudah memberikan kesan menarik, tetapi sulit untuk deskripsikan dan sulit cara pengukurannya sehingga penilaian secara subjektif masih sangat menentukan. Data hasil analisis Kruskal-wallis nilai hedonik parameter warna mi kering dapat dilihat pada Lampiran 24. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai hedonik parameter warna mi kering pada berbeda nyata (Sig.=0,014). Pengaruh fortifikasi *Spirulina* terhadap hedonik warna mi kering dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Grafik Nilai Hedonik Warna Mi Kering Fortifikasi *Spirulina* Pada Konsentrasi Berbeda

Gambar 32 menunjukkan nilai penerimaan panelis tertinggi yaitu pada mi kering yang tidak ditambahkan 4% *Spirulina* (3,10), sedangkan nilai terendah pada mi kering dengan penambahan 4% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan (2,75). Sublevel A memiliki nilai rata-rata tertinggi karena memiliki warna hijau merata sedangkan sublevel B memiliki nilai rata-rata terendah karena warna hijaunya sedikit dan tidak merata, Namun seiring penambahan *Spirulina* pada sublevel C dan D menghasilkan produk yang berwarna agak kehijauan walaupun kurang merata. Panelis menyukai sublevel A, hal ini diduga karena panelis lebih menyukai warna hijau merata serta permukaannya halus yang seperti ciri khas dari mi sehat. Warna hijau didapat dari pigmen fikosianin pada *Spirulina platensis*. Fikosianin menurut (Ridlo et al., 2015), merupakan pigmen alami dari *Spirulina* sp yang bersifat polar. *Spirulina* sp. mengandung pigmen biru fikosianin sekitar 20% berat keringnya. Saat proses mikroenkapsulasi menggunakan suhu tinggi yang dapat menyebabkan warna hijau pada *Spirulina platensis* memudar (Septevani et al., 2013).

4.7 Penentuan Perlakuan Terbaik Mi Kering dengan Penambahan *Spirulina platensis*

Mi kering terbaik ditentukan dengan menggunakan metode (De Garmo *et al.*, 1984) dapat dilihat pada Lampiran 25. Berdasarkan perhitungan penentuan perlakuan terbaik dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik pada seluruh parameter yaitu mi kering sublevel D yang merupakan mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan. Berikut adalah tabel yang menunjukkan perbandingan mi kering yang difortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dengan standar mi kering sesuai SNI dan mi komersial.

Tabel 16. Perbandingan mi kering fortifikasi 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dengan SNI dan mi kering komersial

Parameter	Mi Kering Fortifikasi 5% <i>Spirulina</i> terenkapsulasi	SNI Mi Kering	Mi Kering Komersial**
Cooking loss (%)	1,56	-	8
Kuat Tarik (N)	0,11	-	0,2
Elongasi (%)	9,80	-	30
Kadar Air (%)	9,76	Maks. 10	8
Kadar Protein (%)	18,16	Min. 8	9,09
Kadar Lemak (%)	7,30	-	5,1
Kadar Abu (%)	2,60	-	2,23
Kadar Karbohidrat (%)	62,29	-	75,58
Kadar Serat Pangan Total (%)	5,28	-	1,74
Hedonik Penampakan	2,85	Normal	3,12
Hedonik Tekstur	3,28	Normal	3,12
Hedonik Aroma	3,05	Normal	3,20
Hedonik Rasa	3,03	Normal	3,16
Hedonik Warna	3,03	Normal	3,12

Keterangan : (*) SNI 8217 (2015)

(**) Informasi nilai gizi mi kering komersial

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penambahan *Spirulina* dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap sifat fisika, organoleptik dan kandungan serat pangan mi kering. Berdasarkan penentuan terbaik menggunakan metode De Garmo, didapatkan mi kering terbaik pada sublevel D yang difortifikasi dengan 5% *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan dengan sifat fisika yaitu *cooking loss* yaitu 1,56%, kuat tarik yaitu 0,11 N, elongasi yaitu 9,80%. Sifat kimia yaitu kadar air sebesar 9,76%; kadar protein yaitu 18,16%; kadar lemak yaitu 7,30%; kadar abu yaitu 2,60%; kadar karbohidrat yaitu 62,29%; kadar total serat pangan yaitu 5,28%. Sifat organoleptik didapatkan nilai penampakan, tekstur, aroma, rasa dan warna secara urut yaitu 2,85; 3,28; 3,05; 3,03 dan 3,03 dengan nilai maksimal 4 (sangat suka).

5.2 Saran

Saran untuk peneliti dalam bidang sejenis yang ingin melakukan penelitian lanjutan yaitu dapat meningkatkan kandungan gizi pada mi kering serta mampu memberikan solusi terhadap rendahnya hedonik penampakan dan warna pada mi kering fortifikasi *Spirulina* terenkapsulasi kappa karaginan agar seiring bertambahnya nilai gizi, tetap dapat diterima konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, S. N. K. Apriani, dan M. 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., Ma'ruf, W. F., 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 Conference Series: Earth and Environmental Science*. **5**
- 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.
- Amiarsi, D., Arif., A. Bin., dan Budiyanto, A. 2015. Analisis parametrik dan non parametrik pengaruh konsentrasi sukrosa dan amonium sulfat terhadap mutu *nata de coco*. *Informatika Penelitian*. **24** (1): 101–108.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemist. Washington D.C: Inc.
- Asp, N. G., C. G. Johansson., H. Hallmer., dan M. Siljestroem. 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. 2000. *Membuat Mi dan Bihun*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Asthami, N., T. Estiasih., dan J. M. Maligan. 2016. Mi instan belalang kayu (*Melanoplus cinereus*): kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **4** (1): 238–244.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2016. Pengawasan Klaim Pada Label Dan Iklan Pangan Olahan.
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. *Standar Nasional Indonesia: SNI 01-2891-1992 (Cara Uji Makanan dan Minuman)*. SNI (Standar Nasional Indonesia) (Vol. 01-2891–19). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. *Standar Nasional Indonesia: SNI 07-2974-1996 (Mi Kering)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. In *SNI 01-2346-2006*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. Mi kering. *Standar Nasional Indonesia*, 28.
- Bangun, A. P. 2003. *Vegetarian: Pola Hidup Sehat Berpantang Daging*. Angromedia Pustaka.



- Billina, A., S. Waluyo., dan D. Suhandy. 2014. Kajian sifat fisik mi basah dengan penambahan rumput laut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. **4** (2):109-116.
- Chen, J., Q. Zhao., L. Wang., S. Zh., L. Zhang., dan B. Zhao. 2015. Physicochemical and functional properties of dietary fiber from maca (*Lepidium meyenii* Walp) liquor residue. *Carbohydrate Polymers*. **132**: 509-512.
- Darmawan, M., R. Peranginangin., R. Syarief., I. Kusumaningrum ., dan D. Fransiska. 2014. Pengaruh penambahan karaginan untuk formulasi tepung puding instan. *JPB Perikanan*. **9** (1): 83–95.
- De Garmo, E. P., W. G. Sullivan., dan J. R. Canada. 1984. *Engineering Economy*. In *Macmillan Publishing Comp* (The 7th Ed). New York: Macmillan Publishing Comp.
- de Oliveira, I. S., L. F. H. Lourenco., C. L. Sousa., M. R. S. P. Joele., dan S. C. A. Ribeiro. 2015. Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. *Food Control*. **50**: 38–44
- Dewi, I. A., A. F. Mulyadi, dan N. Q. F. Ikawati. 2015. Penggandaan skala mi kering dari ubi jalar (*Ipomea batatas* L.). *Teknologi Pertanian*. **16** (1): 41–50.
- Dewi, E. N., L. Purnamayati., dan R. A. Kurniasih. 2016. Antioxidant activities of maltodextrin and carrageenan as coating materials. *Jurnal Teknologi*. **2**: 45–50.
- Djauhari, R., S. S. Monalisa, dan R. Simamora. 2017. Evaluasi kinerja pertumbuhan ikan patin (*Pangasius* sp.) yang diberi prebiotik mannanoligosakarida. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*. **3** (1): 327–340.
- Ekantari, 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*. **37** (2): 173–182.
- Engelen, A. 2018. Analisis kekerasan, kadar air, warna dan sifat sensori pada pembuatan keripik daun kelor. *Journal of Agritech Science*. **2** (1): 1–9.
- Eveline., J. Santoso., dan I. Widjaja. 2011. Kajian konsentrasi dan rasio gelatin dari kulit ikan patin dan kappa karaginan pada pembuatan jeli. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. **14** (2): 98–105.
- Fairudz, A. dan K. Nisa. 2015. Pengaruh serat pangan terhadap kadar kolesterol penderita overweight. *Jurnal Majority*. **4** (8): 121–126.
- Faridah, A., dan S. B. Widjanarko. 2014. Penambahan tepung porang pada pembuatan mi dengan substitusi tepung mocaf (modified cassava flour). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **25** (1): 98–105.
- Firdaus, M., D. Setijawati., dan Kartikaningsih. 2014. The effect of *Lactobacillus acidophilus* microcapsule which encapsulated by kappa karaginan toward in vivo functional test. *Journal of Life Science*. **1** (1): 27–36.

- Fitriani. 2018. Pengaruh penambahan tiga jenis ikan terhadap tingkat kesukaan dan kadar protein mi kering. *Jurnal Proteksi Kesehatan*. **7** (2): 79–86.
- Geraldine V. C., Herpandi., dan R. Nopianti. 2015. Karakteristik kimia dan organoleptik rumput laut (*Eucheuma cottonii*) fermentasi dengan perbedaan lama waktu fermentasi dan jenis gula. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. **4** (1): 86–94.
- Gupta, S. 2016. *Pangasius Pangasius* (Hamilton, 1822), a threatened fish of Indian Subcontinent. *Journal of Aquaculture Research & Development* **7** (2):1-3.
- Gusriadi, D., M. Sukmiwati., dan Dahlia. 2014. Peningkatan gizi mi instan dengan penambahan tepung ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *JOM*. 1–11.
- Herawati, E., D. Ariani., Miftakhusolikah., 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.). *Earth and Environmental Science*. **101**: 1–6.
- Heymann, H., dan H. T. Lawless. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer. New York: Springer.
- Hidayati, F., Y. S. Darmanto, dan Romadhon. 2017. Pengaruh perbedaan konsentrasi ekstrak *Sargassum* sp. dan lama penyimpanan terhadap oksidasi lemak pada fillet ikan patin (*Pangasius* sp.). *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST)*. **12** (2): 116–123.
- Indrianti, N., E. Sholichah, dan D. A. D. (2014). Proses pembuatan mi jagung dengan bahan baku tepung jagung 60 mesh dan teknik sheeting-slitting. *Pangan*. **23** (3): 256–266.
- Iqbal, M., W. F. Ma'ruf, dan Sumardianto. 2016. Pengaruh penambahan mikroalga *Spirulina platensis* dan mikroalga *Skeletonema costatum* terhadap kualitas sosis ikan bandeng (*Chanos chanos* Frosk). *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi*. **5** (1): 2016.
- Irsalina, R., S. D. Lestari., dan Herpandi. 2016. Karakteristik fisiko-kimia dan sensori mi kering dengan penambahan tepung ikan motan (*Thynnichthys thynnoides*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. **5** (1): 32–42.
- Iskandar, J., Herpandi, & Nopianti, R. (2016). Pemanfaatan *by-product* dari hasil produksi filet ikan dalam pembuatan abon. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. **5** (1): 19–31.
- Jaziri, A. A., D. S. Sari, A. A. Prihanto, dan M. Firdaus. 2019. Fortifikasi tepung *Eucheuma cottonii* pada pembuatan mi kering. *Indonesian Journal of Halal*, 109–116.
- Kabinawa, I. N. K. 2006. *Spirulina* Ganggang Penggempur Aneka Penyakit. Jakarta: Angromedia Pustaka.
- Kencana, I. P., Y. S. Darmanto, dan Sumardianto. 2018. Pengaruh penambahan

- lumatan daging ikan kembung (*Rastrelliger* sp.), nila (*Oreochromis niloticus*), dan bandeng (*Chanos chanos* forsk) terhadap karakteristik mi kering tersubstitusi mocaf. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. **2** (1): 53–62.
- Khasanah, L. U., B. K. Anandhito., T. Rachmawaty., R. Utami., dan G. J. Manuhara. 2015. Pengaruh rasio bahan penyalut maltodekstrin, gum arab, dan susu skim terhadap karakteristik fisik dan kimia mikrokapsul oleoresin daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Agritech*. **35** (4): 414–421.
- Kumoro, A. C., Johny D., dan Alfilovita, D. 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.
- Kumoro, A. C., Johnny, D., dan Alfilovita, D. 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.
- Kurniasari, E., S. Waluyo., dan C. Sugianti. 2015. Mempelajari laju pengeringan dan sifat fisik mi kering berbahan campuran tepung terigu dan tepung tapioka. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, **4** (1): 1–8.
- Kurniawan, A., T. W. Agustini, T. W., dan L. Rianingsih. 2016. Pengaruh penambahan *Spirulina platensis powder* terhadap karakteristik *marshmallow*. *Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. 474–485.
- Kusharto, C. M. 2006. Serat makanan dan peranannya. *Jurnal Gizi dan Pangan*. **1** (2): 45–54.
- Kusnadi, D. C., V. P. Bintoro., dan A. N. Al-Baarri. 2012. Daya ikat air, tingkat kekenyalan dan kadar protein pada bakso kombinasi daging sapi dan daging kelinci. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. **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*. 1-9
- Lokapinasari, W. P., dan A. B. Yulianto. 2014. Gambaran sel eosinofil, monosit, dan basofil setelah pemberian *Spirulina* pada ayam yang diinfeksi virus flu burung. *Jurnal Veteriner*. **15** (4): 499–505.
- Ma, M., dan T. Mu. 2016. Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin. *Food Chemistry*. **194**: 237–246.
- Marzelly, A. D., S. Yuwanti., dan T. Lindriati. 2017. Karakteristik fisik, kimia, dan sensoris fruit leather pisang ambon (*Musa paradisiaca* S.) dengan penambahan gula dan karaginan. *Jurnal Agroteknologi*. **11** (2): 172–185.
- Midayanto, D. N., dan S. S. Yuwono. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam standar nasional

- Indonesia. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. **2** (4): 259–267.
- Milovanovic, I., A. Mišan., J. Simeunovi., D. Kovac., D. Jambrec., dan A. Mandic. 2015. Determination of volatile organic compounds in selected strains of cyanobacteria. *Journal of Chemistry*. 1–6.
- Minah, F. N., S. Astuti., dan Jimmy. 2015. Optimalisasi proses pembuatan substitusi tepung terigu sebagai bahan pangan yang sehat dan bergizi. *Industri Inovatif*. **5** (2): 1–8.
- Morsy, O. M., A. M. Sharoba., A. I. El-Desouky., H. E. M. Bahlol., dan A. El-Mawla. 2014. Production and evaluation of extruded food products by using *Spirulina* algae. *Annals of Agric. Sci*. **52** (4): 329–342.
- Mufti, Y., N. I. Sari., dan T. Leksono. 2013. Penambahan jantung pisang kepok (*Musa paradisiaca normalis*) pada abon ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Faculty of Fisheries and Marine Science. University of Riau*. 1–9.
- Mulyadi, A. F., S. Wijana., I. A. Dewi., dan W. I. Putri. 2014. Karakteristik organoleptik produk mi kering ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas*) (kajian penambahan telur dan CMC). *Jurnal Teknologi Pertanian* **15** (1): 25–36.
- Murdiati, A., S. Anggrahini., Supriyanto, dan A. 'Alim. 2015. Increased protein content of wet noodle from tapioca substituted by white jack bean. *Agritech*, **35** (3): 251–260.
- 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.
- Nurilmala, M., T. Nurhayati. A. G. Syukur. Y. Vitner., S. B. Agus, dan T. Budiardi. 2015. Evaluation of nutritional and color on Indonesian and imported patin fish (*Pangasius* sp.) fillets. *Advance Journal of Food Science and Technology*. **8** (8): 576–582.
- Ozyurt, G., L. Uslu, 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.
- Paran, S. 2009. *100 Tip Anti Gagal Bikin Roti, Cake, Pastry dan Kue Kering*. Jakarta: PT. Kawan Pustaka.
- Pramana, Y. S., T. C. Sunarti., dan Purwoko. 2018. Process optimization for dietary fiber production from cassava pulp using acid treatment. **22** (2): 21–32.
- Prihapsara, F., Astirin, O. P., Artanti, A. N., & Sentot, A. 2018. Pengembangan teknologi enkapsulasi fikosianin. *Sniemas UAD*. 140–146.
- Purnamayati, L., E. N. Dewi, dan R. A. Kurniasih. 2016. Karakteristik fisik mikrokapsul fikosianin *Spirulina* pada konsentrasi bahan penyalut yang berbeda. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. **9** (1): 1–8.

- Purwanti, E., M. L. Qomar., U. Purwandari., dan Herniyatun. 2017. Prospek pengolahan mi bebas gluten (*gluten free*) dengan bahan dasar tepung krekel sebagai alternatif makanan sehat di Desa Logandu, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Keperawatan*. **13** (1): 52–61.
- Rahmah, A., F. Hamzah, dan Rahmayuni. 2017. Penggunaan tepung komposit dari terigu, pati sagu dan tepung jagung dalam pembuatan roti tawar. *Jom FAPERTA*. **4**: 1–14.
- 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.
- Rauf, R. dan D. Sarbini. 2015. Daya serap air sebagai acuan untuk menentukan volume air. *Agritech*. **35** (3): 324–330.
- Ridlo, A., S. Sedjati., dan E. Supriyantini. 2015. Aktivitas antioksidan fikosianin dari *Spirulina* sp. menggunakan metode transfer elektron dengan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Kelautan Tropis*, **18** (2): 58–63.
- Rosaini, H., R. Rasyid, dan V. Hagramida. 2015. Penetapan kadar protein secara kjehdahl beberapa makanan olahan kerang remis (*Corbiculla moltkiana* Prime) dari Danau Singkarak. *Jurnal Farmasi Higea*. **7** (2): 120–127.
- Saputra, J. S. E., T. W. Agustini., dan E. N. Dewi. 2014. Pengaruh penambahan biomassa serbuk *Spirulina platensis* terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori pada tablet hisap (*lozenges*). *JPHPI*. **17**: 281–291.
- Saputro, P. S., dan T. Estiasih. 2015. Pengaruh polisakarida larut air (PLA) dan serat pangan umbi-umbian terhadap glukosa darah: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **3** (2): 756–762.
- Saragih, E. V. I. W., M. J. Sadsoeitoeboen., dan F. Pattiselanno. 2010. The diet of spotted cuscus (*Spilocuscus maculatus*) in natural and captivity habitat. *Bioscience*. **2** (2): 78–83.
- Septevani, A. A., M. Ghozali., dan D. Sondari. 2013. Pengaruh teknik pengeringan semprot (*spray drying*) dalam mikroenkapsulasi asiaticoside dan ekstrak jahe. *Jurnal SainsMateri Indonesia*. **14** (4): 248–52
- Setijawati, D. 2017. Penggunaan *Eucheuma* sp dan chitosan sebagai bahan *edible film* terhadap kualitasnya. *Journal of Fisheries and Marine Science*. **1** (1): 6–14.
- Setijawati, D., S. Wijana., dan I. Santosa. 2011. Viabilitas dan struktur mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* dengan bahan penyalut karaginan semi murni jenis *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi Pangan*. **2** (1): 50–67.
- Sidi, N. C., Widowati, E., & Nursiwi, A. 2014. Pengaruh penambahan karaginan pada karakteristik fisikokimia dan sensoris *fruit leather* nanas (*Ananas comosus* L . merr .) dan wortel (*Daucus carota*). *Jurnal Aplikasi Teknologi*

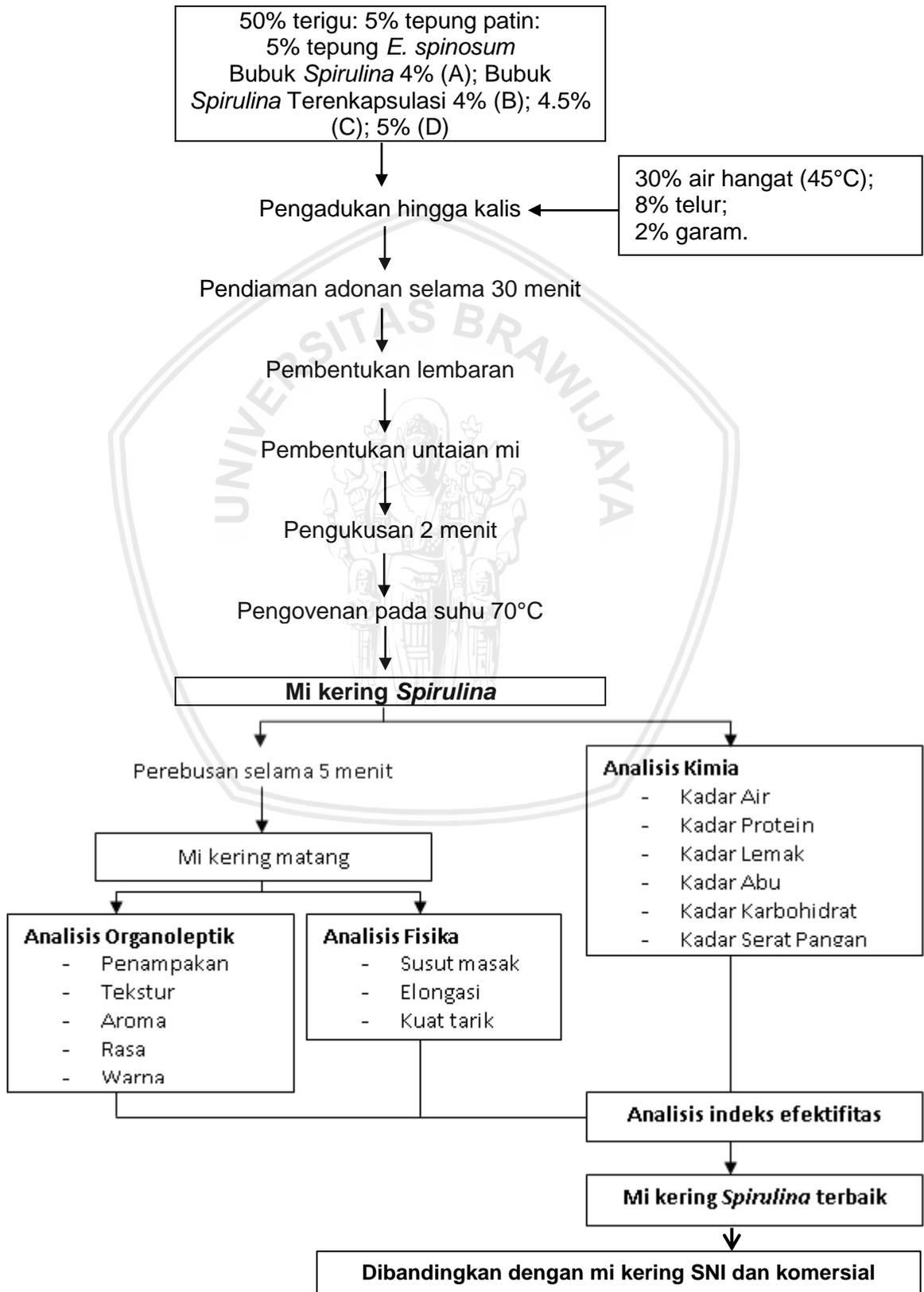
- Pangan*. **3** (4): 122–127.
- Silaban, M., N. Herawati, dan Y. Zalfiatri. 2017. Pengaruh penambahan rebung betung dalam pembuatan nugget ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jom FAPERTA*. **4** (2): 1–13.
- Siyoto, S., dan M. A. Sodik. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing. ISBN 978-602-1018-18-7.
- Sozer, N., A. C. Dalguc., dan A. Kaya. 2007. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *Journal of Food Engineering*. **81**: 476–484.
- Srifiana, Y., S. Surini., dan A. Yanuar. 2014. Mikroenkapsulasi ketoprofen dengan metode koaservasi dan semprot kering menggunakan prigelatinisasi pati singkong ftalat sebagai eksipien penyalut. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, **12** (2): 162–169.
- Subachri, W., M. B. Santosa., M. Yusuf., dan C. Yusuf. 2015. Better Management Practices: Budidaya Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*). *WWF-Indonesia* **1**: 1–24.
- Subarna., T. Muhandri., B. Nurtama., dan A. S. Firlieyanti. 2012. Peningkatan mutu mi kering jagung dengan penerapan kondisi optimum proses dan penambahan monogliserida. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. **23** (2): 146–152.
- Sudarmaji, S., Bambang H., dan Suhardi. 2010. *Analisa Bahan Pangan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suprayitno, E., dan T. Sulistiyowati. 2017. *Metabolisme protein*. Malang: UB Press.
- Susanty, A., T. Purwanti., dan Kurniawaty. 2016. Pengaruh jenis bahan pengisi terhadap karakteristik fisikokimia, mikrobiologi dan sensoris abon udang (*Panaeus indicus*). *Jurnal Riset Teknologi Industri* **10** (2): 152–161.
- Taqi, F. M., Subarna., T. Muhandri., dan C. R. Utomo. 2018. Efek penambahan propilen glikol alginat dan isolat protein kedelai terhadap mutu fisik dan mutu penerimaan mi jagung. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **29** (2): 201–209.
- Taruh, F., J. Purbopuspito, dan H. Kineapon. 2018. Uji organoleptik penambahan berbagai formula gula dan air jeruk dalam pembuatan selai apel *granny smith* (*Malus domestica* L.). *Jurnal Creativity Informasi Teknologi Hasil Pertanian dan Bisnis* (1): 1–11.
- 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.
- Trilaksani, W., I. Setyaningsih., dan D. Masluha. (2015). Formulasi *jelly drink* berbasis rumput laut merah dan *Spirulina platensis*. *JPHPI*. **18** (1): 74–82.

- Trisnawati, M. I., dan F. C. Nisa. 2015. Pengaruh penambahan konsentrat protein daun kelor dan karaginan terhadap kualitas mi kering tersubstitusi mocaf. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **3** (1): 237–247.
- Vatsala, S., dan J. Sudesh. 2017. Quality characteristics of noodles enriched with *Spirulina platensis* powder. *International Journal of Agriculture Sciences*. **9** (14): 4091–4094.
- Wahyuningtias, D., T. S. Putranto., dan R. N. Kusdiana. 2014. Uji kesukaan hasil jadi kue brownies menggunakan tepung terigu dan tepung gandum utuh. *Binus Business Review*. **5** (1): 57–65.
- Wibowo, I. R., Y. Darmato., dan A. D. Anggo. 2014. Pengaruh cara kematian dan tahapan penurunan kesegaran ikan terhadap kualitas pasta ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. **3** (3): 95–103.
- Widarta, I. W. R., I. K. Suter., N. M. Yusa, dan W. P. Arishandi. 2015. Analisis pangan. *Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana*.
- Widatmoko, R. . dan T. Estiasih. 2015. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik mi kering berbasis tepung ubi jalar ungu pada berbagai tingkat penambahan gluten physicochemical. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **3** (4): 1386–1392.
- Widiyanti, L. P. M., I. G. A. N. Setiawan., dan . A. P. Suryanti. 2015. Pertumbuhan alga *Cyanophyta* yang diisolasi dari batu bata bangunan pura di Desa Tejakula Buleleng. *Jurnal Sains dan Teknologi*. **4** (2): 608–620.
- Widyaningtyas, M. dan W. H. Susanto. 2015. Pengaruh jenis dan konsentrasi hidrokoloid (carboxy methyl cellulose, xanthan gum, dan karaginan) terhadap karakteristik mi kering berbasis pasta ubi jalar varietas ase kuning. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. **3** (2): 417–423.
- Winarno. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, F. K., B. E. Setiani, B. E., 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.
- Yolanda, R. S., D. P. Dewi, dan A. Wijanarka. 2018. Kadar serat pangan, proksimat, dan energi pada mi kering substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L . Poir). *Ilmu Gizi Indonesia*. **2** (1): 1–6.
- Yuliani, H., N. D. Yuliana., dan S. Budijanto. 2015. Formulasi mi kering sagu dengan substitusi tepung kacang hijau. *AGRITECH*. **35** (4): 387–395.
- Yusuf, M. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. Jakarta: PT Fajar Interpratama Mandiri.
- Zuhri, N. M., F. Swastawati., dan I. Wijayanti. 2014. Pengkayaan kualitas mi kering dengan penambahan tepung daging ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) sebagai sumber protein. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. **3**:119–126.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram alir penelitian



Lampiran 2. Prosedur Pembuatan Tepung Ikan Patin



Lampiran 3. Prosedur Pembuatan Tepung *Eucheuma spinosum*

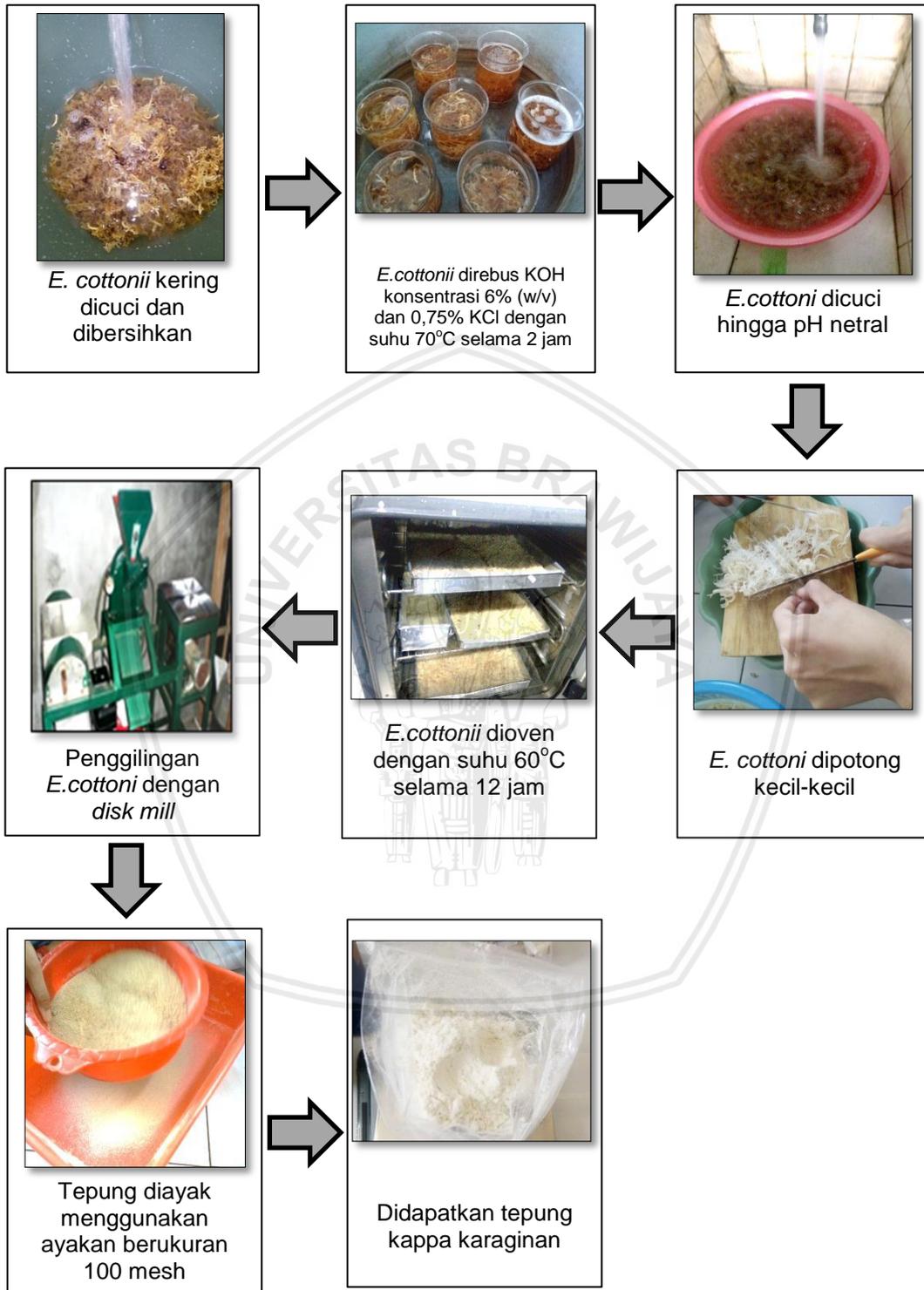


Lampiran 4. Prosedur Pembuatan Mi Kering Patin Fortifikasi *S. platensis*

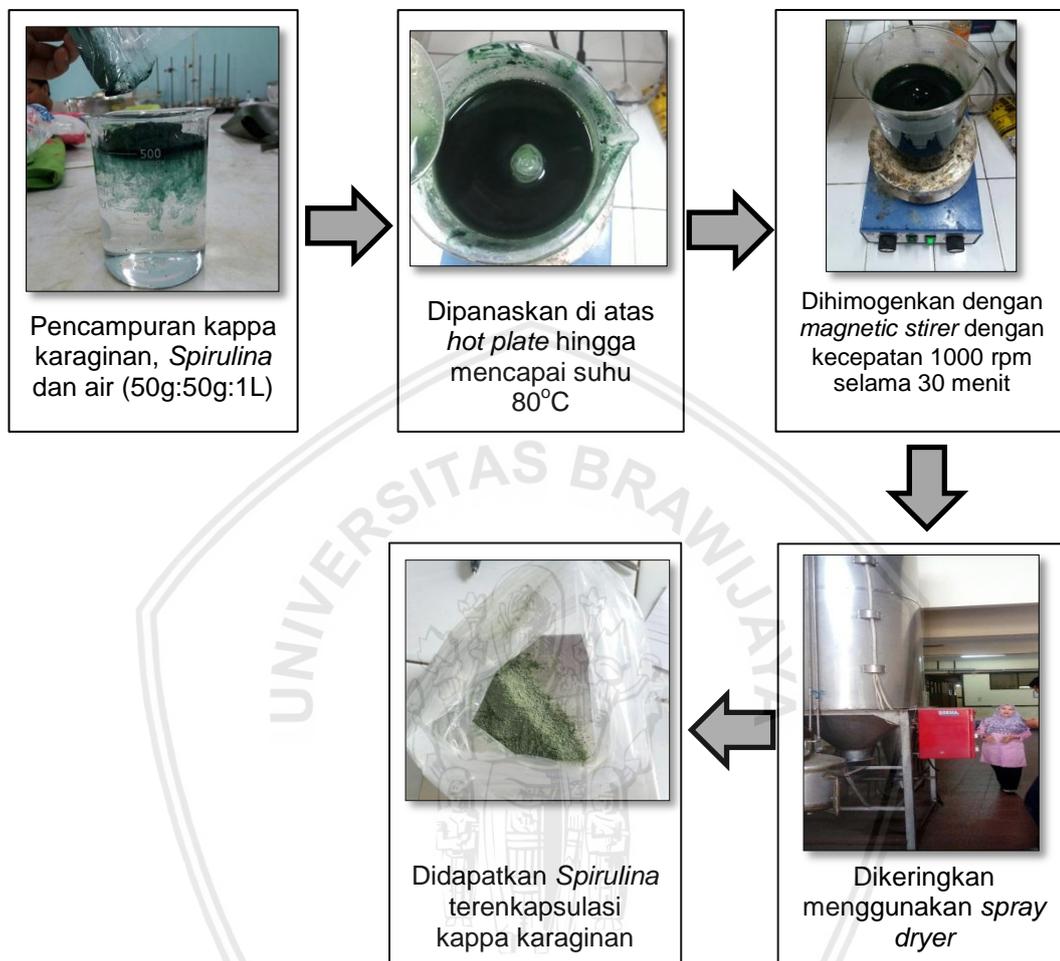
(Penelitian Pendahuluan)



Lampiran 5. Prosedur Pembuatan Tepung Kappa Karaginan



Lampiran 6. Prosedur Enkapsulasi *S. platensis* dengan Penyalut Kappa Karaginan



Lampiran 7. Pembuatan Mi Kering Patin Dengan Fortifikasi *Spirulina platensis*
Terenkapsulasi Kappa Karaginan



Lampiran 8. Scoresheet Uji Organoleptik (Hedonik)



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

LEMBAR UJI HEDONIK PRODUK MI KERING KAPPA KARAGINAN

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

Tentukan penilaian anda terhadap sampel uji pada tabel berikut:

Parameter	KODE PRODUK			
	35G	49Y	29U	80A
Kenampakan				
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 9. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan *Cooking loss*

<i>Cooking loss</i>		Descriptives						
Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.2800	.30332	.13565	1.9034	2.6566	1.80	2.60
B	5	2.0000	.24495	.10954	1.6959	2.3041	1.60	2.20
C	5	1.8800	.22804	.10198	1.5969	2.1631	1.60	2.20
D	5	1.5600	.32863	.14697	1.1519	1.9681	1.20	2.00
Total	20	1.9300	.36864	.08243	1.7575	2.1025	1.20	2.60

Test of Homogeneity of Variances

<i>Cooking loss</i>			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.595	3	16	.627

<i>Cooking loss</i>		ANOVA				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	1.334	3	.445	5.701	.008	
Within Groups	1.248	16	.078			
Total	2.582	19				

Duncan		<i>Cooking loss</i>		
Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A	5			2.2800
B	5		2.0000	2.0000
C	5	1.8800	1.8800	
D	5	1.5600		
Sig.		.089	.507	.132

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 10. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kuat Tarik

Kuat Tarik		Descriptives						
Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	.0760	.00894	.00400	.0649	.0871	.07	.09
B	5	.0860	.00548	.00245	.0792	.0928	.08	.09
C	5	.0960	.01140	.00510	.0818	.1102	.08	.11
D	5	.1160	.00548	.00245	.1092	.1228	.11	.12
Total	20	.0935	.01694	.00379	.0856	.1014	.07	.12

Test of Homogeneity of Variances

Kuat Tarik			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.512	3	16	.250

Kuat Tarik		ANOVA				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	.004	3	.001	21.605	.000	
Within Groups	.001	16	.000			
Total	.005	19				

Duncan		Kuat Tarik		
Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A	5	.0760		
B	5	.0860	.0860	
C	5		.0960	
D	5			.1160
Sig.		.072	.072	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 11. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Elongasi

Elongasi		Descriptives						
Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	5.6440	.33118	.14811	5.2328	6.0552	5.32	6.00
B	5	6.9980	.57885	.25887	6.2793	7.7167	6.65	8.00
C	5	7.5600	.97108	.43428	6.3542	8.7658	6.50	9.00
D	5	9.8080	.46751	.20908	9.2275	10.3885	9.00	10.21
Total	20	7.5025	1.64735	.36836	6.7315	8.2735	5.32	10.21

Test of Homogeneity of Variances
Elongasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.954	3	16	.162

ANOVA

Elongasi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	45.136	3	15.045	37.465	.000
Within Groups	6.425	16	.402		
Total	51.561	19			

Duncan Elongasi

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A	5	5.6440		
B	5		6.9980	
C	5		7.5600	
D	5			9.8080
Sig.		1.000	.180	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 12. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kadar Air

Kadar Air		Descriptives						
Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	8.1200	.17889	.08000	7.8979	8.3421	8.00	8.40
B	5	8.8400	.57271	.25612	8.1289	9.5511	8.20	9.60
C	5	9.3600	.51769	.23152	8.7172	10.0028	8.80	10.00
D	5	9.7600	.58992	.26382	9.0275	10.4925	9.00	10.60
Total	20	9.0200	.77568	.17345	8.6570	9.3830	8.00	10.60

Test of Homogeneity of Variances

Air

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.854	3	16	.178

Kadar Air

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.528	3	2.509	10.284	.001
Within Groups	3.904	16	.244		
Total	11.432	19			

Duncan

Kadar Air

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A	5	8.1200		
B	5		8.8400	
C	5		9.3600	9.3600
D	5			9.7600
Sig.		1.000	.115	.219

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 13. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kadar Protein

Kadar Protein

Descriptives

Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	14.6900	.91214	.40792	13.5574	15.8226	13.57	15.97
B	5	15.8100	.87636	.39192	14.7219	16.8981	15.17	16.77
C	5	16.7700	.80000	.35777	15.7767	17.7633	15.97	17.57
D	5	18.0460	.71051	.31775	17.1638	18.9282	17.57	19.16
Total	20	16.3290	1.47738	.33035	15.6376	17.0204	13.57	19.16

Test of Homogeneity of Variances

Protein

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.305	3	16	.821

Kadar Protein

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.491	3	10.164	14.811	.000
Within Groups	10.979	16	.686		
Total	41.471	19			

Duncan

Kadar Protein

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A	5	14.6900		
B	5		15.8100	
C	5		16.7700	
D	5			18.0460
Sig.		1.000	.086	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 14. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kadar Lemak

Kadar Lemak

Descriptives

Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	5.9000	.89443	.40000	4.7894	7.0106	5.00	7.00
B	5	6.3000	.57009	.25495	5.5921	7.0079	5.50	7.00
C	5	6.7000	.57009	.25495	5.9921	7.4079	6.00	7.50
D	5	7.3000	.27386	.12247	6.9600	7.6400	7.00	7.50
Total	20	6.5500	.77629	.17358	6.1867	6.9133	5.00	7.50

Test of Homogeneity of Variances

Lemak

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.426	3	16	.103

Kadar Lemak

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.350	3	1.783	4.678	.016
Within Groups	6.100	16	.381		
Total	11.450	19			

Duncan

Kadar Lemak

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	5.9000	
B	5	6.3000	
C	5	6.7000	6.7000
D	5		7.3000
Sig.		.069	.144

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 15. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kadar Abu

Kadar Abu

Descriptives

Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	1.5340	.18623	.08328	1.3028	1.7652	1.33	1.67
B	5	1.8680	.18075	.08083	1.6436	2.0924	1.67	2.00
C	5	2.2640	.14758	.06600	2.0808	2.4472	2.00	2.33
D	5	2.6020	.36561	.16351	2.1480	3.0560	2.00	3.00
Total	20	2.0670	.46650	.10431	1.8487	2.2853	1.33	3.00

Test of Homogeneity of Variances

Abu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.865	3	16	.479

Kadar Abu

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.244	3	1.081	19.411	.000
Within Groups	.891	16	.056		
Total	4.135	19			

Duncan

Kadar Abu

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	5	1.5340			
B	5		1.8680		
C	5			2.2640	
D	5				2.6020
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 16. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kadar Karbohidrat

Kadar Karbohidrat

Descriptives

Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	69.7540	1.35631	.60656	68.0699	71.4381	68.20	71.69
B	5	67.1820	1.22457	.54764	65.6615	68.7025	65.13	68.43
C	5	64.9060	1.53531	.68661	62.9997	66.8123	63.10	66.40
D	5	62.2960	1.43728	.64277	60.5114	64.0806	60.07	63.77
Total	20	66.0345	3.10395	.69406	64.5818	67.4872	60.07	71.69

Test of Homogeneity of Variances

Karbohidrat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.402	3	16	.753

Kadar Karbohidrat

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	152.007	3	50.669	26.111	.000
Within Groups	31.048	16	1.941		
Total	183.055	19			

Duncan

Kadar Karbohidrat

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	5				69.7540
B	5			67.1820	
C	5		64.9060		
D	5	62.2960			
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 17. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Serat Pangan Larut Air

SPLA		Descriptives							
Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
A	5	1.5340	.18623	.08328	1.3028	1.7652	1.33	1.67	
B	5	1.8680	.18075	.08083	1.6436	2.0924	1.67	2.00	
C	5	2.2640	.14758	.06600	2.0808	2.4472	2.00	2.33	
D	5	2.6020	.36561	.16351	2.1480	3.0560	2.00	3.00	
Total	20	2.0670	.46650	.10431	1.8487	2.2853	1.33	3.00	

Test of Homogeneity of Variances

SPLA			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.909	3	16	.459

SPLA		ANOVA				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	1.739	3	.580	81.282	.000	
Within Groups	.114	16	.007			
Total	1.853	19				

Duncan		Kadar Serat Pangan Larut Air			
Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	5	1.5780			
B	5		1.7800		
C	5			2.0380	
D	5				2.3660
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 18. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Serat Pangan Tak Larut Air

SPTLA

Descriptives

Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.2540	.04775	.02135	2.1947	2.3133	2.19	2.31
B	5	2.4860	.03209	.01435	2.4462	2.5258	2.43	2.51
C	5	2.7040	.03050	.01364	2.6661	2.7419	2.66	2.74
D	5	2.9220	.03962	.01772	2.8728	2.9712	2.89	2.97
Total	20	2.5915	.25730	.05753	2.4711	2.7119	2.19	2.97

Test of Homogeneity of Variances

SPTLA

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.832	3	16	.495

SPTLA

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.235	3	.412	283.331	.000
Within Groups	.023	16	.001		
Total	1.258	19			

Duncan

Kadar Serat Pangan Tak Larut Air

Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	5	2.2540			
B	5		2.4860		
C	5			2.7040	
D	5				2.9220
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 19. Hasil ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Serat Pangan Total

STP		Descriptives							
Sub-level	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
A	5	3.8320	.10402	.04652	3.7028	3.9612	3.69	3.96	
B	5	4.2660	.04827	.02159	4.2061	4.3259	4.19	4.31	
C	5	4.7420	.09884	.04420	4.6193	4.8647	4.63	4.87	
D	5	5.2880	.08258	.03693	5.1855	5.3905	5.17	5.37	
Total	20	4.5320	.56199	.12567	4.2690	4.7950	3.69	5.37	

Test of Homogeneity of Variances

SPT			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.227	3	16	.332

SPT		ANOVA				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	5.882	3	1.961	263.706	.000	
Within Groups	.119	16	.007			
Total	6.001	19				

Duncan		Kadar Serat Pangan Total			
Sublevel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	5	3.8320			
B	5		4.2660		
C	5			4.7420	
D	5				5.2880
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 20. Hasil Analisis Uji Kruskal Wallis Hedonik Penampakan

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Penampakan	160	3.0563	.81067	1.00	4.00

Ranks

Parameter	Sublevel	N	Mean Rank
Penampakan	A	40	92.79
	B	40	85.41
	C	40	75.14
	D	40	68.66
	Total	160	

Test Statistics^{a,b}

	Penampakan
Chi-Square	7.258
df	3
Asymp. Sig.	.064

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Sublevel

Lampiran 21. Hasil Analisis Uji Kruskal Wallis Hedonik Tekstur

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Tekstur	160	3,0125	,83166	1,00	4,00

Ranks

Parameter	Sublevel	N	Mean Rank
Tekstur	A	40	63.15
	B	40	76.25
	C	40	87.88
	D	40	94.73
	Total	160	

Test Statistics^{a,b}

	Tekstur
Chi-Square	12.175
df	3
Asymp. Sig.	.007

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Sublevel

Lampiran 22. Hasil Analisis Uji Kruskal Wallis Hedonik Aroma

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Aroma	160	2.7312	.78285	1.00	4.00

Ranks

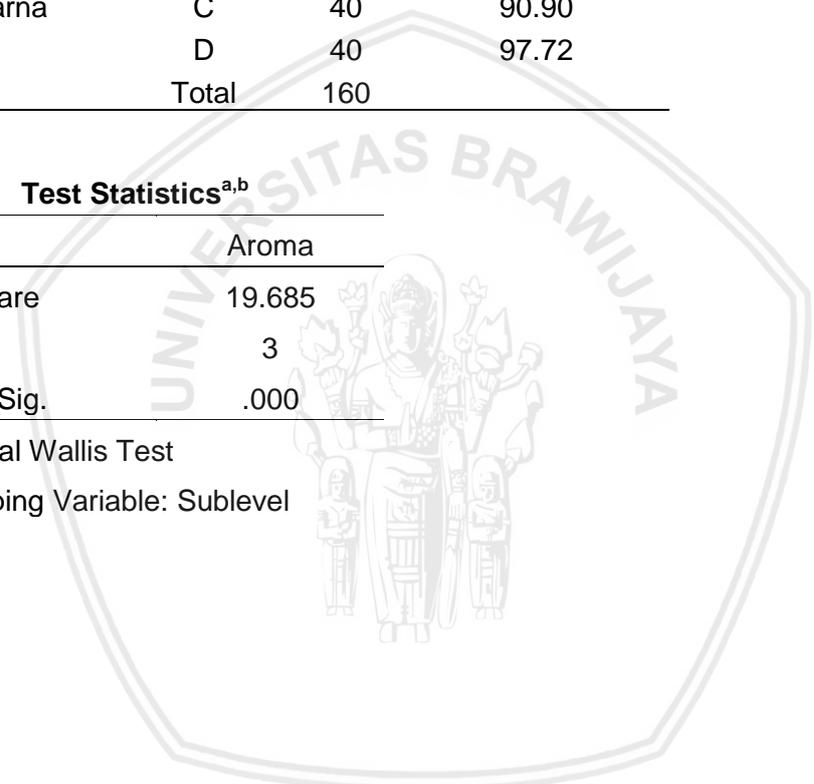
Parameter	Sublevel	N	Mean Rank
Warna	A	40	58.58
	B	40	74.80
	C	40	90.90
	D	40	97.72
	Total	160	

Test Statistics^{a,b}

Aroma	
Chi-Square	19.685
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Sublevel



Lampiran 23. Hasil Analisis Uji Kruskal Wallis Hedonik Rasa

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Rasa	160	2.8500	.81031	1.00	4.00

Ranks

Parameter	Sublevel	N	Mean Rank
Rasa	A	40	62.18
	B	40	83.50
	C	40	86.98
	D	40	89.35
	Total	160	

Test Statistics^{a,b}

	Rasa
Chi-Square	9.935
df	3
Asymp. Sig.	.019

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Sublevel



Lampiran 24. Hasil Analisis Uji Kruskal Wallis Hedonik Warna

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Warna	160	3.0125	.77693	1.00	4.00

Ranks

Parameter	Sublevel	N	Mean Rank
Warna	A	40	96.65
	B	40	65.38
	C	40	78.11
	D	40	81.86
	Total	160	

Test Statistics^{a,b}

Warna	
Chi-Square	10.541
df	3
Asymp. Sig.	.014

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Sublevel

Lampiran 25. Penentuan Mi Kering Terbaik

Parameter	BV	BN	Perlakuan							
			A		B		C		D	
			NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH
Serat Pangan	1	0,09	0,000	0,000	0,298	0,027	0,625	0,056	1,000	0,089
<i>Cooking loss</i>	1	0,09	1,000	0,089	0,611	0,055	0,444	0,040	0,000	0,000
Protein	1	0,09	0,000	0,000	0,353	0,032	0,003	0,000	0,000	0,000
Aroma	1	0,09	0,000	0,000	0,393	0,035	0,786	0,070	1,000	0,089
Rasa	1	0,09	0,000	0,000	0,762	0,068	0,006	0,001	0,000	0,000
Kuat Tarik	0,9	0,08	0,000	0,000	0,250	0,020	0,500	0,040	1,000	0,080
Elongasi	0,9	0,08	0,000	0,000	0,325	0,026	0,460	0,037	1,000	0,080
Air	0,7	0,06	0,000	0,000	0,439	0,027	0,756	0,047	1,000	0,063
Penampakan	0,7	0,06	1,000	0,063	0,706	0,044	0,235	0,015	0,000	0,000
Tekstur	0,7	0,06	0,000	0,000	0,391	0,024	0,783	0,049	1,000	0,063
Lemak	0,6	0,05	0,000	0,000	0,286	0,015	0,571	0,031	1,000	0,054
Abu	0,6	0,05	0,000	0,000	0,308	0,016	0,692	0,037	1,000	0,054
Warna	0,6	0,05	1,000	0,054	0,000	0,000	0,409	0,022	0,500	0,027
Karbohidrat	0,5	0,04	1,000	0,045	0,753	0,034	0,425	0,019	0,000	0,000
Total	11,2			0,250		0,423		0,463		0,598